



# TERCER INFORME BIENAL DE **ACTUALIZACIÓN DE CHILE SOBRE CAMBIO CLIMÁTICO** 2018





**II.**  
**INVENTARIO NACIONAL**  
**DE GASES DE EFECTO**  
**INVERNADERO DE**  
**CHILE 1990-2016**



# **Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile, serie 1990-2016**

**Área de Mitigación e Inventarios de contaminantes climáticos**

**Oficina de Cambio Climático**

**Ministerio del Medio Ambiente**

**Febrero 2018, Chile**

## CONTACTO SNICHILE

<b>Nombre de contacto:</b>	Richard Martinez Caro
<b>Cargos:</b>	Coordinador inventarios de GEI y CCV; Coordinador del SNICHILE;
<b>Organización:</b>	Ministerio del Medio Ambiente
<b>Dirección postal:</b>	San Martín 73, Santiago
<b>Correo electrónico:</b>	<a href="mailto:snichile@mma.gob.cl">snichile@mma.gob.cl</a> ; <a href="mailto:rmartinez@mma.gob.cl">rmartinez@mma.gob.cl</a>
<b>URL:</b>	<a href="http://www.snichile.cl">www.snichile.cl</a>

## LISTADO DE AUTORES

<b>Autor principal y editor</b>	Richard Martinez
<b>Capítulo 1</b>	Camila Labarca, Richard Martinez, Marcela Poulain
<b>Capítulo 2</b>	Camila Labarca, Richard Martinez
<b>Capítulo 3</b>	Sergio Cáceres, Rubén Guzmán
<b>Capítulo 4</b>	Richard Martínez, Camila Labarca
<b>Capítulo 5</b>	Felipe Huiza, Marta Alfaro, Francisco Salazar
<b>Capítulo 6</b>	Yasna Rojas, Fernando Gimeno, Carlos Bahamondez
<b>Capítulo 7</b>	Norma Plaza, Camila Labarca
<b>Capítulo 8</b>	Richard Martínez, Camila Labarca

## CITA

Ministerio del Medio Ambiente. (2019). *Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile serie 1990-2016*. Santiago, Chile.



**EQUIPO TÉCNICO DEL SISTEMA NACIONAL DE INVENTARIOS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE CHILE**

<b>Equipo Técnico Coordinador</b>
<b>Coordinador del SNICHILE</b>  Richard Martinez (Ministerio del Medio Ambiente)
<b>Compiladores del INGEI de Chile</b>  Richard Martínez, Camila Labarca (Ministerio del Medio Ambiente)
<b>Colaboradores</b>  Paulo Cornejo (Red Latinoamericana de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero) Jenny Mager y Priscilla Ulloa (Ministerio del Medio Ambiente)
<b>Equipo técnico de Energía</b>
Javier Bustos, Rubén Guzmán y Sergio Cáceres (Ministerio de Energía)
<b>Equipo técnico de Procesos industriales y uso de productos</b>
Richard Martínez y Camila Labarca (Ministerio del Medio Ambiente)
<b>Equipo técnico de Agricultura</b>
Angelina Espinoza (Ministerio de Agricultura) Marta Alfaro, Felipe Huiza, Francisco Salazar y Michael Wolff (Instituto de Investigaciones Agropecuarias)
<b>Equipo técnico de UTCUTS</b>
Yasna Rojas, Carlos Bahamondez, Rodrigo Sagardía y Bastienne Schlegel (Instituto Forestal) Verónica Oyarzún, Cristián Pérez, Osvaldo Quintanilla, Javier Cano y Fernando Gimeno (Corporación Nacional Forestal)
<b>Equipo técnico de Residuos</b>
Norma Plaza, Camila Labarca y Richard Martínez (Ministerio del Medio Ambiente)

## INDICE GENERAL

RE1. Resumen ejecutivo .....	22
RE1.1. Introducción .....	22
RE1.2. Arreglos institucionales y elaboración del INGEI de Chile .....	22
RE1.3. Tendencias de las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero de Chile .....	23
1. INTRODUCCIÓN .....	26
1.1. Antecedentes generales .....	27
1.1.1. Circunstancias nacionales .....	27
1.1.1.1. Territorio y división administrativa .....	27
1.1.1.2. Geografía y morfología.....	29
1.1.1.3. Clima .....	30
1.1.1.4. Contexto social .....	31
1.1.1.5. Perfil económico .....	33
1.1.1.6. Indicadores generales .....	34
1.1.2. Cambio climático .....	35
1.1.2.1. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático .....	36
1.1.2.2. Inventarios nacionales de gases de efecto invernadero .....	36
1.1.2.3. Reporte y presentación de los INGEI ante las Naciones Unidas .....	37
1.2. Arreglos institucionales para la elaboración del INGEI de Chile .....	38
1.2.1. Operación del SNICHILE .....	38
1.2.1.1. Equipo Técnico Nacional .....	39
1.2.1.2. Equipo Coordinador de Reportes .....	42
1.2.1.3. Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático .....	42
1.2.1.4. Expertos Internos y Externos.....	43
1.2.2. Actualización del INGEI de Chile .....	43
1.2.3. Sistema de garantía y control de calidad .....	44
1.2.3.1. Control de la calidad.....	45
1.2.3.2. Garantía de la calidad.....	45
1.2.3.3. Verificación.....	45
1.2.3.4. Plan de mejoramiento continuo.....	46
1.2.4. Creación y mantención de capacidades .....	46
1.2.5. Archivo y comunicación .....	47
1.2.5.1. Archivo: Sistema de Registro Tabular (SRT) .....	47
1.2.5.2. Comunicación.....	51
1.3. Proceso de actualización del INGEI de Chile .....	51
1.4. Metodología y fuentes de información .....	53
1.4.1. Metodología y métodos.....	53
1.4.2. Principales fuentes de Información .....	59

1.5.	Categorías principales.....	60
1.6.	Evaluación general de la incertidumbre .....	63
1.7.	Evaluación general de la exhaustividad .....	64
<b>2.</b>	<b>TENDENCIAS DE LAS EMISIONES Y ABSORCIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE CHILE</b>	<b>66</b>
2.1.	Tendencia de las emisiones de GEI totales de Chile .....	69
2.1.1.	Tendencias de las emisiones de GEI totales por gas .....	69
2.1.1.1.	Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ).....	70
2.1.1.2.	Metano (CH <sub>4</sub> ).....	71
2.1.1.3.	Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O).....	72
2.1.1.4.	Gases fluorados.....	73
2.2.	Tendencia del balance de GEI de Chile .....	74
2.2.1.	Tendencias del balance de GEI por gas .....	75
2.2.1.1.	Dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ).....	76
2.2.1.2.	Metano (CH <sub>4</sub> ).....	77
2.2.1.3.	Óxido nitroso (N <sub>2</sub> O).....	78
2.2.1.4.	Gases fluorados.....	79
2.3.	Tendencia del balance de gases precursores y carbono negro.....	79
2.3.1.	Gases precursores.....	79
2.3.2.	Carbono negro .....	80
2.4.	Indicadores de intensidad de GEI de Chile.....	81
2.4.1.	Emisiones y absorciones de GEI de Chile por Producto Interno Bruto .....	81
2.4.2.	Emisiones y absorciones de GEI de Chile per cápita .....	82
<b>3.</b>	<b>SECTOR ENERGÍA (1)</b> .....	<b>84</b>
3.1.	Panorama general.....	85
3.1.1.	Introducción.....	85
3.1.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	85
3.1.3.	Tendencia del consumo de energéticos en el país.....	89
3.1.4.	Aspectos metodológicos generales del sector .....	91
3.1.5.	Datos de actividad del sector .....	91
3.1.5.1.	Balance Nacional de Energía .....	92
3.1.5.2.	Conversión y manejo de datos de actividad.....	96
3.2.	Actividades de quema de combustible (1.A.) .....	97
3.2.1.	Descripción de la categoría .....	97
3.2.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	98
3.2.3.	Aspectos metodológicos de la categoría.....	100
3.2.4.	Comparación entre el Método de referencia y el Método sectorial.....	100
3.2.5.	Comparación entre información internacional y el Método sectorial .....	103
3.2.6.	Combustible del transporte internacional .....	105
3.2.6.1.	Aviación internacional.....	108

3.2.6.2.	Navegación internacional.....	108
3.2.7.	Partidas informativas: Emisiones de CO <sub>2</sub> de Biomasa y uso no energético .....	109
3.2.7.1.	Emisiones de CO <sub>2</sub> de la biomasa .....	109
3.2.7.2.	Uso no energético de los combustibles.....	111
3.2.8.	Industrias de la energía (1.A.1.) .....	112
3.2.8.1.	Descripción de la subcategoría.....	112
3.2.8.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	112
3.2.8.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	115
3.2.8.4.	Incertidumbre .....	118
3.2.8.5.	Consistencia de la serie temporal .....	119
3.2.8.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	119
3.2.8.7.	Recálculos.....	120
3.2.8.8.	Plan de mejoramiento.....	122
3.2.9.	Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2.).....	122
3.2.9.1.	Descripción de la subcategoría.....	122
3.2.9.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	123
3.2.9.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	125
3.2.9.4.	Incertidumbre .....	129
3.2.9.5.	Consistencia de la serie temporal .....	130
3.2.9.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	130
3.2.9.7.	Recálculos.....	132
3.2.9.8.	Plan de mejoramiento.....	133
3.2.10.	Transporte (1.A.3.).....	133
3.2.10.1.	Descripción de la subcategoría.....	133
3.2.10.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	134
3.2.10.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	138
3.2.10.4.	Incertidumbre .....	143
3.2.10.5.	Consistencia de la serie temporal .....	144
3.2.10.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	145
3.2.10.7.	Recálculos.....	146
3.2.10.8.	Plan de mejoramiento.....	147
3.2.11.	Otros sectores (1.A.4.) .....	148
3.2.11.1.	Descripción de la subcategoría.....	148
3.2.11.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	148
3.2.11.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	150
3.2.11.4.	Incertidumbre .....	152
3.2.11.5.	Consistencia de la serie temporal .....	153

3.2.11.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación.....	154
3.2.11.7.	Recálculos.....	155
3.2.11.8.	Plan de mejoramiento.....	156
3.2.12.	No especificado (1.A.5.).....	156
3.3.	Emissiones fugitivas (1.B.).....	156
3.3.1.	Descripción de la categoría.....	156
3.3.2.	Tendencia de las emisiones de GEI.....	157
3.3.3.	Aspectos metodológicos de la categoría.....	158
3.3.4.	Combustibles sólidos (1.B.1.).....	158
3.3.4.1.	Descripción de la subcategoría.....	158
3.3.4.2.	Tendencia de las emisiones de GEI.....	159
3.3.4.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría.....	159
3.3.4.4.	Incertidumbre.....	161
3.3.4.5.	Consistencia de la serie temporal.....	162
3.3.4.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación.....	162
3.3.4.7.	Recálculos.....	163
3.3.4.8.	Plan de mejoramiento.....	163
3.3.5.	Petróleo y gas natural (1.B.2.).....	163
3.3.5.1.	Descripción de la subcategoría.....	163
3.3.5.2.	Tendencia de las emisiones de GEI.....	164
3.3.5.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría.....	165
3.3.5.4.	Incertidumbre.....	168
3.3.5.5.	Consistencia de la serie temporal.....	169
3.3.5.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación.....	169
3.3.5.7.	Recálculos.....	170
3.3.5.8.	Plan de mejoramiento.....	170
3.3.6.	Otras emisiones provenientes de la producción de energía (1.B.3.).....	170
3.4.	Transporte y almacenamiento de CO <sub>2</sub> (1.C.).....	170
<b>4.</b>	<b>SECTOR PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (2)</b> .....	<b>171</b>
4.1.	Panorama general.....	172
4.1.1.	Introducción.....	172
4.1.2.	Tendencia de las emisiones de GEI.....	172
4.1.3.	Aspectos metodológicos generales del sector.....	176
4.1.4.	Datos de actividad del sector.....	176
4.2.	Industria de los minerales (2.A.).....	177
4.2.1.	Descripción de la categoría.....	177
4.2.2.	Tendencia de las emisiones de GEI.....	177
4.2.3.	Aspectos metodológicos de la categoría.....	178
4.2.4.	Producción de cemento (2.A.1.).....	179

4.2.4.1.	Descripción de la subcategoría.....	179
4.2.4.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	179
4.2.4.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	179
4.2.4.4.	Incertidumbre .....	182
4.2.4.5.	Consistencia de la serie temporal .....	182
4.2.4.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	183
4.2.4.7.	Recálculos.....	184
4.2.4.8.	Plan de mejoramiento.....	185
4.2.5.	Producción de cal (2.A.2.) .....	185
4.2.5.1.	Descripción de la subcategoría.....	185
4.2.5.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	186
4.2.5.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	186
4.2.5.4.	Incertidumbre .....	188
4.2.5.5.	Consistencia de la serie temporal .....	188
4.2.5.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	188
4.2.5.7.	Recálculos.....	190
4.2.5.8.	Plan de mejoramiento.....	191
4.2.6.	Producción de vidrio (2.A.3.).....	191
4.2.6.1.	Descripción de la subcategoría.....	191
4.2.6.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	192
4.2.6.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	192
4.2.6.4.	Incertidumbre .....	193
4.2.6.5.	Consistencia de la serie temporal .....	194
4.2.6.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	194
4.2.6.7.	Recálculos.....	194
4.2.6.8.	Plan de mejoramiento.....	195
4.2.7.	Otro uso de carbonatos en los procesos (2.A.4.) .....	195
4.2.8.	Otros (2.A.5.).....	195
4.3.	Industria química (2.B.).....	195
4.3.1.	Descripción de la categoría .....	195
4.3.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	196
4.3.3.	Aspectos metodológicos de la categoría.....	196
4.3.4.	Producción de amoníaco (2.B.1.) .....	197
4.3.5.	Producción de ácido nítrico (2.B.2.) .....	197
4.3.5.1.	Descripción de la subcategoría.....	197
4.3.5.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	197
4.3.5.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	198
4.3.5.4.	Incertidumbre .....	199

4.3.5.5.	Consistencia de la serie temporal .....	200
4.3.5.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	200
4.3.5.7.	Recálculos.....	201
4.3.5.8.	Plan de mejoramiento.....	202
4.3.6.	Producción de ácido adípico (2.B.3.).....	202
4.3.7.	Producción de caprolactama glioxil y ácido glioxílico (2.B.4.).....	202
4.3.8.	Producción de carburo (2.B.5.) .....	202
4.3.9.	Producción de dióxido de titanio (2.B.6.).....	202
4.3.10.	Producción de ceniza de sosa (2.B.7.).....	202
4.3.11.	Producción petroquímica y de negro de humo (2.B.8.) .....	202
4.3.11.1.	Descripción de la subcategoría.....	203
4.3.11.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	203
4.3.11.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	204
4.3.11.4.	Incertidumbre .....	207
4.3.11.5.	Consistencia de la serie temporal .....	207
4.3.11.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	208
4.3.11.7.	Recálculos.....	208
4.3.11.8.	Plan de mejoramiento.....	209
4.3.12.	Producción fluoroquímica (2.B.9.).....	209
4.3.13.	Otros (2.B.10.).....	209
4.4.	Industria de los metales (2.C.) .....	210
4.4.1.	Descripción de la categoría .....	210
4.4.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	210
4.4.3.	Aspectos metodológicos de la categoría.....	211
4.4.4.	Producción de hierro y acero (2.C.1.).....	212
4.4.4.1.	Descripción de la subcategoría.....	212
4.4.4.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	212
4.4.4.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	213
4.4.4.4.	Incertidumbre .....	214
4.4.4.5.	Consistencia de la serie temporal .....	215
4.4.4.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	215
4.4.4.7.	Recálculos.....	216
4.4.4.8.	Plan de mejoramiento.....	216
4.4.5.	Producción de ferroaleaciones (2.C.2.).....	217
4.4.5.1.	Descripción de la subcategoría.....	217
4.4.5.2.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	217
4.4.5.3.	Consistencia de la serie temporal .....	219
4.4.5.4.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	219

4.4.5.5.	Recálculos.....	220
4.4.5.6.	Plan de mejoramiento.....	220
4.4.6.	Producción de aluminio (2.C.3.).....	220
4.4.7.	Producción de magnesio (2.C.4.).....	220
4.4.8.	Producción de plomo (2.C.5.).....	220
4.4.9.	Producción de cinc (2.C.6.).....	220
4.4.10.	Otros (2.C.7.).....	220
4.5.	Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes (2.D.).....	220
4.5.1.	Descripción de la categoría.....	220
4.5.2.	Tendencia de las emisiones de GEI.....	221
4.5.3.	Aspectos metodológicos de la categoría.....	221
4.5.4.	Uso de lubricantes (2.D.1.).....	222
4.5.4.1.	Descripción de la subcategoría.....	222
4.5.4.2.	Tendencia de las emisiones de GEI.....	222
4.5.4.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría.....	222
4.5.4.4.	Incertidumbre.....	224
4.5.4.5.	Consistencia de la serie temporal.....	225
4.5.4.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación.....	225
4.5.4.7.	Recálculos.....	226
4.5.4.8.	Plan de mejoramiento.....	226
4.5.5.	Uso de la cera de parafina (2.D.2.).....	226
4.5.5.1.	Descripción de la subcategoría.....	226
4.5.5.2.	Tendencia de las emisiones de GEI.....	226
4.5.5.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría.....	226
4.5.5.4.	Incertidumbre.....	228
4.5.5.5.	Consistencia de la serie temporal.....	228
4.5.5.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación.....	228
4.5.5.7.	Recálculos.....	229
4.5.5.8.	Plan de mejoramiento.....	229
4.5.6.	Uso de solventes (4.D.3.).....	230
4.5.7.	Otros (4.D.4.).....	230
4.6.	Industria electrónica (2.E.).....	230
4.7.	Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (2.F.).....	230
4.7.1.	Descripción de la categoría.....	230
4.7.2.	Tendencia de las emisiones de GEI.....	231
4.7.3.	Aspectos metodológicos de la categoría.....	232
4.7.4.	Refrigeración y aire acondicionado (2.F.1.).....	232
4.7.4.1.	Descripción de la subcategoría.....	232
4.7.4.2.	Tendencia de las emisiones de GEI.....	232



4.7.4.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	233
4.7.4.4.	Incertidumbre .....	234
4.7.4.5.	Consistencia de la serie temporal .....	234
4.7.4.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	234
4.7.4.7.	Recálculos.....	235
4.7.4.8.	Plan de mejoramiento.....	236
4.7.5.	Agentes espumantes (2.F.2.).....	236
4.7.5.1.	Descripción de la subcategoría.....	236
4.7.5.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	236
4.7.5.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	237
4.7.5.4.	Incertidumbre .....	238
4.7.5.5.	Consistencia de la serie temporal .....	238
4.7.5.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	238
4.7.5.7.	Recálculos.....	239
4.7.5.8.	Plan de mejoramiento.....	239
4.7.6.	Protección contra incendios (2.F.3.) .....	239
4.7.6.1.	Descripción de la subcategoría.....	239
4.7.6.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	240
4.7.6.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	240
4.7.6.4.	Incertidumbre .....	241
4.7.6.5.	Consistencia de la serie temporal .....	241
4.7.6.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	242
4.7.6.7.	Recálculos.....	242
4.7.6.8.	Plan de mejoramiento.....	243
4.7.7.	Aerosoles (2.F.4.) .....	243
4.7.7.1.	Descripción de la subcategoría.....	243
4.7.7.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	244
4.7.7.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	244
4.7.7.4.	Incertidumbre .....	245
4.7.7.5.	Consistencia de la serie temporal .....	245
4.7.7.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	245
4.7.7.7.	Recálculos.....	246
4.7.7.8.	Plan de mejoramiento.....	247
4.7.8.	Solventes (2.F.5.).....	247
4.7.8.1.	Descripción de la subcategoría.....	247
4.7.8.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	248
4.7.8.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	248

4.7.8.4.	Incertidumbre .....	249
4.7.8.5.	Consistencia de la serie temporal .....	249
4.7.8.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	249
4.7.8.7.	Recálculos.....	250
4.7.8.8.	Plan de mejoramiento.....	250
4.7.9.	Otras aplicaciones (2.F.6.).....	250
4.7.9.1.	Descripción de la subcategoría.....	250
4.7.9.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	251
4.7.9.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	251
4.7.9.4.	Incertidumbre .....	252
4.7.9.5.	Consistencia de la serie temporal .....	253
4.7.9.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	253
4.7.9.7.	Recálculos.....	253
4.7.9.8.	Plan de mejoramiento.....	253
4.8.	Manufactura y utilización de otros productos (2.G.) .....	254
4.8.1.	Descripción de la categoría .....	254
4.8.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	254
4.8.3.	Aspectos metodológicos de la categoría.....	255
4.8.4.	Equipos eléctricos (2.G.1.) .....	255
4.8.4.1.	Descripción de la subcategoría.....	255
4.8.4.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	256
4.8.4.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	256
4.8.4.4.	Incertidumbre .....	259
4.8.4.5.	Consistencia de la serie temporal .....	259
4.8.4.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	259
4.8.4.7.	Recálculos.....	260
4.8.4.8.	Plan de mejoramiento.....	261
4.8.5.	SF <sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos (2.G.2.) .....	261
4.8.6.	N <sub>2</sub> O de otros usos de productos (2.G.3.) .....	261
4.8.7.	Otros (2.G.4.) .....	261
4.9.	Otros (2.H.) .....	261
5.	<b>SECTOR AGRICULTURA (3)</b> .....	<b>262</b>
5.1.	Panorama general.....	263
5.1.1.	Introducción.....	263
5.1.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	263
5.1.3.	Aspectos metodológicos generales del sector .....	265
5.1.4.	Datos de actividad del sector .....	266
5.2.	Fermentación entérica (3.A.) .....	267

5.2.1.	Descripción de la categoría .....	267
5.2.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	267
5.2.3.	Aspectos metodológicos de la categoría.....	268
5.2.4.	Datos de actividad de la categoría .....	269
5.2.5.	Ganado vacuno (3.A.1.).....	271
5.2.5.1.	Descripción de la subcategoría.....	271
5.2.5.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	271
5.2.5.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	272
5.2.5.4.	Incertidumbre .....	277
5.2.5.5.	Consistencia de la serie temporal .....	277
5.2.5.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	277
5.2.5.7.	Recálculos.....	279
5.2.5.8.	Plan de mejoramiento.....	280
5.2.6.	Ovinos (3.A.2.).....	281
5.2.6.1.	Descripción de la subcategoría.....	281
5.2.6.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	281
5.2.6.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	281
5.2.6.4.	Incertidumbre .....	282
5.2.6.5.	Consistencia de la serie temporal .....	282
5.2.6.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	283
5.2.6.7.	Recálculos.....	284
5.2.6.8.	Plan de mejoramiento.....	285
5.2.7.	Porcinos (3.A.3.).....	286
5.2.7.1.	Descripción de la subcategoría.....	286
5.2.7.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	286
5.2.7.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	287
5.2.7.4.	Incertidumbre .....	288
5.2.7.5.	Consistencia de la serie temporal .....	288
5.2.7.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	288
5.2.7.7.	Recálculos.....	290
5.2.7.8.	Plan de mejoramiento.....	291
5.2.8.	Otras especies (3.A.4.) .....	291
5.2.8.1.	Descripción de la subcategoría.....	291
5.2.8.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	292
5.2.8.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	292
5.2.8.4.	Incertidumbre .....	294
5.2.8.5.	Consistencia de la serie temporal .....	294
5.2.8.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	294

5.2.8.7.	Recálculos.....	296
5.2.8.8.	Plan de mejoramiento.....	297
5.3.	Gestión del estiércol (3.B.).....	297
5.3.1.	Descripción de la categoría.....	297
5.3.2.	Tendencia de las emisiones de GEI.....	298
5.3.3.	Aspectos metodológicos de la categoría.....	299
5.3.4.	Datos de actividad de la categoría.....	300
5.3.5.	Ganado vacuno (3.B.1.).....	301
5.3.5.1.	Descripción de la subcategoría.....	301
5.3.5.2.	Tendencia de las emisiones de GEI.....	301
5.3.5.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría.....	301
5.3.5.4.	Incertidumbre.....	304
5.3.5.5.	Consistencia de la serie temporal.....	305
5.3.5.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación.....	305
5.3.5.7.	Recálculos.....	306
5.3.5.8.	Plan de mejoramiento.....	307
5.3.6.	Ovinos (3.B.2.).....	307
5.3.6.1.	Descripción de la subcategoría.....	307
5.3.6.2.	Tendencia de las emisiones de GEI.....	307
5.3.6.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría.....	308
5.3.6.4.	Incertidumbre.....	309
5.3.6.5.	Consistencia de la serie temporal.....	309
5.3.6.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación.....	309
5.3.6.7.	Recálculos.....	310
5.3.6.8.	Plan de mejoramiento.....	311
5.3.7.	Porcinos (3.B.3.).....	311
5.3.7.1.	Descripción de la subcategoría.....	311
5.3.7.2.	Tendencia de las emisiones de GEI.....	312
5.3.7.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría.....	312
5.3.7.4.	Incertidumbre.....	314
5.3.7.5.	Consistencia de la serie temporal.....	315
5.3.7.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación.....	315
5.3.7.7.	Recálculos.....	316
5.3.7.8.	Plan de mejoramiento.....	317
5.3.8.	Otras especies (3.B.4.).....	317
5.3.8.1.	Descripción de la subcategoría.....	317
5.3.8.2.	Tendencia de las emisiones de GEI.....	318
5.3.8.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría.....	319

5.3.8.4.	Incertidumbre .....	320
5.3.8.5.	Consistencia de la serie temporal .....	320
5.3.8.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	320
5.3.8.7.	Recálculos.....	321
5.3.8.8.	Plan de mejoramiento.....	322
5.3.9.	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O resultantes de la gestión del estiércol (3.B.5.) .....	323
5.3.9.1.	Descripción de la subcategoría.....	323
5.3.9.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	323
5.3.9.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	324
5.3.9.4.	Incertidumbre .....	325
5.3.9.5.	Consistencia de la serie temporal .....	325
5.3.9.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	326
5.3.9.7.	Recálculos.....	327
5.3.9.8.	Plan de mejoramiento.....	328
5.4.	Cultivo del arroz (3.C.) .....	328
5.4.1.	Descripción de la categoría .....	328
5.4.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	328
5.4.3.	Aspectos metodológicos de la categoría.....	329
5.4.3.1.	Datos de actividad de la categoría .....	331
5.4.3.2.	Factores de emisión .....	332
5.4.4.	Incertidumbre .....	332
5.4.5.	Consistencia de la serie temporal .....	332
5.4.6.	Procedimientos de garantía y control de la calidad y verificación .....	332
5.4.6.1.	Control de la calidad.....	332
5.4.6.2.	Garantía de la calidad.....	333
5.4.6.3.	Verificación.....	333
5.4.6.4.	Recálculos.....	334
5.4.6.5.	Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras .....	334
5.4.6.6.	Implicaciones para los niveles de emisión.....	334
5.4.7.	Plan de mejoramiento .....	334
5.5.	Suelos agrícolas (3.D.).....	335
5.5.1.	Descripción de la categoría .....	335
5.5.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	335
5.5.3.	Aspectos metodológicos de la categoría.....	337
5.5.4.	Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos agrícolas (3.D.1.) .....	337
5.5.4.1.	Descripción de la subcategoría.....	337
5.5.4.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	338
5.5.4.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	339

5.5.4.4.	Incertidumbre .....	342
5.5.4.5.	Consistencia de la serie temporal .....	342
5.5.4.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	342
5.5.4.7.	Recálculos.....	344
5.5.4.8.	Plan de mejoramiento.....	345
5.5.5.	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos agrícolas (3.D.2.) .....	345
5.5.5.1.	Descripción de la subcategoría.....	345
5.5.5.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	345
5.5.5.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	346
5.5.5.4.	Incertidumbre .....	349
5.5.5.5.	Consistencia de la serie temporal .....	350
5.5.5.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	350
5.5.5.7.	Recálculos.....	351
5.5.5.8.	Plan de mejoramiento.....	352
5.6.	Quema prescrita de sabanas (3.E.) .....	352
5.6.1.	Descripción de la categoría .....	352
5.7.	Quema de residuos agrícolas en el campo (3.F.) .....	352
5.7.1.	Descripción de la categoría .....	352
5.7.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	353
5.7.3.	Aspectos metodológicos de la categoría.....	353
5.7.4.	Datos de actividad de la categoría .....	354
5.7.5.	Cereales y otros cultivos (3.F.1.) .....	354
5.7.5.1.	Descripción de la subcategoría.....	354
5.7.5.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	354
5.7.5.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	354
5.7.5.4.	Incertidumbre .....	359
5.7.5.5.	Consistencia de la serie temporal .....	359
5.7.5.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	359
5.7.5.7.	Recálculos.....	360
5.7.5.8.	Plan de mejoramiento.....	361
5.7.6.	Frutícolas (3.F.2.) .....	362
5.7.6.1.	Descripción de la subcategoría.....	362
5.7.6.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	362
5.7.6.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	362
5.7.6.4.	Incertidumbre .....	365
5.7.6.5.	Consistencia de la serie temporal .....	365
5.7.6.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	365
5.7.6.7.	Recálculos.....	366

5.7.6.8.	Plan de mejoramiento .....	367
5.8.	Encalado (3.G.).....	368
5.8.1.	Descripción de la categoría .....	368
5.8.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	368
5.8.3.	Aspectos metodológicos de la categoría.....	369
5.8.3.1.	Datos de actividad de la categoría .....	369
5.8.3.2.	Factores de emisión .....	370
5.8.4.	Incertidumbre .....	371
5.8.5.	Consistencia de la serie temporal .....	371
5.8.6.	Procedimientos de garantía y control de la calidad y verificación .....	371
5.8.6.1.	Control de la calidad.....	371
5.8.6.2.	Garantía de la calidad.....	372
5.8.6.3.	Verificación.....	372
5.8.7.	Recálculos .....	373
5.8.7.1.	Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras .....	373
5.8.7.2.	Implicaciones para los niveles de emisión.....	373
5.8.8.	Plan de mejoramiento .....	373
5.9.	Aplicación de urea (3.H.).....	374
5.9.1.	Descripción de la categoría .....	374
5.9.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	374
5.9.3.	Aspectos metodológicos de la categoría.....	375
5.9.3.1.	Datos de actividad de la categoría .....	376
5.9.3.2.	Factores de emisión .....	377
5.9.4.	Incertidumbre .....	377
5.9.5.	Consistencia de la serie temporal .....	378
5.9.6.	Procedimientos de garantía y control de la calidad y verificación .....	378
5.9.6.1.	Control de la calidad.....	378
5.9.6.2.	Garantía de la calidad.....	378
5.9.7.	Verificación .....	378
5.9.8.	Recálculos .....	378
5.9.8.1.	Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras .....	378
5.9.8.2.	Implicaciones para los niveles de emisión.....	378
5.9.9.	Plan de mejoramiento .....	379
5.10.	Otros fertilizantes que contienen carbono (3.I.).....	379
5.11.	Otros (3.J.) .....	379
6.	<b>SECTOR USO DE LA TIERRA, CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA (4) .....</b>	<b>380</b>
6.1.	Panorama general.....	381
6.1.1.	Introducción.....	381
6.1.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	382

6.1.3.	Aspectos metodológicos generales del sector .....	385
6.2.	Definiciones de uso de la tierra y los sistemas de clasificación utilizados .....	385
6.3.	Métodos utilizados para la representación de las tierras .....	387
6.4.	Tierras forestales (4.A.).....	389
6.4.1.	Descripción de la categoría .....	389
6.4.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	390
6.4.3.	Aspectos metodológicos de la categoría.....	396
6.4.4.	Incertidumbre .....	417
6.4.5.	Consistencia de la serie temporal .....	418
6.4.6.	Procedimiento de garantía y control de calidad .....	418
6.4.7.	Recálculos .....	419
6.4.8.	Plan de mejoramiento .....	421
6.5.	Tierras de cultivo (4.B.).....	421
6.5.1.	Descripción de la categoría .....	421
6.5.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	422
6.5.3.	Aspectos metodológicos de la categoría.....	425
6.5.4.	Incertidumbre .....	428
6.5.5.	Consistencia de la serie temporal .....	429
6.5.6.	Procedimiento de garantía y control de calidad .....	429
6.5.7.	Recálculos .....	429
6.5.8.	Plan de mejoramiento .....	430
6.6.	Pastizales (4.C.).....	431
6.6.1.	Descripción de la categoría .....	431
6.6.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	431
6.6.3.	Aspectos metodológicos de la categoría.....	434
6.6.3.1.	Biomasa.....	434
6.6.4.	Incertidumbre .....	437
6.6.5.	Consistencia de la serie temporal .....	437
6.6.6.	Procedimiento de garantía y control de calidad .....	437
6.6.7.	Recálculos .....	438
6.6.8.	Plan de mejoramiento .....	439
6.7.	Humedales (4.D.).....	439
6.7.1.	Descripción de la categoría .....	439
6.7.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	440
6.7.3.	Aspectos metodológicos de la categoría.....	441
6.7.3.1.	Biomasa.....	442
6.7.4.	Incertidumbre .....	443
6.7.5.	Consistencia de la serie temporal .....	443
6.7.6.	Procedimiento de garantía y control de calidad y verificación .....	444
6.7.7.	Recálculos .....	444



6.7.8.	Plan de mejoramiento .....	445
6.8.	Asentamientos (4.E.).....	445
6.8.1.	Descripción de la categoría .....	445
6.8.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	446
6.8.3.	Aspectos metodológicos de la categoría.....	447
6.8.3.1.	Biomasa .....	448
6.8.4.	Incertidumbre .....	450
6.8.5.	Consistencia de la serie temporal .....	450
6.8.6.	Procedimiento de garantía y control de calidad y verificación .....	450
6.8.7.	Recálculos .....	451
6.8.8.	Plan de mejoramiento .....	452
6.9.	Otras tierras (4.F.).....	452
6.9.1.	Descripción de la categoría .....	452
6.9.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	452
6.9.3.	Aspectos metodológicos de la categoría.....	453
6.9.3.1.	Biomasa .....	453
6.9.4.	Incertidumbre .....	455
6.9.5.	Consistencia de la serie temporal .....	455
6.9.6.	Procedimiento de garantía y control de calidad y verificación .....	455
6.9.7.	Recálculos .....	456
6.9.8.	Plan de mejoramiento .....	457
<b>7.</b>	<b>SECTOR RESIDUOS (5) .....</b>	<b>458</b>
7.1.	Panorama general.....	459
7.1.1.	Introducción.....	459
7.1.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	460
7.1.3.	Aspectos metodológicos generales del sector .....	463
7.1.4.	Datos de actividad del sector .....	463
7.2.	Disposición de residuos sólidos (5.A.).....	463
7.2.1.	Descripción de la categoría .....	463
7.2.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	464
7.2.3.	Aspectos metodológicos de la categoría.....	466
7.2.3.1.	Datos de actividad estadísticos y paramétricos .....	468
7.2.3.2.	Factores de emisión .....	469
7.2.4.	Incertidumbre .....	469
7.2.5.	Consistencia de la serie temporal .....	470
7.2.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	470
7.2.6.1.	Control de la calidad.....	470
7.2.6.2.	Garantía de la calidad.....	471
7.2.6.3.	Verificación.....	471
7.2.7.	Recálculos .....	471

7.2.7.1.	Justificación de los nuevos cálculos y mejoras .....	471
7.2.7.2.	Implicaciones para los niveles de emisión.....	471
7.2.8.	Plan de mejoramiento .....	472
7.3.	Tratamiento biológico de los residuos sólidos (5.B.) .....	473
7.3.1.	Descripción de la categoría .....	473
7.3.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	473
7.3.3.	Aspectos metodológicos de la categoría.....	474
7.3.3.1.	Datos de actividad estadísticos y paramétricos .....	475
7.3.3.2.	Factores de emisión .....	476
7.3.4.	Incertidumbre .....	476
7.3.5.	Consistencia de la serie temporal .....	477
7.3.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	477
7.3.6.1.	Control de la calidad.....	477
7.3.6.2.	Garantía de la calidad.....	477
7.3.6.3.	Verificación.....	477
7.3.7.	Recálculos .....	477
7.3.7.1.	Justificación de los nuevos cálculos y mejoras .....	477
7.3.7.2.	Implicaciones para los niveles de emisión.....	478
7.3.8.	Plan de mejoramiento .....	478
7.4.	Incineración e incineración abierta de residuos (5.C.).....	478
7.4.1.	Descripción de la categoría .....	478
7.4.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	479
7.4.3.	Aspectos metodológicos de la categoría.....	480
7.4.3.1.	Datos de actividad estadísticos y paramétricos .....	482
7.4.3.2.	Factores de emisión .....	482
7.4.4.	Incertidumbre .....	483
7.4.5.	Consistencia de la serie temporal .....	483
7.4.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	483
7.4.6.1.	Control de la calidad.....	483
7.4.6.2.	Garantía de la calidad.....	484
7.4.6.3.	Verificación.....	484
7.4.7.	Recálculos .....	484
7.4.7.1.	Justificación de los nuevos cálculos y mejoras .....	484
7.4.7.2.	Implicaciones para los niveles de emisión.....	484
7.4.8.	Plan de mejoramiento .....	485
7.5.	Tratamiento y descarga de aguas residuales (5.D.) .....	485
7.5.1.	Descripción de la categoría .....	485
7.5.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	486
7.5.3.	Aspectos metodológicos de la categoría.....	486

7.5.4.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas (5.D.1.) .....	487
7.5.4.1.	Descripción de la subcategoría.....	487
7.5.4.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	487
7.5.4.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	488
7.5.4.4.	Incertidumbre .....	498
7.5.4.5.	Consistencia de la serie temporal .....	499
7.5.4.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	499
7.5.4.7.	Recálculos.....	502
7.5.4.8.	Plan de mejoramiento.....	503
7.5.5.	Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales (5.D.2.) .....	503
7.5.5.1.	Descripción de la subcategoría.....	503
7.5.5.2.	Tendencia de las emisiones de GEI .....	504
7.5.5.3.	Aspectos metodológicos de la subcategoría .....	504
7.5.5.4.	Incertidumbre .....	507
7.5.5.5.	Consistencia de la serie temporal .....	507
7.5.5.6.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	507
7.5.5.7.	Recálculos.....	508
7.5.5.8.	Plan de mejoramiento.....	509
8.	<b>RECÁLCULOS.....</b>	<b>510</b>
8.1.	Recálculos en el INGEI de Chile.....	511
8.2.	Recálculos en el sector Energía.....	512
8.3.	Recálculos en el sector IPPU .....	513
8.4.	Recálculos en el sector Agricultura .....	514
8.5.	Recálculos en el sector UTCUTS.....	515
8.6.	Recálculos en el sector Residuos .....	516
9.	<b>REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>517</b>

## RE1. Resumen ejecutivo

### Puntos clave del INGEI de Chile serie 1990-2016

- En el 2016, las emisiones de gases de efecto invernadero totales del país (excluyendo UTCUTS) fueron de 111.677,5 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 114,7 % desde 1990 y en un 7,1 % desde 2013. El principal GEI emitido fue el CO<sub>2</sub> (78,7 %), seguido del CH<sub>4</sub> (12,5 %), N<sub>2</sub>O (6,0 %), y los Gases fluorados (2,8 %).
- El sector Energía es el principal emisor de GEI representando el 78,0 % de las emisiones totales en 2016, mayoritariamente por el consumo de carbón mineral y diésel para la generación eléctrica y el consumo de combustibles líquidos en el transporte terrestre.
- El sector Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) es el único que absorbe GEI en el país, manteniéndose como sumidero durante toda la serie temporal. En el 2016, el balance de GEI contabilizó -65.492,3 kt CO<sub>2</sub> eq debido principalmente al incremento de la biomasa en bosque nativo y en plantaciones forestales.
- El balance entre emisiones y absorciones de GEI de Chile (incluyendo UTCUTS) alcanzó los 46.185,2 kt CO<sub>2</sub> eq.

### RE1.1. Introducción

El presente es el Quinto Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI) presentado por Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) en cumplimiento del artículo 4, párrafo 1(a), y el artículo 12, párrafo 1(a), de dicha Convención, y la decisión 1 de la Conferencia de las Partes número 16 de Cancún.

El INGEI de Chile fue elaborado siguiendo las *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, abarca todo el territorio nacional e incluye las emisiones y absorciones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>), óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFC), y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) en una serie de tiempo que va desde 1990 a 2016.

Las estimaciones de las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero (GEI) hacen referencia al 2016, último año del INGEI de Chile.

### RE1.2. Arreglos institucionales y elaboración del INGEI de Chile

Desde 2012, el Área de Inventarios de GEI del Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente (OCC del MMA) diseñó, implementó y ha mantenido el Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Chile (SNICHILE), que contiene las medidas institucionales, jurídicas y de procedimiento establecidas para la actualización bienal del INGEI de

Chile, garantizando de esta forma la sostenibilidad de la preparación de los inventarios de GEI en el país, la coherencia de los flujos de GEI notificados y la calidad de los resultados. El trabajo permanente del SNICHILE está dividido en cinco líneas de acción:

- Operación del SNICHILE
- Actualización del INGEI de Chile
- Sistema de garantía y control de calidad
- Creación y mantención de capacidades
- Archivo y comunicación

El SNICHILE mantiene un plan de trabajo consistente en un ciclo bienal de actividades. Durante el primer año del ciclo se actualizan los inventarios sectoriales de GEI (ISGEI) por los Equipos Técnicos Sectoriales, mientras que en el segundo año se compilan los ISGEI y se desarrollan los temas transversales del INGEI de Chile por el Equipo Técnico Coordinador.

La elaboración del INGEI actual comenzó durante el primer semestre de 2017, y concluyó a mediados de 2018. El ISGEI de Energía fue actualizado por la División de Prospectiva y Análisis de Impacto Regulatorio del Ministerio de Energía; el ISGEI de Procesos industriales y uso de productos (IPPU) fue actualizado por OCC del MMA; el ISGEI de Agricultura fue actualizado por el Ministerio de Agricultura mediante el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, el ISGEI de UTCUTS fue actualizado por el Ministerio de Agricultura mediante el Instituto Forestal (INFOR) y la Corporación Nacional Forestal (CONAF); y el ISGEI de Residuos fue actualizado por la Oficina de implementación legislativa y economía circular en colaboración con la OCC, ambos del MMA. Una vez concluido el proceso de actualización, los ISGEI fueron compilados por el OCC del MMA para la elaboración del INGEI de Chile y su respectivo *Informe del Inventario Nacional de GEI*, el cual pasa por un proceso de revisión a nivel nacional e internacional.

En conclusión, el INGEI de Chile es el resultado del esfuerzo colectivo y permanente de los Ministerios de Agricultura, Energía y Medio Ambiente, que han trabajado coordinadamente en el marco del SNICHILE, labor que ha robustecido la elaboración del INGEI de Chile al sumar el saber experto de los diferentes Ministerios sectoriales participantes.

### **RE1.3. Tendencias de las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero de Chile**

En 2016, el balance de GEI<sup>1</sup> de Chile contabilizó 46.185,2 kt CO<sub>2</sub> eq, mientras que las emisiones de GEI totales<sup>2</sup> del país contabilizaron 111.677,5 kt CO<sub>2</sub> eq, las que se incrementan en un 114,7 % desde 1990 y en un 7,1 % desde 2013 (Tabla RE2). Los principales causantes de esta tendencia son los sectores Energía y UTCUTS. Los valores que escapan de la tendencia en el balance (Figura RE1) son consecuencia, principalmente, de los incendios forestales contabilizados en el sector UTCUTS.

---

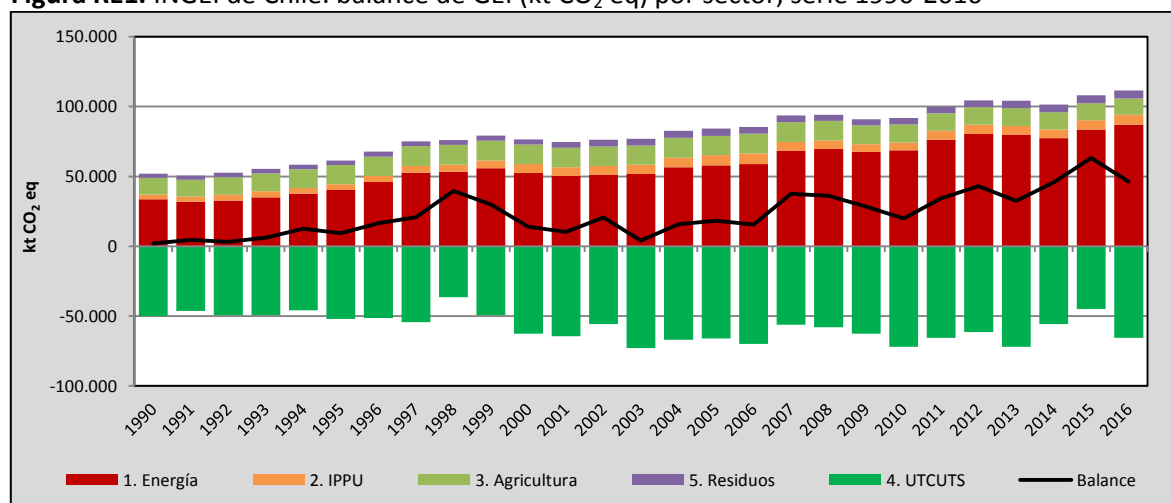
<sup>1</sup> El término «balance de GEI» se refiere a la sumatoria de las emisiones y absorciones de GEI, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub> eq). Este término incluye al sector UTCUTS en su totalidad.

<sup>2</sup> En el presente informe, el término «emisiones de GEI totales» refiere solo a la sumatoria de las emisiones de GEI nacionales, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub> eq). Este término excluye las fuentes de emisiones y sumideros de absorción del sector UTCUTS.

**Tabla RE2.** INGEI de Chile: balance y emisiones totales de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por sector, serie 1990-2016

Sector	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
1. Energía	33.679,7	52.511,9	68.623,5	79.993,7	77.417,0	83.713,4	87.135,6
2. IPPU	3.295,4	6.243,6	5.492,5	6.144,0	6.233,9	6.584,8	6.939,3
3. Agricultura	12.071,4	14.008,7	13.244,1	12.848,4	12.419,1	12.210,6	11.801,6
4. UTCUTS	-50.061,0	-62.676,4	-71.930,9	-71.887,5	-55.722,4	-44.972,4	-65.492,3
5. Residuos	2.969,3	3.822,4	4.502,2	5.318,4	5.403,9	5.734,5	5.801,1
<b>Balance</b>	<b>1.955,0</b>	<b>13.910,3</b>	<b>19.931,4</b>	<b>32.416,9</b>	<b>45.751,5</b>	<b>63.270,9</b>	<b>46.185,2</b>
<b>Total</b>	<b>52.015,9</b>	<b>76.586,7</b>	<b>91.862,3</b>	<b>104.304,3</b>	<b>101.473,9</b>	<b>108.243,3</b>	<b>111.677,5</b>

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

**Figura RE1.** INGEI de Chile: balance de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por sector, serie 1990-2016

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

Las emisiones de GEI totales estuvieron dominadas por el CO<sub>2</sub>, que representó el 78,7 %, seguido del CH<sub>4</sub> con el 12,5 % y del N<sub>2</sub>O con el 6,0 %. Los gases fluorados contabilizan colectivamente el 2,8 % de las emisiones de GEI totales del país al 2016.

El sector Energía es el principal emisor nacional de GEI, con el 78,0 % de las emisiones de GEI totales en 2016. En el mismo año, las emisiones de GEI del sector contabilizaron 87.135,6 kt CO<sub>2</sub> eq, lo que representa un incremento de 158,7 % desde 1990 y de 8,9 % desde 2013. En general, la principal causa es el aumento del consumo energético del país, incluyendo el consumo de carbón mineral y de gas natural para la generación eléctrica, así como de combustibles líquidos para transporte terrestre, mayormente diésel y gasolina. Respecto de las categorías de *Actividades de quema de combustible* que en 2016 representó el 98,9 % de las emisiones y el 1,1 % restante a la categoría *Emisiones fugitivas de combustibles*. Dentro de la categoría *Actividades de quema de combustible*, la subcategoría *Industrias de la energía* es la más importante con el 41,5 % de participación, seguida de un 31,3 % de *Transporte*, 18,7 % de *Industrias manufactureras y de la construcción* y, finalmente, un 8,5 % de *Otros sectores*. Por otro lado, dentro de la categoría *Emisiones fugitivas de combustibles*, la subcategoría *Petróleo y gas natural* es la de mayor relevancia con un 90,8 %, seguido de *Combustibles sólidos* con un 9,2 % restante.

El sector IPPU representó el 6,2 % de las emisiones de GEI totales en 2016. En el mismo año, sus emisiones alcanzaron las 6.939,3 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 110,6 % desde 1990 y en un

12,9 % desde 2013. En general, las principales causantes son el alza sostenida de las producciones de hierro y acero, cal, ácido nítrico, cemento y el incremento del uso de los HFC en la refrigeración. Respecto a las categorías, el 41,4 % de las emisiones de GEI corresponden a *Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono*, seguido de un 23,1 % de *Industria de los minerales*, un 19,1 % de *Industria de los metales*, 10,6 % de *Industria química*, un 3,9 % de *Manufactura y utilización de otros productos* y, finalmente, un 1,9 % de *Productos no energéticos de combustible y uso de solventes*.

El sector Agricultura representó el 10,6 % de las emisiones de GEI totales en 2016. En el mismo año, sus emisiones alcanzaron las 11.801,6 kt CO<sub>2</sub> eq, disminuyendo en un 14,7 % desde 1990 y en un 11,5 % desde 2013, debido mayormente a la baja de la población del ganado bovino y ovino que se ha registrado durante la última década. Esto a pesar del aumento sostenido que han tenido el ganado porcino y aves de corral; y el uso de fertilizantes nitrogenados. Respecto a las categorías, el 39,7 % de las emisiones de GEI corresponden a *Fermentación Entérica*, le siguen con 38,0 % de *Suelos Agrícolas*, 17,1 % por *Gestión del Estiércol*, 3,0 % por *Aplicación de Urea*, 1,1 % de *Cultivo de Arroz*, 0,7 % por *Encalado* y 0,3 % correspondiente a *Quema de residuos agrícolas en el campo*.

El sector UTCUTS es el único que consistentemente absorbe CO<sub>2</sub> en el país, lo que lo convierte en uno de los más relevantes por su potencial de mitigación. En 2016, el balance de GEI del sector contabilizó -65.492,3 kt CO<sub>2</sub> eq, aumentando su condición de sumidero en un 30,8 % desde 1990 y disminuyéndola en un 8,9 % desde 2013. Esto se debe al efecto de las emisiones provocadas por los incendios forestales, ya que, si bien el incremento de biomasa y la cosecha se mantienen estables para este periodo, los incendios de los últimos años de la serie son mayores provocando un balance menos propicio a la absorción. Esto demuestra cómo los incendios forestales afectan desfavorablemente al balance de GEI. Respecto a las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos por categoría, el -94,4 % corresponde a *Tierras forestales*, seguida de un 2,3 % de *Pastizales*, 2,1 % de *Tierras de cultivo*, 0,7 % de *Otras tierras*, 0,5 % de *Asentamientos* y, finalmente, 0,03 % correspondiente a *Humedales*.

El sector Residuos representó el 5,2 % de las emisiones de GEI totales en 2016. En el mismo año, las emisiones de GEI del sector contabilizaron 5.801,1 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 95,4 % desde 1990 y en un 9,1 % desde 2013, debido al aumento de la población y sus residuos generados. Respecto a las categorías, el 74,2 % de las emisiones de GEI corresponden a *Disposición de residuos sólidos*, seguido de un 24,7 % de *Tratamiento y descarga de aguas residuales*, 1,0 % de *Tratamiento biológico de residuos sólidos* y, finalmente, un 0,01 % de *Incineración y quema abierta de residuos*.

En conformidad con los requerimientos de la CMNUCC y de las *Directrices del IPCC de 2006*, las emisiones de GEI generadas por el consumo de combustible fósil en el transporte internacional aéreo y marítimo, y las emisiones de CO<sub>2</sub> de la biomasa que se quema con fines energéticos, fueron cuantificadas y reportadas como partidas informativas, pero se excluyeron del balance de emisiones y absorciones de GEI del país.

# **1. INTRODUCCIÓN**



El presente es el *Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile, serie 1990-2016*, (INGEI de Chile) presentado por el país ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en cumplimiento del artículo 4, párrafo 1(a), y del artículo 12, párrafo 1(a), de dicha Convención, y de la decisión 1 de la Conferencia de las Partes número 16 de Cancún, en 2010.

El INGEI de Chile, que se elaboró siguiendo las *Directrices del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, abarcando todo el territorio nacional e incluyendo las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero (GEI) de origen antropógeno no controlados por el Protocolo de Montreal en una serie de tiempo que va desde 1990 a 2016. Las estimaciones de las emisiones y absorciones de GEI hacen referencia al último año del inventario (2016), a menos que se especifique algo distinto.

En este capítulo se presentan los antecedentes generales sobre el INGEI de Chile, arreglos institucionales, proceso de actualización, metodología, categorías claves, incertidumbre y exhaustividad.

En el capítulo 2 se detalla la tendencia de las emisiones y absorciones de GEI de Chile e indicadores de intensidad de GEI.

En los capítulos 3 al 7 se presenta información detallada de los cinco sectores: *Energía; Procesos industriales y uso de productos; Agricultura; Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura; y Residuos*.

En el capítulo 8 se resume la realización de recálculos.

En el ANEXO 12 se encuentra un listado de los Acrónimos y Siglas utilizados en este Informe.

## **1.1. Antecedentes generales**

### **1.1.1. Circunstancias nacionales**

Para facilitar la interpretación del INGEI de Chile se presenta el perfil territorial y geográfico de Chile, extraído de la *Tercera Comunicación Nacional de Chile sobre Cambio Climático* (MMA, 2016) y a continuación el contexto social, económico y general de Chile, extraído del *Tercer Informe Bienal de actualización de Chile sobre Cambio Climático* (MMA, 2018).

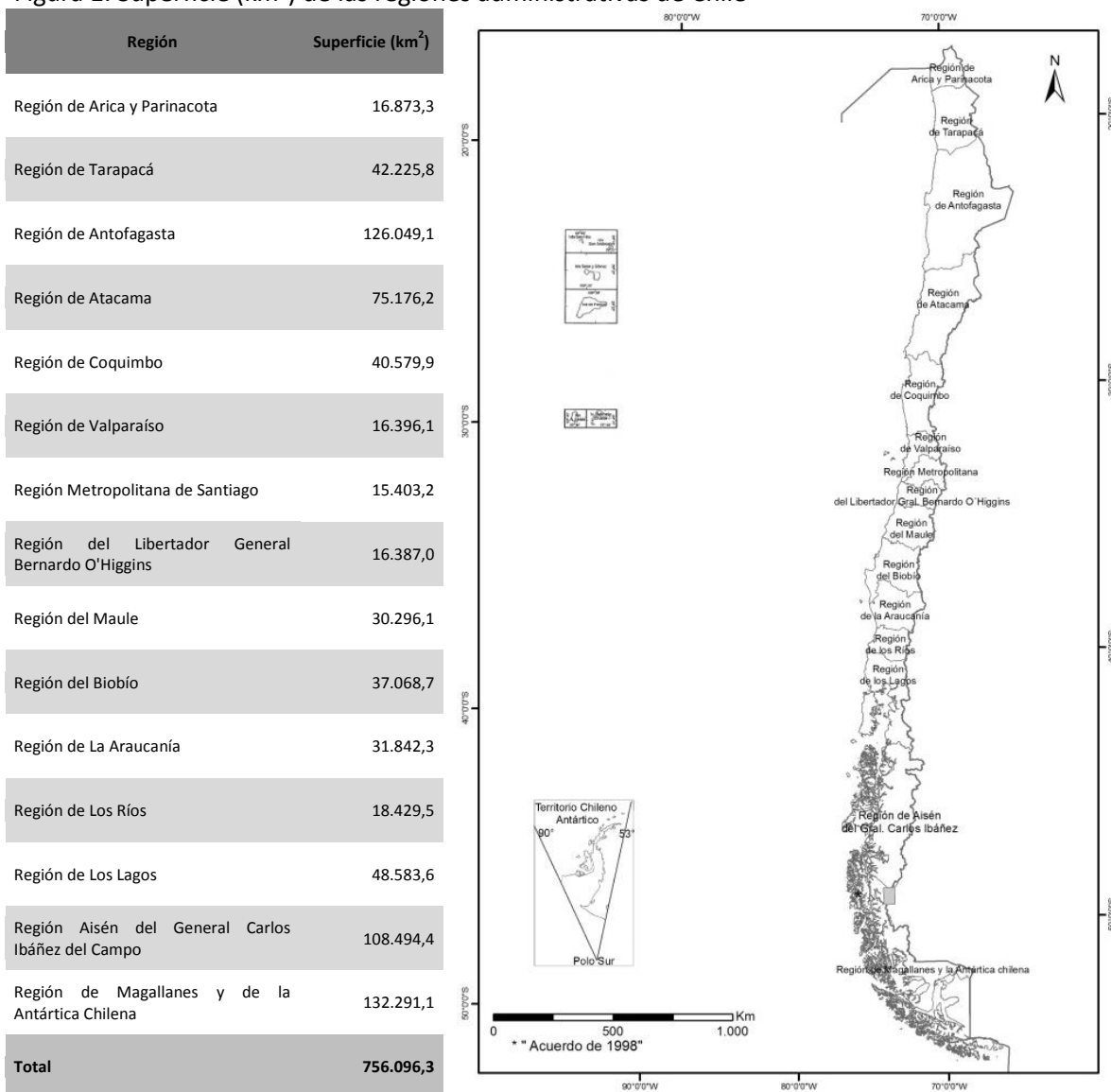
#### **1.1.1.1. Territorio y división administrativa**

Chile es un país tricontinental, cuyo territorio se asienta en la parte occidental y meridional de América del Sur, entre los 17° 30' y 56° 30' de latitud sur, alcanzando hasta la Isla de Pascua en Oceanía y se prolonga por el sur en la Antártica, en un área comprendida entre los meridianos 53° y 90° de longitud oeste y hasta el polo sur. Su superficie total es de 2.006.096 km<sup>2</sup>, sin considerar su mar territorial, la zona económica exclusiva y la plataforma continental, y se distribuye en 755.915 km<sup>2</sup> que corresponde a América del Sur, 1.250.000 km<sup>2</sup> a la Antártica y 181 km<sup>2</sup> a

Oceanía, según las cartografías realizadas por el Instituto Geográfico Militar (IGM) en el año 2005. También forman parte del territorio nacional, el archipiélago de Juan Fernández y las islas Salas y Gómez, San Félix y San Ambrosio.

Chile es una república unitaria cuyo marco político-administrativo se estructura en tres niveles territoriales de gobierno, a saber: regiones administrativas (15), provincias (54) y comunas (346). La región administrativa corresponde a una unidad territorial con características geográficas propias y con condiciones sociales, económicas y culturales en rangos afines y con superficies dispares (Figura 1). En el ANEXO 12 se encuentra la asignación de una sigla y un nombre corto para cada región.

Figura 1. Superficie (km<sup>2</sup>) de las regiones administrativas de Chile



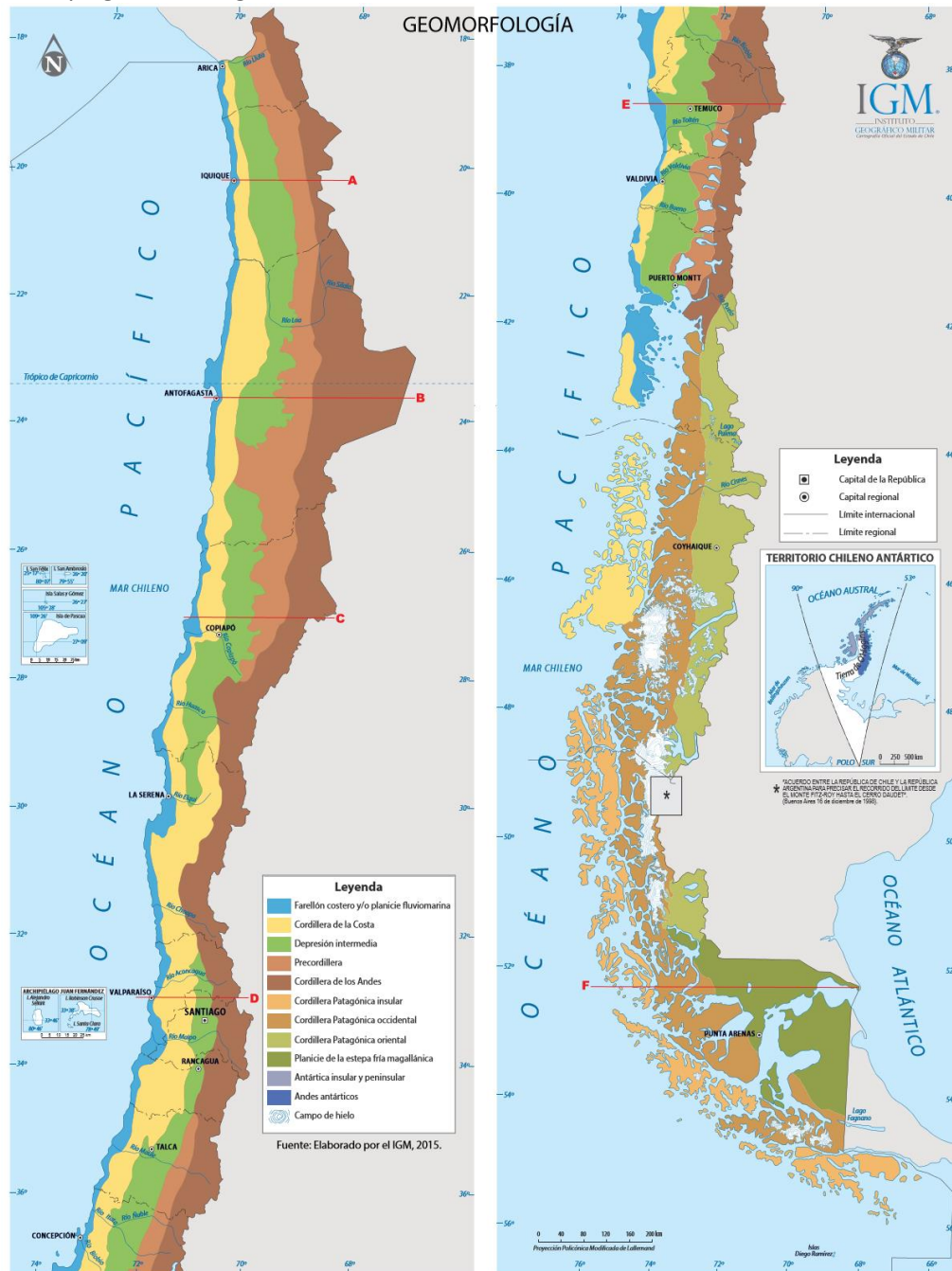
\* Se incluye solo la superficie de América del Sur y Oceanía

Fuente: Tercera Comunicación Nacional de Chile sobre Cambio Climático (MMA, 2016)

### 1.1.1.2. Geografía y morfología

El relieve del país, en el territorio sudamericano, se ve determinado principalmente por las siguientes tres unidades morfológicas: Cordillera de los Andes, al este; Cordillera de la Costa, al oeste; y Depresión Intermedia, ubicada entre ambos sistemas montañosos (Figura 2). Existen otras unidades de relieve, de menor magnitud, como son las Planicies Litorales, el Altiplano y la Estepa Magallánica. Estos elementos hacen de Chile un país muy accidentado donde las áreas planas no superan el 20 % del territorio continental.

Figura 2. Mapa geomorfológico de Chile

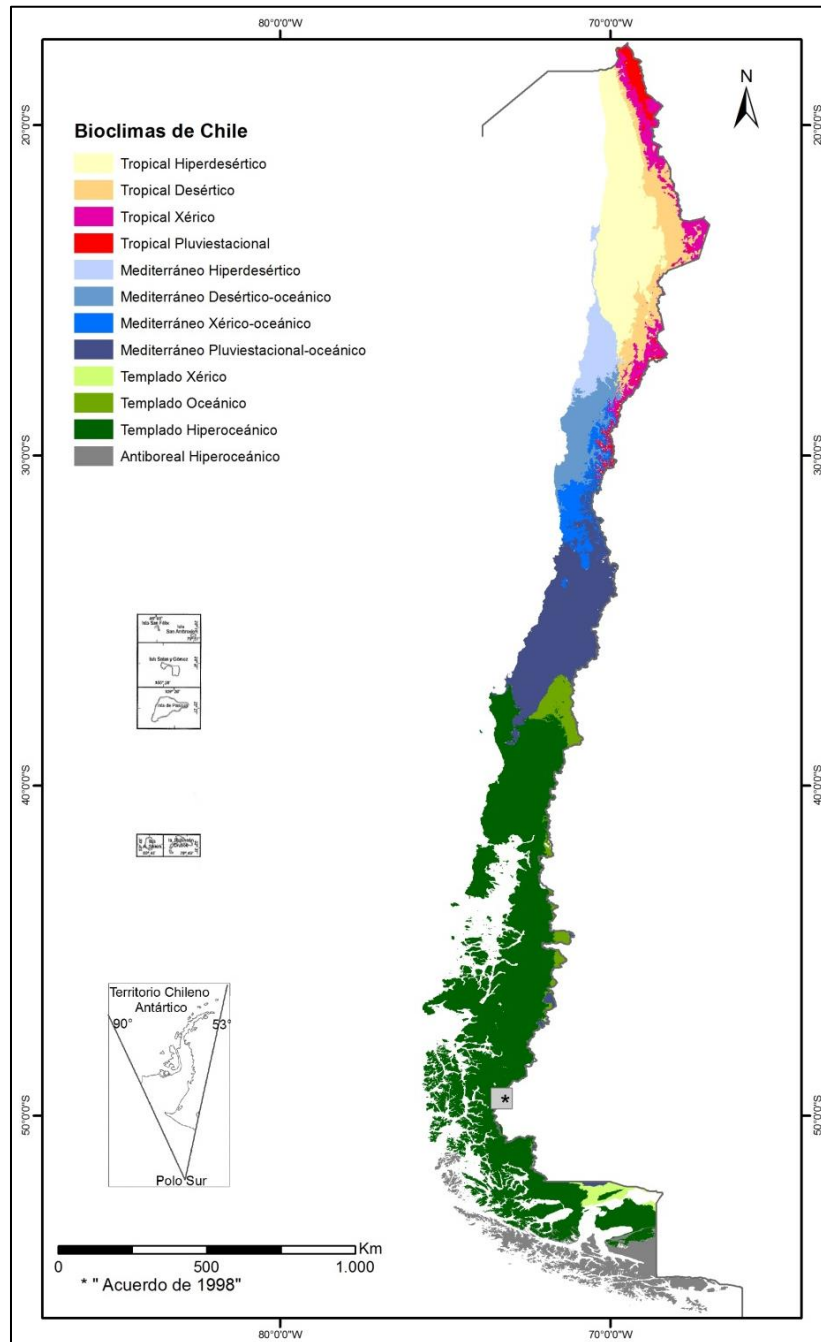


Fuente: Instituto Geográfico Militar

### **1.1.1.3. Clima**

El territorio sudamericano de Chile posee una multiplicidad de climas, alterados por numerosos factores ambientales, lo que imprime al país características muy peculiares (Figura 3). En términos generales, el territorio chileno sudamericano presenta rasgos de clima templado, con algunas variaciones esenciales que se producen fundamentalmente por la latitud y la altitud, dando origen a los sistemas climáticos desértico, tropical, mediterráneo, templado y polar, principalmente.

Figura 3. Macrobioclimas de Chile



Fuente: Luebert y Plissock, 2006

#### 1.1.1.4. Contexto social

##### ***Población***

De acuerdo al último censo poblacional de 2017 la población total de Chile es de 17.574.003 de habitantes, de la cual 48,9 % son hombres y el 51,1 % restante son mujeres (INE, 2017). La población chilena experimentó un importante crecimiento durante el siglo XX, pero la tasa de crecimiento se redujo en la primera década del siglo XXI y se proyecta que disminuirá aún más hacia el 2050.

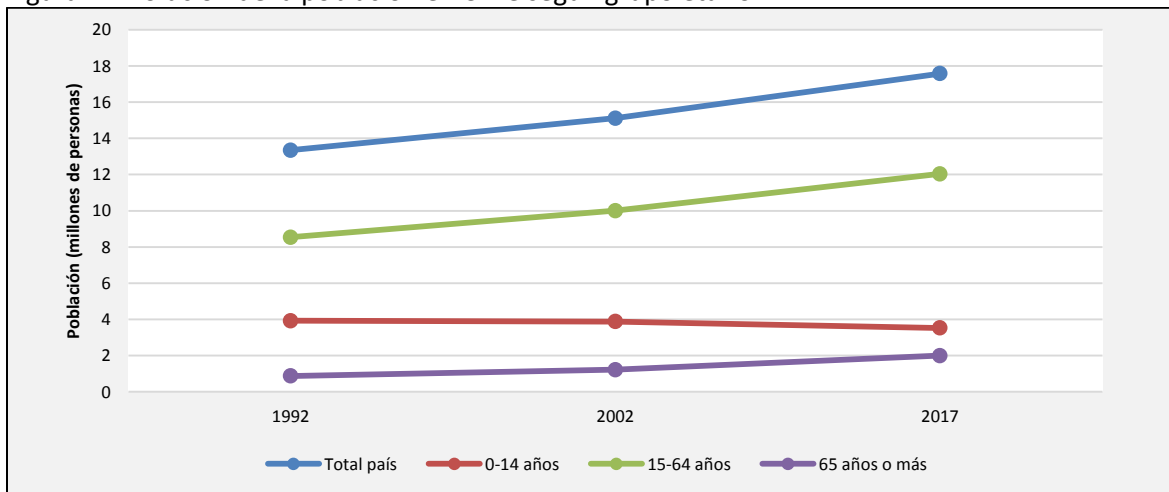
A través de los años la población ha envejecido, lo que se aprecia en los cambios en la distribución de los grupos de edad: hay una disminución en el número de personas entre 0-14 años y un incremento en el número de personas de 65 años o más. Esto también se refleja en la razón de dependencia, ya que ha aumentado la dependencia de adultos mayores y disminuido la de menores (Tabla 1 y Figura 4) (INE, 2017).

Tabla 1. Indicadores de población de Chile, desagregada por grupo etario, con base en el Censo de Población 2017, INE.

Población	Censo 1992	Censo 2002	Censo 2017
Población total	13.348.401	15.116.435	17.574.003
Población 0-14 años	29,4%	25,7%	20,1%
Población 15-64 años	64,0%	66,2%	68,5%
Población 65 años o más	6,6%	8,1%	11,4%
Porcentaje población urbana	83,5%	86,6%	87,8%
Relación adultos mayores/niños	22,3%	31,3%	56,9%

Fuente: INE, Censo 2017.

Figura 4. Evolución de la población en Chile según grupo etario



Elaborado por MMA. Fuente de los datos: (INE, 2017)

### Desarrollo social

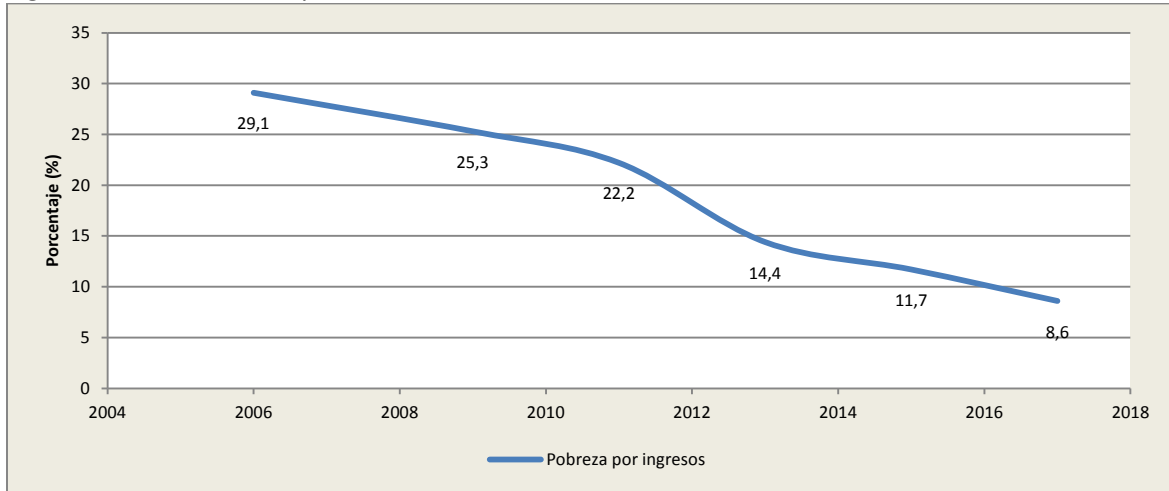
Si bien Chile presenta una evolución positiva del Índice de Desarrollo Humano (IDH)<sup>3</sup> con un crecimiento de un 30 % de 1980 al 2014 (de 0,64 a 0,83) (PNUD, 2015), la desigualdad sigue siendo uno de los mayores desafíos del país, considerando que los ingresos del 10 % de la población más rica del país son 30 veces más altos que los del 10 % de la población más pobre y presenta un coeficiente de Gini<sup>4</sup> de 0,502, según ingreso autónomo (MDS, 2017).

<sup>3</sup> El Índice de Desarrollo Humano evalúa el progreso de los países considerando la salud (esperanza de vida), la educación (media de años de escolaridad y los previstos) y los ingresos (Ingreso nacional bruto per cápita).

<sup>4</sup> Índice de desigualdad que muestra cuánto se aleja la distribución de los ingresos respecto a una situación de perfecta igualdad, cuyo valor se sitúa en el rango (0,1). El 0 corresponde a perfecta igualdad.

El Ministerio de Desarrollo Social (MDS) basado en datos de la Encuesta Casen, estima tanto la pobreza por ingresos como la pobreza multidimensional. Esta última incluye las siguientes dimensiones relevantes del bienestar: educación, salud, trabajo y seguridad social, vivienda y entorno, junto con redes y cohesión social. De acuerdo a esta encuesta realizada el 2017, la pobreza por ingreso y la multidimensional fue de 8,6 % y 20,7 %, respectivamente. Entre 2006 y 2015<sup>5</sup> se registró una reducción significativa de la pobreza (Figura 5).

Figura 5. Evolución de la pobreza en Chile



Elaborado por MMA. Fuente de los datos: (MDS, 2017)

## Educación

Respecto a contenidos de cambio climático en las bases curriculares de enseñanza básica y media, estos son abordados a través de un Objetivo de Aprendizaje Transversal (OAT 16. Proteger el entorno natural y sus recursos como contexto de desarrollo humano), el que plantea desde una dimensión sociocultural el compromiso con el entorno y la responsabilidad social, el que está aprobado para todos los niveles excepto para 3° y 4° (últimos años de educación media) que se encuentra en proceso de revisión.

### 1.1.1.5. Perfil económico

Chile posee un modelo económico abierto y estable, que favorece el comercio y la inversión. Durante 2017, la actividad económica creció 1,5 % con respecto a 2016. Desde la perspectiva del origen, se observaron incrementos en la mayoría de las actividades, siendo servicios personales y comercio las de mayor contribución al resultado del PIB; en tanto, las principales incidencias negativas provinieron de servicios empresariales, construcción y minería. Más detalles del PIB desde el 2013 al 2017 se presentan en la Tabla 2.

<sup>5</sup> La serie de datos sobre pobreza por ingresos (estimada a través de la nueva metodología de medición) se encuentra disponible para los años 2006, 2009, 2011, 2013 y 2015.

Tabla 2. Producto interno bruto por clase de actividad económica, a precios corrientes, referencia 2013 (miles de millones de pesos chilenos)

Descripción series	2013	2014	2015	2016	2017
Agropecuario-silvícola	4.031	4.543	5.202	5.854	5.598
Pesca	631	1.295	800	960	1.296
Minería	15.144	16.214	13.689	13.661	18.135
Minería del cobre	13.466	14.743	12.494	12.042	16.220
Otras actividades mineras	1.677	1.471	1.195	1.619	1.915
Industria manufacturera	15.326	16.547	18.455	18.316	18.372
Alimentos	3.993	4.421	4.902	5.245	5.534
Bebidas y tabaco	2.039	2.166	2.768	2.542	2.594
Textil, prendas de vestir, cuero y calzado	377	362	342	350	306
Maderas y muebles	792	1.041	1.145	1.113	1.062
Celulosa, papel e imprentas	1.214	1.461	1.685	1.552	1.703
Refinación de petróleo	1.153	1.464	1.729	1.691	1.612
Química, caucho y plástico	2.202	2.227	2.328	2.141	1.951
Minerales no metálicos y metálica básica	897	855	840	825	684
Productos metálicos, maquinaria y equipos y otros	2.658	2.552	2.716	2.858	2.926
Electricidad, gas, agua y gestión de desechos	3.544	3.673	4.719	5.479	5.633
Construcción	8.995	9.413	10.498	11.511	11.713
Comercio	12.516	13.777	14.730	15.993	16.497
Restaurantes y hoteles	2.552	2.832	3.219	3.546	3.825
Transporte	6.500	6.974	8.586	9.074	9.152
Comunicaciones y servicios de información	4.309	4.424	4.612	4.751	4.747
Servicios financieros	6.898	6.961	7.495	7.719	8.129
Servicios empresariales	14.728	15.542	16.535	16.992	17.406
Servicios de vivienda e inmobiliarios	9.805	10.710	12.024	13.240	14.025
Servicios personales	15.022	16.194	17.674	19.612	21.322
Administración pública	6.188	6.837	7.498	8.137	8.433
PIB a costo de factores	126.187	135.938	145.737	154.846	164.281
Impuesto al valor agregado	11.041	11.967	13.120	13.722	14.705
Derechos de importación	648	718	749	696	791
<b>Producto Interno Bruto</b>	<b>137.876</b>	<b>148.624</b>	<b>159.606</b>	<b>169.264</b>	<b>179.776</b>

Fuente: Banco Central de Chile, 2018

### 1.1.1.6. Indicadores generales

A manera de síntesis, la Tabla 3 presenta algunos indicadores claves para Chile

Tabla 3. Indicadores claves para Chile

Superficie:		
Superficie total (km <sup>2</sup> )	2.006.096	Instituto Geográfico Militar (IGM)
Superficie sudamericana (km <sup>2</sup> )	755.915	
Superficie en Oceanía (Isla de Pascua) (km <sup>2</sup> )	181	



<b>Usos de la tierra:</b>		
Áreas de uso agrícola (%)	4,2	Corporación Nacional Forestal (CONAF), 2017 <sup>6</sup>
Bosques nativos (%)	19,4	
Plantaciones forestales y bosques mixtos (%)	4,4	
Praderas y matorrales (%)	27,5	
Áreas urbanas e industriales (%)	0,6	
Áreas desprovistas de vegetación (%)	31,7	
Áreas marinas protegidas (mil ha)	46.323	Ministerio del Medio Ambiente (MMA), 2018 Registro Nacional áreas protegidas www.bdrnap.mma.gob.cl
Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (SNASPE) (mil ha)	15.329	
<b>Población:</b>		
Población año 2002 (personas)	15.116.435	Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2017 Censo www.censo2017.cl
Población año 2017 (personas)	17.574.003	
Hombres año 2017 (%)	48,9	
Mujeres año 2017 (%)	51,1	
Población rural año 2017 (%)	12,5	
Población indígena año 2017 (personas)	2.185.792	
Población migrante año 2017 (personas)	746.465	
<b>Desarrollo social</b>		
Esperanza de vida año 2017 (años)	79,3	Instituto Nacional de Estadísticas (INE), 2017
Mortalidad infantil año 2015 (por cada mil nacidos vivos)	6,9	
Tasa de alfabetización año 2013 (%)	96,26	UNESCO
Población urbana conectada a alcantarillado año 2016 (%)	96,83	Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), 2016
Población urbana con suministro de agua potable año 2016 (%)	99,92	
Agua servidas tratadas en plantas de tratamiento año 2016 (%)	99,93	
Índice de desarrollo humano año 2015	0,847	Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), 2016 (Pnud, 2016)
Población en pobreza extrema año 2015 (%)	3,5	MIDESO, 2016
Población en pobreza año 2015 (%)	11,7	
Índice entre 10% más rico y 10% más pobre año 2015	27,2	
Coefficiente de Gini autónomo año 2015	0,495	
<b>Actividad económica</b>		
PIB año 2017 (millones USD)	276.864,7	Banco Central de Chile Estadísticas www.bcentral.cl Banco Central de Chile Estadísticas www.bcentral.cl
PIB per cápita, año 2017 (USD)	15.754,2	
Crecimiento del PIB al 2018 estimado (% anual)	4,1	
Comercio de mercaderías año 2016 (% PIB)	46,4	
Exportación de bienes y servicios año 2017 (% PIB)	28,7	
Balanza comercial año 2017 (millones USD Fob)	7.922	
Exportaciones mineras año 2017 (millones USD Fob)	37.957	
Exportaciones silvoagropecuarias año 2017 (millones USD Fob)	5.610	
Exportaciones industriales año 2017 (millones USD Fob)	25.663	

Fuente: Elaboración propia

### 1.1.2. Cambio climático

Fueron los científicos quienes llamaron la atención internacional sobre las amenazas planteadas por el efecto invernadero. La historia del descubrimiento científico del cambio climático comenzó a principios del siglo XIX cuando se sospechó por primera vez que hubo cambios naturales en el paleoclima y se identificó por primera vez el efecto invernadero natural. En los decenios de 1950-60, 1960-70 y 1970-80 se recogieron datos que demostraron que las concentraciones de CO<sub>2</sub> en la atmósfera estaban aumentando muy rápidamente.

<sup>6</sup> Respecto de la superficie sudamericana y en Oceanía.

En 1988 se creó el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés) por iniciativa de la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). En 1990 este grupo presentó un *Primer Informe de Evaluación* en el que se reflejaban las investigaciones de 400 científicos. En él se afirmaba que el calentamiento atmosférico de la Tierra era real y se pedía a la comunidad internacional que tomara cartas en el asunto para evitarlo.

En 2014, el IPCC concluye y afirma, en su *Quinto Informe de Evaluación*, que las emisiones antropógenas de GEI han aumentado desde la era preindustrial, en gran medida como resultado del crecimiento económico y demográfico, y actualmente son mayores que nunca. Como consecuencia, se han alcanzado unas concentraciones atmosféricas de dióxido de carbono, metano y óxido nitroso sin parangón en por lo menos los últimos 800.000 años. Los efectos de las emisiones, así como de otros factores antropógenos, se han detectado en todo el sistema climático y es *sumamente probable* que hayan sido la causa dominante del calentamiento observado a partir de la segunda mitad del siglo XX.

#### **1.1.2.1. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático**

Las conclusiones del IPCC alentaron a los gobiernos a aprobar la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC); la cual entró en vigor el 21 de marzo de 1994, ratificada por Chile el mismo año.

La CMNUCC define al cambio climático como un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables. En respuesta a esta definición, la CMNUCC se plantea con el objetivo último de lograr la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Ese nivel debería lograrse en un plazo suficiente para permitir que los ecosistemas se adapten naturalmente al cambio climático, asegurar que la producción de alimentos no se vea amenazada y permitir que el desarrollo económico prosiga de manera sostenible.

Para lograr dicho objetivo, todos los países miembros de la CMNUCC deben elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar inventarios nacionales de sus GEI (INGEI) a dicha Convención (Párrafo 1(a); Artículo 4).

#### **1.1.2.2. Inventarios nacionales de gases de efecto invernadero**

Los INGEI consisten en un listado numérico exhaustivo de la contabilización de cada uno de los GEI antropógenos liberados o absorbidos desde la atmósfera en un área y en un período específico, generalmente correspondiente a un año calendario.

Los INGEI tienen por objetivo determinar la magnitud de las emisiones y absorciones de GEI nacionales que son atribuibles directamente a la actividad humana, así como la contribución específica del país al fenómeno del cambio climático.

Además, según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2005), la preparación y presentación de los INGEI pueden proporcionar una serie de otros beneficios para un país, entre ellos:

- Identificar los sectores económicos que más contribuyen al cambio climático y sus aportes específicos;
- Proporcionar información útil para la planificación y evaluación del desarrollo económico;
- Proporcionar información útil para abordar otros problemas ambientales (por ejemplo, la calidad del aire, el uso de la tierra o la gestión de residuos);
- Identificar brechas en las estadísticas nacionales;
- Evaluar opciones de mitigación de GEI, colaborando en las orientaciones para una estrategia de desarrollo bajas en emisiones y, por consiguiente, hacia un uso más eficiente de los recursos naturales y financieros; y
- Proporcionar la base para esquemas de comercio de emisiones.

Los GEI incluidos en los INGEI de países en desarrollo, como Chile, suelen ser el dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>), el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y el hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

#### **1.1.2.3. Reporte y presentación de los INGEI ante las Naciones Unidas**

Con la finalidad de informar de los avances en la implementación de los objetivos de la CMNUCC, en la COP16 de 2010 se definió que «*los países en desarrollo deberán presentar a la Convención informes bienales de actualización, que contengan información actualizada sobre los INGEI*»<sup>7</sup>. Además, en la COP17 de 2011 se agregó que «*los países en desarrollo deberían presentar su primer IBA a más tardar en diciembre de 2014 [...] abarcando, como mínimo, un año civil anterior en no más de cuatro años a la fecha de presentación*»<sup>8</sup>.

Los reportes clave para presentar los INGEI ante las Naciones Unidas son las comunicaciones nacionales (CN) y, a partir de 2014, los informes bienales de actualización (IBA), que deben ser presentados cada dos años y cuyo principal contenido es el INGEI.

El primer INGEI oficial de Chile, elaborado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA), fue presentado en 2000 ante las Naciones Unidas como parte de la *Primera Comunicación Nacional de Chile* con información de las emisiones de GEI de 1993 y 1994.

El segundo INGEI oficial, elaborado por el Ministerio del Medio Ambiente (MMA), fue presentado en 2011 ante las Naciones Unidas como parte de la *Segunda Comunicación Nacional de Chile*, abarcando la serie 1984-2006.

El tercer INGEI oficial, elaborado por el MMA, fue presentado en 2014 ante las Naciones Unidas como parte del *Primer Informe Bienal de Actualización de Chile sobre Cambio Climático*. Adicionalmente, el país presenta su primer *Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto*

---

<sup>7</sup> Decisión 1, párrafo 60(c) del Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 16º período de sesiones, celebrado en Cancún del 29 de noviembre al 10 de diciembre de 2010.

<sup>8</sup> Decisión 1, párrafo 41(a) del Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 17º período de sesiones, celebrado en Durban del 28 de noviembre al 11 de diciembre de 2011.

*Invernadero, serie 1990-2010*. Este INGEI tiene la característica de ser el primero elaborado en el marco del trabajo colaborativo del Sistema Nacional de Inventarios de GEI de Chile (SNICHILE).

El cuarto INGEI oficial, elaborado por el MMA en el marco del SNICHILE, fue presentado en 2016 ante las Naciones Unidas como parte del *Segundo Informe Bienal de Chile sobre Cambio Climático* y la *Tercera Comunicación Nacional*. El presente informe corresponde al segundo *Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, serie 1990-2013*.

El quinto INGEI oficial, elaborado por el MMA en el marco del SNICHILE, fue presentado en 2018 ante las Naciones Unidas como parte del *Tercer Informe Bienal de Chile sobre Cambio Climático*. El presente informe corresponde al tercer *Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, serie 1990-2016*.

## 1.2. Arreglos institucionales para la elaboración del INGEI de Chile

En respuesta ante los compromisos adquiridos por el país en materia de reporte y presentación de sus INGEI ante las Naciones Unidas es que la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente de Chile diseñó, implementó y ha mantenido, desde 2012, el **Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Chile** (SNICHILE), el cual contiene las medidas institucionales, jurídicas y de procedimiento establecidas para la actualización bienal del INGEI de Chile.

La implementación y mantención del SNICHILE tiene por objetivos:

- Garantizar la sostenibilidad de la preparación de los INGEI en el país;
- Mantener la coherencia de los flujos de GEI notificados; y
- Mantener la calidad de los resultados.

El trabajo permanente del SNICHILE está dividido en cinco líneas de acción que cubren las áreas y actividades requeridas para el cumplimiento de los objetivos. Estas líneas de acción son:

- Operación del SNICHILE
- Actualización del INGEI de Chile
- Sistema de garantía y control de la calidad
- Creación y mantención de capacidades
- Archivo y difusión

Las líneas de acción son descritas en detalle a continuación.

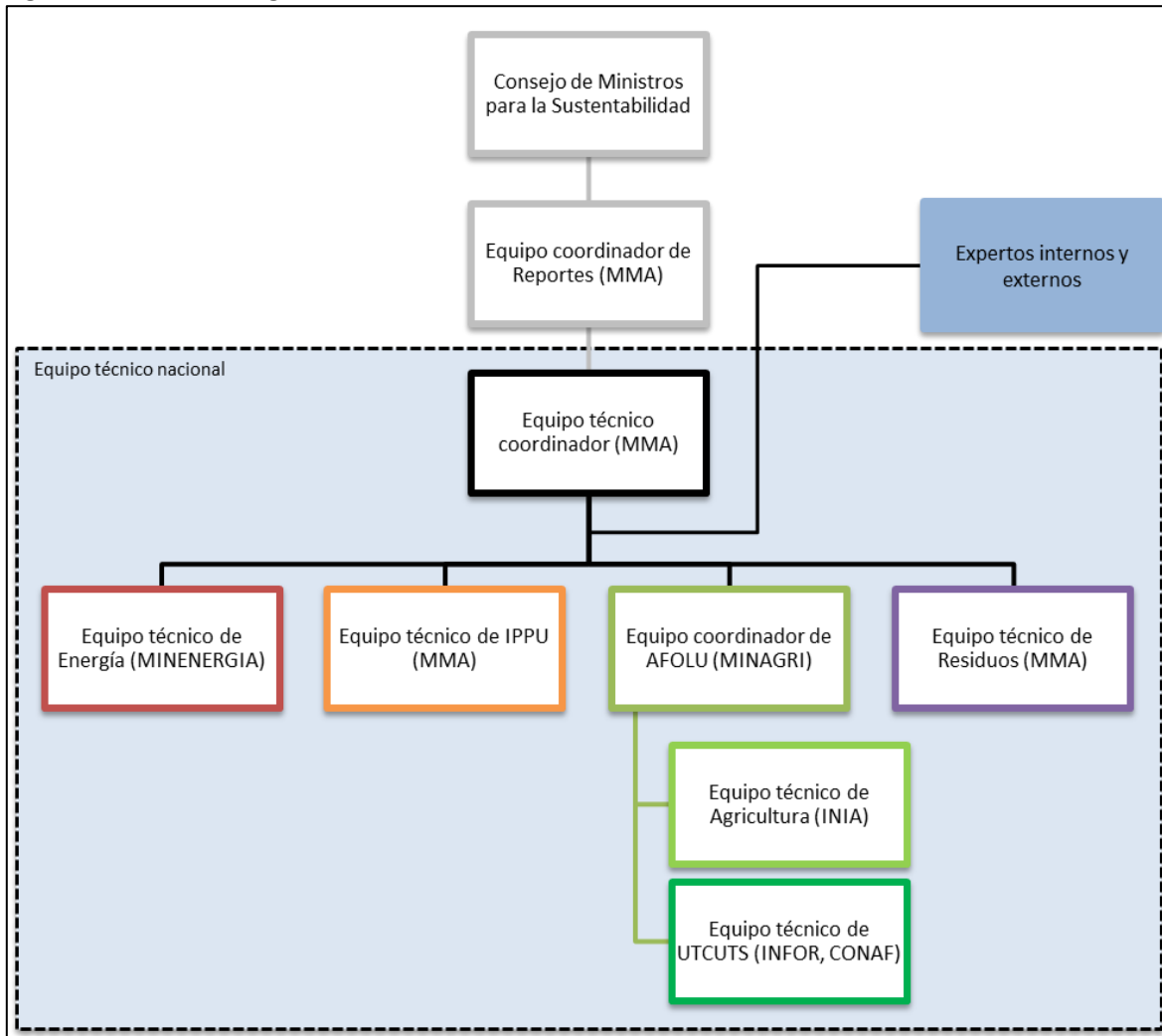
### 1.2.1. Operación del SNICHILE

Línea de acción enfocada en la operación del SNICHILE mediante la mantención de una estructura orgánica con roles y responsabilidades definidas.

El SNICHILE posee una estructura organizacional internalizada en el aparato estatal e independiente de otros inventarios de contaminantes, coordinada por el MMA. Así el INGEI de

Chile es el resultado del esfuerzo colectivo y permanente de los Ministerios de Agricultura, Energía y Medio Ambiente, que han trabajado coordinadamente en el marco del SNICHILE, labor que ha robustecido la elaboración del INGEI de Chile al sumar el saber experto de los diferentes Ministerios sectoriales participantes. El SNICHILE está compuesto por el Equipo Técnico Nacional (Equipo Técnico Coordinador, Equipo coordinador AFOLU y Equipos Técnicos Sectoriales), el Equipo Coordinador de Reportes, el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, y Expertos Internos y Externos (Figura 6).

Figura 6. Estructura organizacional del SNICHILE



MMA = Ministerio del Medio Ambiente; MINENERGIA = Ministerio de Energía; MINAGRI = Ministerio de Agricultura  
 Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

### 1.2.1.1. Equipo Técnico Nacional

Este equipo está conformado por el Equipo Técnico Coordinador (ET-Coordinador), el Equipo coordinador AFOLU y los Equipos Técnicos Sectoriales (ET-Sectorial) los cuales tienen por responsabilidad la elaboración misma del INGEI de Chile, incluyendo todas las decisiones metodológicas y de elaboración de los reportes.

#### **1.2.1.1.1. Equipo Técnico Coordinador**

El ET-Coordinador cumple la función de entidad nacional única y se encuentra establecido en el Área de Mitigación e Inventarios de Contaminantes Climáticos de la Oficina del Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) de Chile.

Este equipo ha asumido el liderazgo de la preparación de los INGEI de Chile mediante las atribuciones que legalmente le asigna al MMA la Ley Nº 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente; en la cual se señala que corresponderá especialmente a este ministerio *“Proponer políticas y formular los planes, programas y planes de acción en materia de cambio climático. En ejercicio de esta competencia deberá colaborar con los diferentes órganos de la Administración del Estado a nivel nacional, regional y local con el objeto de poder determinar sus efectos, así como el establecimiento de las medidas necesarias de adaptación y mitigación”* (Art. 70; letra h).

Adicionalmente, el ET-Coordinador es el encargado de preparar y reportar las emisiones de carbono negro.

En la práctica, los roles y responsabilidades del ET-Coordinador del SNICHILE son:

- a) Ejecutar el trabajo del SNICHILE y coordinar a los ET-Sectoriales;
- b) Coordinar y desarrollar reuniones de trabajo semestrales del SNICHILE;
- c) Establecer un plan de trabajo permanente, a nivel nacional, del SNICHILE para la elaboración del INGEI de Chile (plan de trabajo SNICHILE);
- d) Elaborar y actualizar el manual de procedimiento nacional para la elaboración bienal del INGEI de Chile, con base en los insumos de los ET-Sectoriales;
- e) Coordinar el Sistema de Garantía y Control de la Calidad (SGCC) y colaborar con los ET-Sectoriales en la implementación de sus propios controles de calidad;
- f) Compilar los Inventarios Sectoriales de Gases de Efecto Invernadero (ISGEI) de Energía; Procesos industriales y uso de productos; Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra; y Residuos;
- g) Desarrollar los temas transversales del INGEI de Chile (incertidumbre, análisis de categorías claves, evaluación de la exhaustividad, entre otros);
- h) Elaborar el *Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile* (IIN de Chile);
- i) Colaborar con los ET-Sectoriales en el fomento, la creación y la mantención de sus capacidades técnicas para la elaboración de sus ISGEI;
- j) Colaborar con los ET-Sectoriales en el mejoramiento continuo de sus ISGEI;
- k) Desarrollar, administrar y coordinar la difusión pública de los resultados del INGEI de Chile y las actividades del SNICHILE; y
- l) Documentar y archivar las actividades y resultados del trabajo realizado en el marco del SNICHILE.

#### **1.2.1.1.2. Equipo Coordinador de AFOLU**

Este equipo, establecido en la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) del Ministerio de Agricultura, se creó en el 2017 junto con la decisión de preparar y reportar los sectores de Agricultura y UTCUTS por separado. Su función es coordinar la comunicación entre ambos Equipos Técnicos Sectoriales para que exista coherencia metodológica como en los supuestos y datos empleados en el desarrollo de sus inventarios y en las definiciones transversales a estos sectores.

#### 1.2.1.1.3. Equipos Técnicos Sectoriales

Los ET-Sectoriales son los encargados de desarrollar y elaboran sus respectivos ISGEI. Han sido seleccionados por la Entidad Nacional tomando como base su competencia legal en los respectivos sectores y el acceso que estos poseen a la información necesaria para la elaboración del INGEI de Chile, con el fin de facilitar los procesos de levantamiento de datos. Es así como los equipos técnicos están establecidos de la siguiente forma:

- **Equipo Técnico de Energía:** está encargado de la elaboración del ISGEI de Energía, se encuentra establecido en la División de Prospectiva y Análisis de Impacto Regulatorio del Ministerio de Energía (MINENERGÍA).
- **Equipo Técnico de IPPU:** está encargado de la elaboración del ISGEI de IPPU, se encuentra establecido en el Área de Mitigación e Inventarios de Contaminantes Climáticos de la Oficina de Cambio Climático del Ministerio del Medio Ambiente.
- **Equipos Técnico de Agricultura:** está encargado de la elaboración del ISGEI de Agricultura, se encuentra establecido en el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).
- **Equipos Técnico de UTCUTS:** está encargado de la elaboración del ISGEI de UTCUTS, se encuentra establecido en el Instituto Forestal (INFOR) y en la Corporación Nacional Forestal (CONAF).
- **Equipo Técnico de Residuos:** está encargado de la elaboración del ISGEI de Residuos, se encuentra establecido en la Oficina de Residuos y Riesgo Ambiental y en el Área de Mitigación e Inventarios de Contaminantes Climáticos de la Oficina de Cambio Climático, ambos pertenecientes al Ministerio del Medio Ambiente.

A la fecha no existen acuerdos vinculantes de trabajo entre las diferentes instituciones participantes del SNICHILE, por lo que todo el trabajo realizado desde 2012 se ha desarrollado en el marco de un trabajo cooperativo y voluntario. Pese a lo anterior, los roles y responsabilidades implícitas de estas instituciones gubernamentales son los siguientes:

- a) Establecer y mantener un equipo técnico encargado del ISGEI respectivo, lo que incluye nominar formalmente un responsable y punto de contacto para participar de las reuniones semestrales del SNICHILE y de otras actividades cooperativas según sea necesario. En caso de impedimento de este último, designar un reemplazante;
- b) Establecer un plan de trabajo sectorial para la elaboración del ISGEI respectivo, de acuerdo al plan de trabajo del SNICHILE;
- c) Elaborar y actualizar un manual de procedimiento sectorial para la elaboración del ISGEI respectivo;
- d) Elaborar el ISGEI respectivo, de acuerdo a su propio plan de trabajo sectorial y manual de procedimiento sectorial, y en coordinación con el plan de trabajo del INGEI de Chile;
- e) Desarrollar los temas transversales del ISGEI respectivo;
- f) Crear y mantener capacidades técnicas para la elaboración del ISGEI respectivo;
- g) Ejecutar acciones para el mejoramiento continuo del ISGEI respectivo, y
- h) Poner a disposición del coordinador del SNICHILE el informe del ISGEI respectivo, así como toda la información pertinente, en los plazos señalados por el plan de trabajo del SNICHILE.

Es importante señalar que, si bien no existen acuerdos vinculantes entre todas las instituciones participantes del SNICHILE, muchas de ellas han incluido dentro de sus propias funciones (ya sea dentro del plan de trabajo anual o perfiles de cargo de sus profesionales) la elaboración del ISGEI respectivo. Esto demuestra una voluntad proactiva en la materia, lo que en sí ha sostenido el trabajo del SNICHILE durante estos años.

Para la coordinación general del SNICHILE, el ET-Coordinador ha desarrollado reuniones semestrales con el ET-Nacional desde 2013. Además, periódicamente se desarrollan reuniones bilaterales con los ET-Sectoriales para abordar temas técnicos específicos de cada uno de los sectores.

#### **1.2.1.2. Equipo Coordinador de Reportes**

Este equipo, establecido en la Oficina de Cambio Climático del MMA, se crea en respuesta a los requerimientos de presentación de los reportes por parte del Chile ante la CMNUCC. Tiene por objetivo la coordinación de la elaboración de dichos reportes, principalmente las *Comunicaciones Nacionales (CN)* y los *Informes Bienales de Actualización (IBA)* de Chile para dar cumplimiento a los plazos comprometidos por el país ante las Naciones Unidas.

En el contexto del INGEI de Chile, el Equipo Coordinador de Reportes interactúa y colabora con el SNICHILE en los siguientes aspectos:

- Coordina un plan de trabajo en común para ajustar los plazos de elaboración, revisión y entrega del INGEI de Chile para que sea parte de las CN o de los IBA respectivos.
- Asegura que los productos entregados por el SNICHILE cumplan las *Directrices de la CMNUCC para la elaboración de CN e IBA*.
- Coordina la revisión del INGEI de Chile (dentro de la CN o IBA) por parte de los puntos focales de cambio climático en los diferentes organismos nacionales con competencia ambiental.
- Coordina la participación de los profesionales involucrados en el ET-Nacional de SNICHILE en el proceso de Análisis y Consulta Internacional (ICA) de los IBA de Chile.

La interacción del SNICHILE con el ECR es crucial, ya que colabora en el incremento de la calidad del INGEI de Chile.

#### **1.2.1.3. Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático**

En su artículo 71, la Ley Nº 20.417 que creó el Ministerio del Medio Ambiente, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente, también creó el Consejo de Ministros para la Sustentabilidad, presidido por el MMA e integrado por sus pares de Agricultura; Hacienda; Salud; Economía, Fomento y Turismo; Energía; Obras Públicas; Vivienda y Urbanismo; Transportes y Telecomunicaciones; Minería y de Desarrollo Social. Su objetivo principal es impulsar políticas y regulaciones con eje en la sustentabilidad.

Dada la importancia que ha tomado el cambio climático en todo el mundo y en Chile en particular, se está gestionando que el Consejo pase a constituirse como “Consejo de Ministros para la Sustentabilidad y el Cambio Climático”, incorporando al Ministro de Relaciones Exteriores.



En el contexto del SNICHILE, el Consejo es la entidad de más alto nivel que revisa y aprueba los reportes de Chile (CN e IBA principalmente) que serán enviados a la Secretaría de la CMNUCC. El Consejo no participa en la elaboración misma del INGEI o de los reportes.

#### **1.2.1.4. Expertos Internos y Externos**

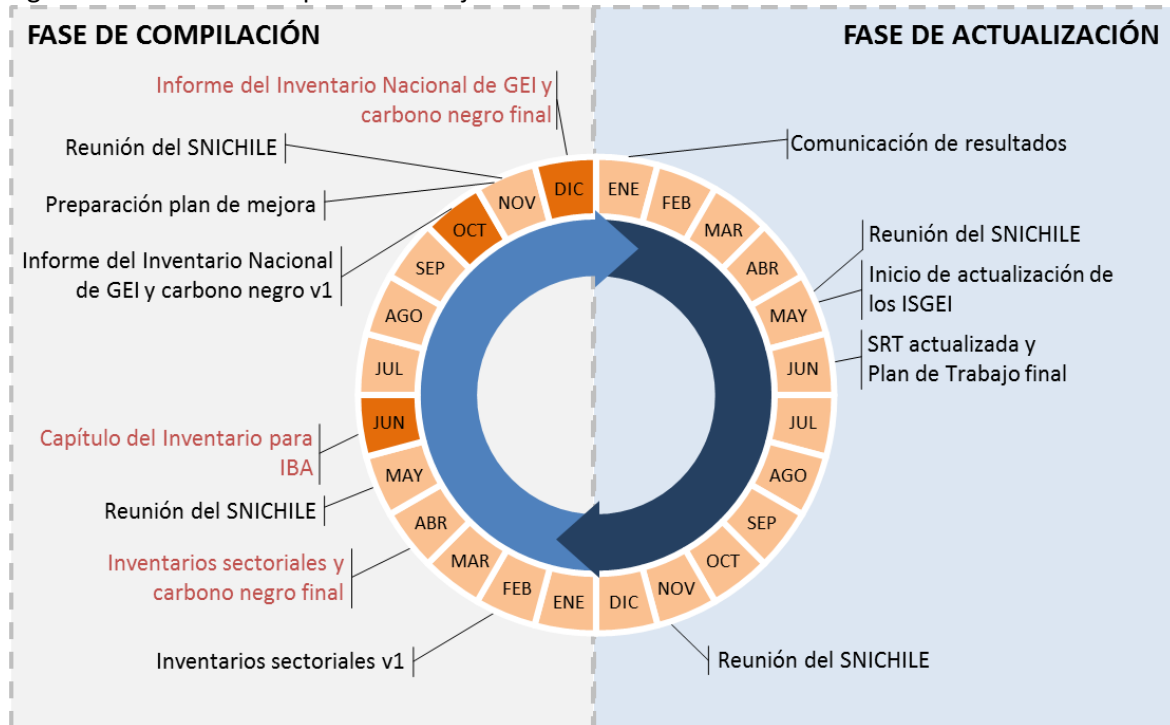
Estos Expertos Internos (puntos focales ministeriales) y Externos (suelen ser expertos internacionales contratados por el SNICHILE según su propio requerimiento) colaboran aportando con sus experticias pertinente para la revisión y garantía de la calidad de los INGEI de Chile, aunque no participan directamente en los ET-Sectoriales y su aporte tampoco es permanente.

La coordinación del SNICHILE evalúa periódicamente a aquellos expertos que podrían colaborar con el SNICHILE, la participación de estos expertos está determinada principalmente por los requerimientos que los ET-Sectoriales soliciten a la Entidad Coordinadora, por lo que sus experticias pueden variar considerablemente y no estar ligado directamente a la elaboración del INGEI de Chile. Por ejemplo, se ha gestionado el apoyo de expertos estadísticos para la superación de la brecha de información en la serie de residuos sólidos municipales; se ha gestionado apoyo de expertos en el mercado forestal para consensuar juicios de expertos en los porcentajes de residuos de cosecha *in situ*, etc.

#### **1.2.2. Actualización del INGEI de Chile**

Línea de acción enfocada en la actualización del INGEI de Chile mediante la implementación y mantención de un plan de trabajo consistente en un ciclo bienal de actividades, y en plazos y presupuestos que guían el trabajo permanente del ET-Nacional. En la Figura 7 se observa el plan de trabajo de acuerdo a los hitos que ocurrieron durante las fases de actualización y compilación de 2017 y 2018.

Figura 7. Ciclo bienal del plan de trabajo del SNICHILE



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

El plan de trabajo fue elaborado mediante un proceso en donde el ET-Coordinador propone a los ET-Sectoriales una serie de actividades, plazos y productos. Posteriormente, se discute esta propuesta de plan de trabajo, sus actividades, plazos productos y la disponibilidad de financiamientos. Una vez aprobado, el ET-Coordinador se encarga de hacer seguimiento de este, para lo que es necesario realizar dos Reuniones del SNICHILE al año.

En general, en el primer año del ciclo (fase de actualización) se actualizan los ISGEI de cada sector, mientras que en el segundo año (fase de compilación) se compilan y desarrollan los temas transversales del INGEI de Chile y se elabora el IIN de Chile.

Es importante mencionar que el plan de trabajo del SNICHILE es flexible y se adapta a las circunstancias y contingencias que puedan presentarse en todos los niveles.

### 1.2.3. Sistema de garantía y control de calidad

Línea de acción enfocada en la mantención y mejoramiento de la calidad del INGEI de Chile (transparencia, exhaustividad, coherencia, comparabilidad y exactitud) mediante el establecimiento y la implementación de procedimientos de control de la calidad, de garantía de la calidad, y de verificación. Además, para identificar y priorizar las potenciales mejoras del INGEI de Chile se elabora un plan de mejoramiento continuo (PMC).

Desde el 2015, el SNICHILE implementó un Sistema de Garantía y Control de la Calidad (SGCC) acorde con las buenas prácticas del IPCC para la elaboración del INGEI. La responsabilidad general del SGCC recae en el ET-Coordinador; tanto en la implementación de controles de calidad al INGEI final, como la coordinación del proceso de garantía de la calidad de todos los ISGEI. Los ET-

Sectoriales tienen la responsabilidad de aplicar procedimientos de control de la calidad a sus ISGEI respectivos.

Todas las actividades y procedimientos del SGCC son listadas para que los profesionales elaboradores de los inventarios de GEI puedan catalogarlas como «implementadas» o «no implementadas», y además puedan agregar comentarios para que otros profesionales hagan un debido seguimiento. Un resumen de las listas de control de la calidad se encuentra en el ANEXO 11.01.

Lo esperado por el SNICHILE es contar con la mayor cantidad posible de profesionales permanentes y competentes, contratados por el Estado, que constituyan equipos técnicos estables que garanticen la sostenibilidad del sistema y la calidad de las estimaciones de GEI. Además, se espera contar con la mayor cantidad de factores de emisión país específico para reflejar de forma más exacta la realidad nacional en cuanto a sus emisiones y absorciones de GEI, particularmente en las categorías principales identificadas.

#### **1.2.3.1. Control de la calidad**

Se documenta y registra un conjunto de actividades y procedimientos técnicos rutinarios destinados a evaluar y mantener la calidad del INGEI a medida que los ET-Sectoriales elaboran sus ISGEI y que el ET-Coordinador compila y elabora el INGEI de Chile.

Las actividades y procedimientos rutinarios para el control de la calidad están listados en archivos que permite realizar una lista de chequeo del estado de su implementación, las cuales están divididas en listas específicas para el ET-Coordinador y listas específicas para los ET-Sectoriales. A continuación, se presentan las diferentes listas que son parte del control de calidad.

#### **1.2.3.2. Garantía de la calidad**

Se documenta y registra los comentarios, sugerencias, recomendaciones y observaciones resultantes de las revisiones de profesionales externos independientes, que no participan directamente en el ET-Nacional. Estas revisiones de terceros son de los ISGEI y el INGEI terminados.

Durante el presente proceso de actualización del INGEI, en abril de 2018, los sectores de Energía, Agricultura y UTCUTS pasaron por un proceso de revisión de archivo por parte de un experto técnico externo, facilitado por la Red Latinoamericana de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (RedINGEI).

#### **1.2.3.3. Verificación**

Se documenta y registra un conjunto de actividades de comparación entre las estimaciones de los GEI del ET-Nacional y aquellas elaboradas por organismos externos. Se comparan las estimaciones de GEI, datos de actividad estadísticos y paramétricos, y los factores de emisión. Cada ET-Sectorial aplica sus propias fuentes de comparación usando los criterios de las *Directrices del IPCC de 2006*. Algunos ejemplos son la aplicación del *Método de referencia* con el *Método sectorial* en el sector *Energía*; la comparación de las estimaciones de GEI de la Agencia Internacional de Energía (AIE) con las estimaciones propias del ET-Energía.

El detalle de cada procedimiento de verificación se detalla en cada sección respectiva a subcategoría durante el documento.

#### **1.2.3.4. Plan de mejoramiento continuo**

Se documenta y registra un conjunto de actividades y procedimientos para identificar posibles áreas de mejoras, su implementación y presupuesto. Estos temas son abordados por el ET-Nacional durante las reuniones semestrales del SNICHILE, o bilateralmente entre los ET-Sectoriales y el ET-Coordinador.

En el ANEXO 11.03, se presenta un resumen de las actividades de mejoras posibles identificadas por cada ET-Sectorial y el detalle de cada actividad identificada se encuentra en cada subcategoría en los capítulos sectoriales.

#### **1.2.4. Creación y mantención de capacidades**

Línea de acción enfocada en la creación, mantención e incremento de las capacidades técnicas de los profesionales del ET-Nacional del SNICHILE para la generación de los INGEI.

Para identificar las necesidades de capacitación, el ET-Coordinador realiza un diagnóstico de necesidades mediante la identificación de brechas, barreras y obstáculos, para luego priorizar las necesidades. La superación de brechas se ha realizado, usualmente, mediante talleres de capacitación durante las reuniones del SNICHILE.

A lo menos un profesional de cada equipo técnico del SNICHILE ha participado en talleres internacionales e intercambios de experiencias para la creación de capacidades en materia de INGEI. Esto sin lugar a dudas ha sido útil para incrementar la capacidad de los equipos técnicos. De todos modos, se requiere robustecer las capacidades de los profesionales del SNICHILE que son investigadores, con el objetivo de fomentar la investigación científica en materia de INGEI y desarrollar factores de emisión país específico que incrementen la exactitud de las estimaciones del INGEI de Chile.

A la fecha se han efectuado talleres específicos para abordar temas técnicos como la evaluación de la incertidumbre, el acortamiento de brechas de la información y generalidades de los INGEI.

Otra iniciativa relevante del SNICHILE para esta línea de acción es la creación e implementación, desde 2013, de la Red Latinoamericana de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (RedINGEI), cuyo objetivo principal es mantener una red de cooperación sur-sur en materia de inventarios nacionales de GEI entre países latinoamericanos de habla hispana<sup>9</sup>, para facilitar el desarrollo de capacidades técnicas e institucionales a través del intercambio de experiencias y la adopción de las mejores prácticas.

---

<sup>9</sup> A Septiembre de 2018, los países miembros de la Red son: Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, Ecuador, El Salvador, Honduras, México, Panamá, Paraguay, Perú y Uruguay.

En esta instancia de cooperación se han desarrollado actividades relevantes de creación de capacidades, como acceso de dos profesionales del SNICHILE a los cursos de INGEI del Greenhouse Gas Management Institute (GHGMI) y acceso a talleres mediante Webinar.

#### **1.2.5. Archivo y comunicación**

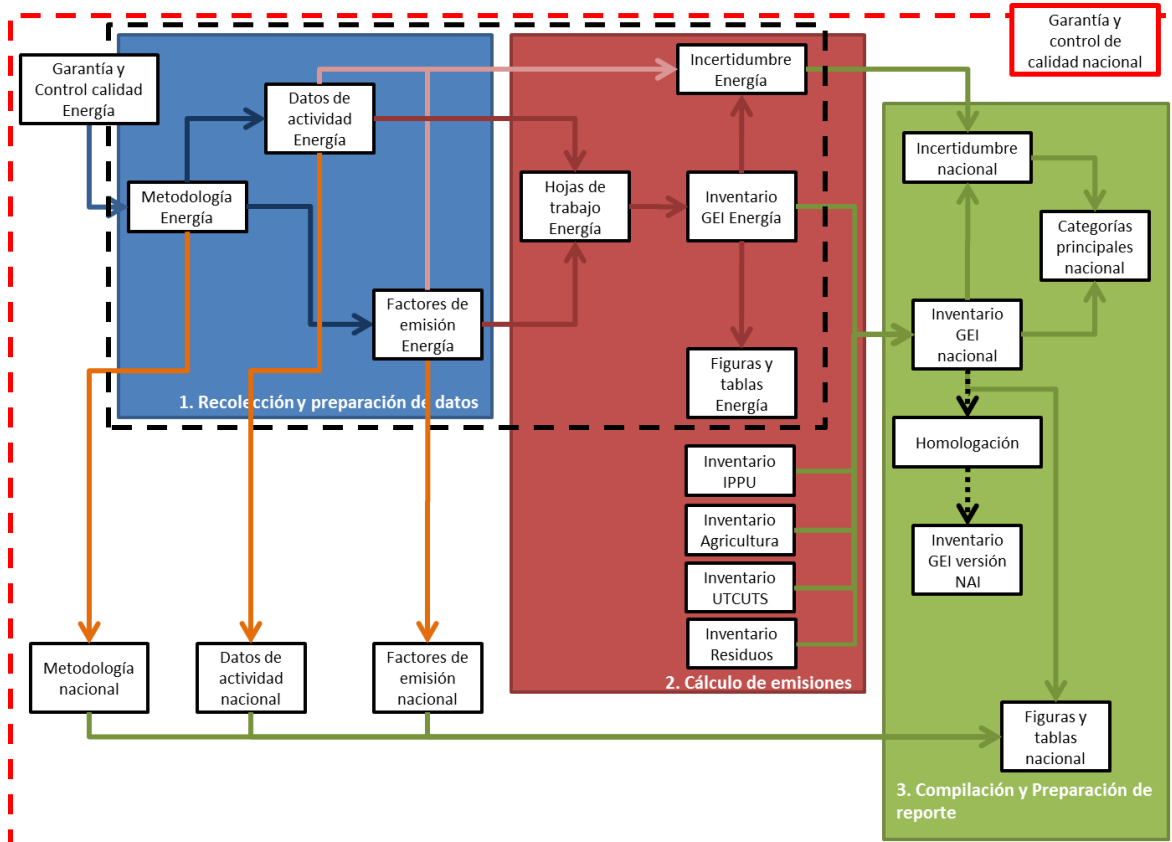
Línea de acción enfocada en la documentación y el archivo de la información relacionada con el INGEI de Chile y con la difusión de dicha información, de modo de asegurar la gestión y la transparencia del INGEI de Chile.

##### **1.2.5.1. Archivo: Sistema de Registro Tabular (SRT)**

Desde 2015, el ET-Coordinador ha implementado un sistema de archivo y documentación para el archivo del INGEI de Chile adecuado a las circunstancias nacionales, denominado Sistema de Registro Tabular (SRT), el cual consiste en un conjunto de carpetas y archivos (documentos y libros de cálculo) estandarizados con el fin de facilitar la gestión de los datos, la estimación de GEI y el tratamiento de los temas transversales relacionados con los INGEI del país. El SRT se encuentra alojado en una nube virtual administrada por el Equipo Técnico Coordinador y operada por la compañía Dropbox. El servicio permite a los usuarios almacenar, compartir y sincronizar carpetas y archivos en línea, entre computadores y otros usuarios. El SRT cuenta con un manual propio que incluye las instrucciones necesarias para la implementación y gestión de los libros de cálculo.

Para comprender el SRT del SNICHILE es necesario entender el proceso de elaboración de los ISGEI y la compilación y elaboración del INGEI de Chile. Esto se presenta de manera simplificada en la Figura 8, en donde se describe el proceso considerando la elaboración del ISGEI de Energía a modo de ejemplo.

Figura 8. Mapa de proceso para la actualización del ISGEI de Energía y la compilación del INGEI de Chile



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

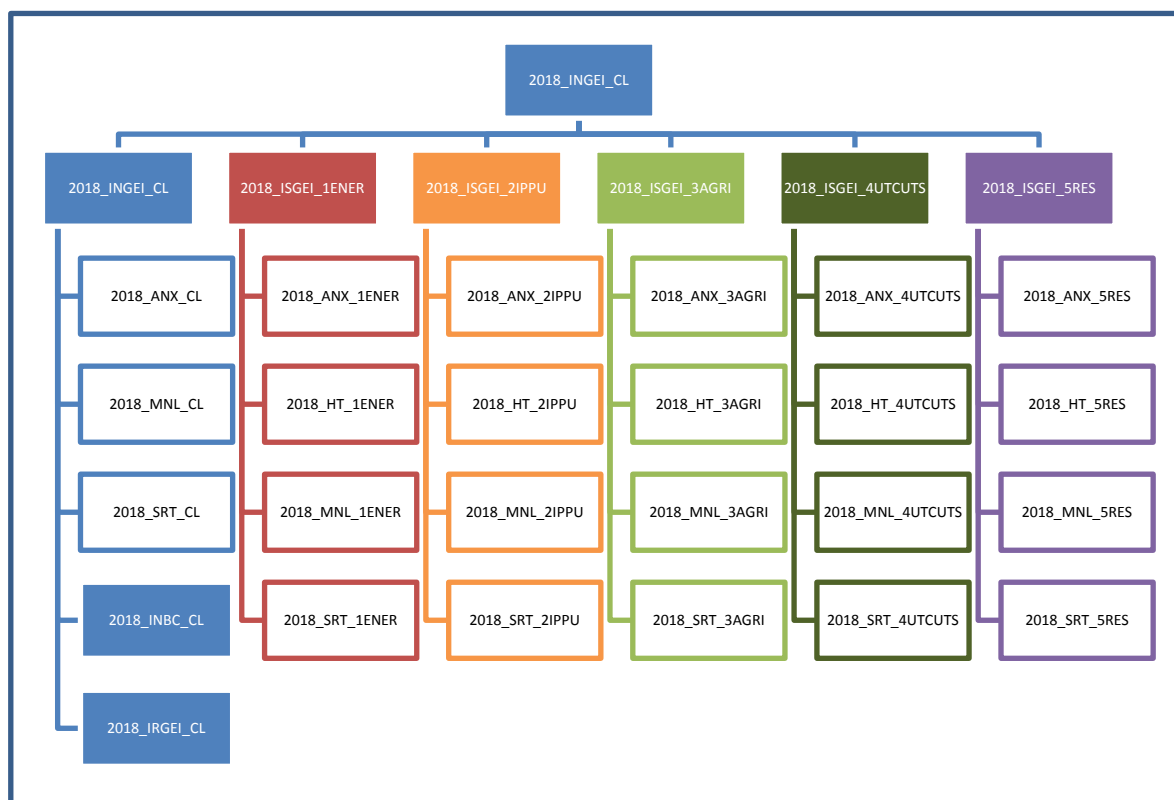
Como se muestra en la figura anterior, el proceso de elaboración del INGEI de Chile consta de tres etapas:

- 1) **Recolección y preparación de datos:** en esta primera etapa los ET-Sectoriales definen el nivel del método para el cálculo de GEI de cada categoría de su respectivo sector. En función de esto se determinan los datos de actividad y paramétricos que serán necesarios. También se determinan los factores de emisión a usar. Toda esta información debe ser reportada por cada ET-Sectorial al ET-Coordinador con fines de documentación.
- 2) **Cálculo de GEI:** los datos recolectados en la etapa anterior son usados para la estimación de las emisiones y absorciones de GEI a lo largo de toda la serie temporal, las cuales conformarán los ISGEI respectivos. Adicionalmente se deberán estimar las incertidumbres a nivel sectorial y elaborar las tablas y gráficos correspondientes. Con todo esto cada ET-Sectorial debe elaborar un *Informe del Inventario Sectorial* de GEI con base en la estructura del documento propuesta por la ET-Coordinadora, el que permitirá compilar y elaborar el IIN de Chile.
- 3) **Compilación y preparación de reporte:** el ET-Coordinador reúne la información generada por los equipos sectoriales y compila la estimación de emisiones y absorciones de GEI de los ISGEI. Además, debe determinarse la incertidumbre total del INGEI de Chile, así como las categorías principales. Adicionalmente, para efectos de cumplimiento de los requisitos

de reporte de la CMNUCC para países en desarrollo, el INGEI de Chile debe someterse a un proceso de homologación (tarea que es responsabilidad del ET-Coordinador), de modo de presentar el INGEI de Chile en formato país no anexo I (NAI).

El SRT se ordena de acuerdo a la Figura 9, en donde se muestra la estructura de archivo establecida. Para cada sector (definido por sus siglas en formato YYYY) se crea una carpeta (2018\_ISGEI\_YYYY) que a su vez contiene cuatro subcarpetas: 2018\_ ANX\_YYYY, que contiene todos los documentos de respaldos de los datos de actividades y otra información relevante para el sector; 2018\_HT\_YYYY, que contiene los documentos referidos exclusivamente a la estimación de GEI, como libros de cálculo o bases de datos del software del IPCC; 2018\_MNL\_YYYY, que contiene el manual de procedimiento sectorial y el manual de usuario del SRT de cada sector; y la subcarpeta 2018\_SRT\_YYYY contiene los libros de cálculo para el reporte de datos de actividad, factores de emisión, emisiones y otra información estipulada de antemano por la entidad nacional coordinadora. Adicionalmente se crea una carpeta referida a información propia del INGEI, 2018\_INGEI\_CL, en la que se compila la información sectorial y a la vez contiene la estimación de emisiones de carbono negro 2018\_INBC\_CL y de los inventarios regionales 2018\_IRGEI\_CL.

Figura 9. Mapa de proceso de SRT del INGEI de Chile



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Para la formulación tanto de los nombres de las carpetas y el resto de los documentos se estableció una estructura de nomenclatura, que indicara el año de presentación del documento o sufijo (2018 en este caso), el objetivo del documento o raíz y el sector asociado al documento (1ENER para Energía, 2IPPU para IPPU, 3AGRI para Agricultura, 4UTCUTS para UTCUTS, 5RES para Residuos y CL en el caso del INGEI).

La Tabla 4 presenta el listado de los códigos de libros de cálculo incluidos en las subcarpetas 2018\_SRT\_XYYY de cada sector, incluyendo una breve descripción de cada uno.

Tabla 4. Descripción de documentos del SRT

Código	Nombre	Descripción
2018_AI_XYYY	Arreglos Institucionales Sector XYYY	Archivo que contiene información base del equipo técnico sectorial respectivo, responsabilidades, acuerdos de trabajo, planificación sectorial, etc.
2018_DA_XYYY	Datos de Actividad Sector XYYY	Archivo que contiene datos de actividad estadísticos y paramétricos para todas las categorías del sector respectivo
2018_EFDB_XYYY	Base de Datos FE Nivel 2 Sector XYYY	Archivo que contiene los detalles de información necesaria de factores de emisión Nivel 2 del sector respectivo para ser ingresadas a la EFDB del IPCC
2018_FE_XYYY	Factores de Emisión Sector XYYY	Archivo que contiene todos los factores de emisión utilizados por el sector respectivo
2018_GEI_XYYY	Inventario Sectorial de GEI de XYYY	Archivo que contiene todas las tablas de emisiones de GEI por año y en serie de tiempo por GEI y en CO <sub>2</sub> eq del ISGEI respectivo por GEI
2018_INC_XYYY	Incertidumbre Sector XYYY	Archivo que contiene el cálculo y reporte de la incertidumbre del sector respectivo
2018_MET_XYYY	Métodos Sector XYYY	Archivo que contiene información sobre los métodos utilizado (incluyendo las claves de notación) para la estimación de GEI
2018_NARE_XYYY	Necesidades, apoyo recibido y entregado Sector XYYY	Archivo que contiene las necesidades y apoyo recibido y entregado levantadas por cada sector para el período 2017-2018
2018_SGCC_XYYY	Sistema de garantía y control de calidad del sector XYYY	Archivo que contiene todas las medidas de control y garantía de la calidad, responsables, plan de mejoramiento, mejoras realizadas y actividades de creación y mantención de actividades aplicadas o por aplicar del sector respectivo
2018_TAB_XYYY	Tablas y figuras ISGEI de XYYY	Archivo que contiene las tablas y gráficos claves para el informe del ISGEI de respectivo

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

En la carpeta 2016\_SRT\_CL se han dispuesto adicionalmente algunos documentos únicamente disponibles para la entidad a cargo de la compilación del INGEI, descritos en la Tabla 5.

Tabla 5. Descripción de documentos de SRT exclusivos de entidad coordinadora

Código	Nombre	Descripción
2018_COD_CL	Nombres comunes	Archivo que homologa nombres de categorías desde la versión utilizada en el INGEI a una versión explicativa para la realidad de Chile
2018_CP_CL	Categorías Principales	Archivo que contiene los cálculos y reporte de categorías principales del INGEI de Chile
2018_GEIAR2_CL	Inventario Nacional de GEI de Chile con PCG AR2	Equivalente al archivo 2018_GEI_CL pero utilizando los PCG del AR2 para la transformación de emisiones a CO <sub>2</sub> eq
2018_GEIAR5_CL	Inventario Nacional de GEI de Chile con PCG AR5	Equivalente al archivo 2018_GEI_CL pero utilizando los PCG del AR5 para la transformación de emisiones a CO <sub>2</sub> eq
2018_INT_CL	Indicadores de intensidad carbónica	Archivo que contiene las series de tiempo de indicadores de emisiones de GEI por PIB y per cápita.
2018_NARE_CL	Homologación	Archivo que contiene el proceso de homologación de categorías desde la versión GL2006 a la versión NAI
2018_PLATGEI_CL	Plataforma Web Versión GL2006	Archivo que contiene la base de datos de emisiones y absorciones de GEI, datos de actividad y factores de emisiones implícitos del INGEI de Chile (versión GL2006) para ser cargada en la plataforma web del SNICHILE
2018_REP_CL	Inventario Nacional de GEI de Chile	Archivo que contiene todas las tablas de resumen por año y en serie de tiempo del INGEI de Chile en versión GL2006
2018_REPNAI_CL	Inventario Nacional de GEI de Chile versión NAI	Archivo que contiene todas las tablas de resumen por año y en serie de tiempo del INGEI de Chile en versión no anexo I (NAI)

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Por otro lado, en las subcarpetas 2018\_SRT\_XYYY de cada sector se encuentran los documentos de en Word, 2018\_IBA\_XYYY y 2018\_IIS\_XYYY. El primero corresponde a la sección del sector



correspondiente del capítulo de Inventario nacional del IBA, mientras que el segundo contiene el capítulo del sector correspondiente para el IIN.

#### **1.2.5.2. Comunicación**

Para la sociabilización de la información relacionada con el INGEI de Chile, de modo de asegurar el acceso y la transparencia del INGEI de Chile, desde 2015 el ET-Coordinador mantiene una plataforma virtual del SNICHILE ([www.snichile.cl](http://www.snichile.cl)) para informar a la ciudadanía sobre las emisiones y absorciones nacionales de GEI. El objetivo último de la plataforma es difundir el INGEI de Chile, ser el reservorio centralizado de información para el SNICHILE y acercar a la población de manera interactiva al tema del cambio climático.

La principal característica de la web es contar con una herramienta de visualización en gráficos y tablas de las emisiones y absorciones de GEI del país. En esta el usuario puede hacer consultas personalizadas para obtener los resultados de acuerdo a sus requerimientos particulares, pudiendo elegir: fuentes, período y tipo de GEI entre otros, además de que el resultado es un gráfico interactivo.

Por último, los profesionales del ET-Nacional participan activamente en seminarios y talleres nacionales e internacionales en donde realizan difusión del INGEI de Chile con presentaciones estandarizadas, generadas por el ET-Coordinador.

### **1.3. Proceso de actualización del INGEI de Chile**

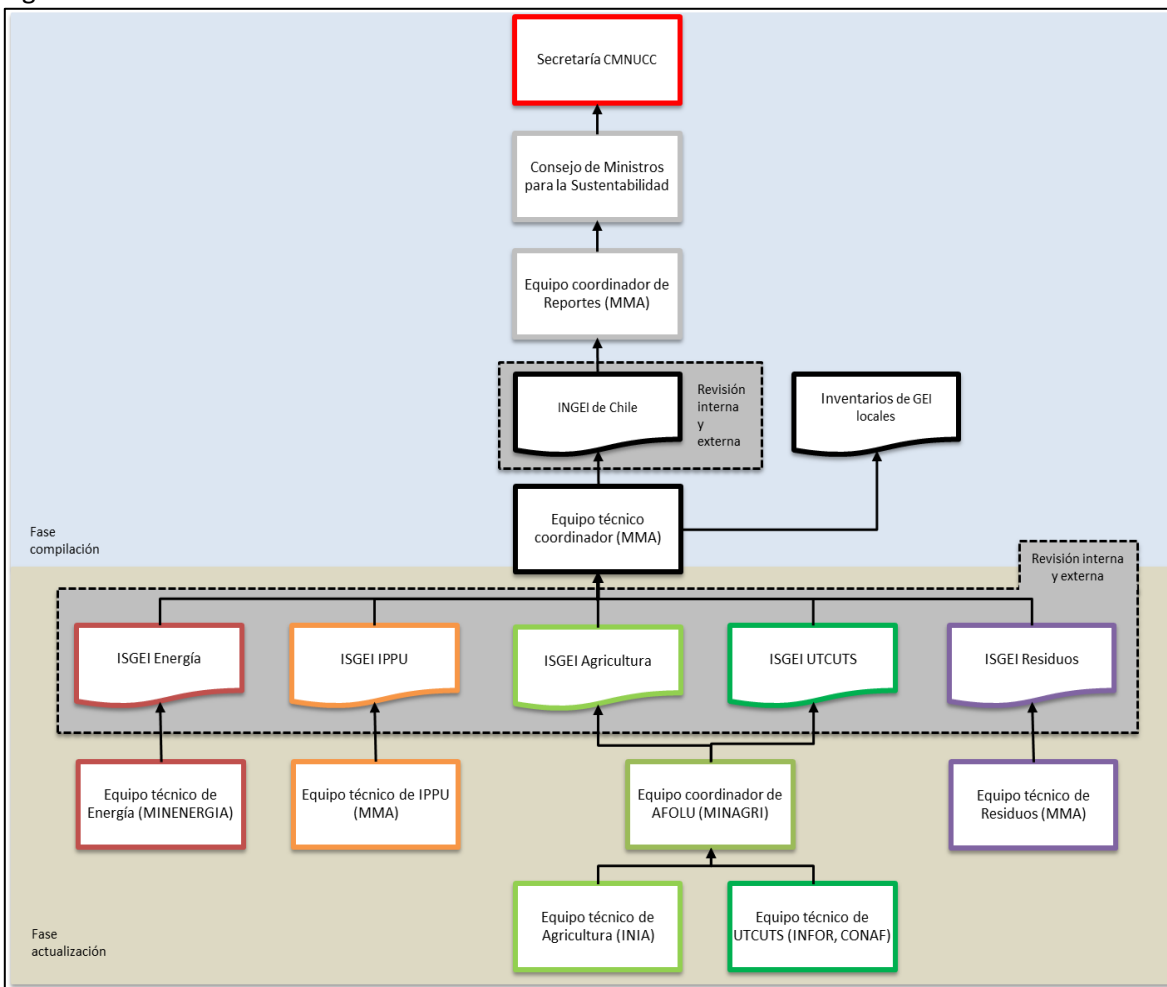
El proceso de elaboración del presente INGEI de Chile comenzó el primer semestre de 2017 y concluyó en el segundo semestre de 2018. Como se observa en la Figura 10, cada Equipo Técnico Sectorial elabora el inventario de GEI de su propio sector lo que implica el levantamiento de la información; el cálculo de las emisiones y absorciones de GEI; y la elaboración del informe del ISGEI. Luego el Equipo Técnico Coordinador compila los ISGEI y desarrolla los temas transversales, genera el inventario de carbono negro y con ese material elabora el INGEI de Chile, los inventarios locales de GEI y sus respectivos informes. Enseguida cada Equipo Técnico Sectorial aprueba el *Informe del Inventario Nacional* en su versión final.

Sobre el proceso de garantía de la calidad, cabe destacar que durante el inventario anterior (serie 1990-2013) culminó con una revisión de expertos de la Agencia Federal de Medio Ambiente de Alemania, a quienes se les agradece su contribución, así como también al proyecto Information Matter de la Sociedad Alemana Para la Cooperación Internacional (GIZ) por la coordinación y al proyecto Low Emission Capacity Building (LECB-Chile) del PNUD que financió parcialmente este proceso.

En el mismo ámbito, el actual INGEI pasó por un breve proceso de garantía de la calidad para los sectores Energía, Agricultura y UTCUTS realizado por un profesional externo, el cual tuvo por objetivo revisar la información reportada, datos de actividad, factores de emisión, tendencia de GEI entre otros. Además de este proceso, se pretende pasar por una revisión más exhaustiva en el marco del trabajo realizado por la Red Latinoamericana de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (RedINGEI).

Por último, el INGEI de Chile se entrega al Equipo Coordinador de Reportes para su inclusión en el *Tercer Informe Bienal de Actualización*, en conjunto con los anexos y otra información relevante como las necesidades y apoyo recibido y entregado en materia de inventarios.

Figura 10. Proceso de actualización del INGEI de Chile



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Durante el proceso de actualización 2017-2018, la capacidad técnica del SNICHILE tuvo un importante avance debido a la experiencia adquirida en la elaboración de los INGEI de Chile anteriores.

Respecto de los recursos financieros, durante 2017-2018, el SNICHILE fue financiado mediante presupuesto nacional del gobierno de Chile y fondos provenientes de proyectos internacionales, como LECB-Chile y Biennial Update Report.

En cuanto a los profesionales de los equipos técnicos, los líderes de equipo fueron profesionales permanentes del gobierno de Chile, por lo tanto, son financiados con presupuesto nacional. Por otro lado, los profesionales encargados de las tareas cotidianas de la elaboración de los ISGEI fueron financiados de forma mixta, algunos de ellos son trabajadores del Estado, mientras que

otros fueron consultores externos contratados específicamente para la elaboración del INGEI de Chile con financiamiento de proyectos internacionales. En los últimos años, han existido importantes avances en la materia, ya que varios de los ET-Sectoriales han contratado, como personal permanente a sus consultores externos o han internalizado, dentro del perfil de cargo de sus profesionales, la función de elaborar INGEI de Chile.

#### 1.4. Metodología y fuentes de información

##### 1.4.1. Metodología y métodos

Para una cuantificación que asegure credibilidad, consistencia y comparabilidad entre los inventarios de los países, la CMNUCC propone las directrices metodológicas elaboradas por el IPCC para la elaboración o actualización de sus inventarios.

El presente INGEI de Chile, serie 1990-2016, es el resultado de la compilación de los ISGEI elaborados siguiendo las *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*<sup>10</sup> y aplicando el software del IPCC<sup>11</sup> (con excepción de los sectores de Agricultura y UTCUTS; y algunas categorías del sector IPPU para las que se utilizó una metodología de nivel 2); incluyendo el análisis de categorías principales, evaluación de la incertidumbre, evaluación de la exhaustividad y recálculos. El ET-Nacional ha decidido implementar, desde el inicio del SNICHILE y del proceso de actualización permanente, las *Directrices del IPCC de 2006* por las razones siguientes:

- Las *Directrices del IPCC de 2006* constituyen los mejores métodos de aplicación global actuales, ya que reflejan los últimos avances científicos para la cuantificación de emisiones y absorciones de GEI;
- El uso de las *Directrices del IPCC de 2006* y el software del IPCC permiten al país reportar sus emisiones en el formato requerido por la CMNUCC;
- Reducción de costos asociados a futuras actualizaciones metodológicas del INGEI de Chile, ya que la tendencia internacional, tanto de países desarrollados y países en desarrollo, es hacia mejorar las metodologías para la elaboración de sus INGEI implementando las *Directrices del IPCC de 2006*; y
- Compatibilizar las metodologías de contabilización de GEI entre diferentes iniciativas desarrolladas por los equipos sectoriales.

Además, el INGEI de Chile ha sido elaborado cumpliendo los requisitos de información de las *Directrices de la Convención para la presentación de los informes bienales de actualización de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención*<sup>12</sup> y de las *Directrices para la preparación de las comunicaciones nacionales de las Partes no incluidas en el anexo I de la Convención*<sup>13</sup>.

Las *Directrices del IPCC de 2006* proporcionan orientaciones sobre buenas prácticas para elaborar INGEI de calidad. Los indicadores de la calidad en los INGEI son:

---

<sup>10</sup> Recuperado de [www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/index.html)

<sup>11</sup> Recuperado de [www.ipcc-nggip.iges.or.jp/software/index.html](http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/software/index.html)

<sup>12</sup> Anexo de la Decisión 17/COP8. Recuperado de <http://unfccc.int/resource/docs/spanish/cop8/cp807a02s.pdf#page=2>

<sup>13</sup> Anexo III de la Decisión 2/COP17. Recuperado de <http://unfccc.int/resource/docs/2011/cop17/spa/09a01s.pdf#page=>

- **Transparencia:** debe existir documentación clara y suficiente para que las personas o los grupos que no sean los elaboradores del inventario entiendan cómo fue elaborado.
- **Exhaustividad:** se deben declarar las estimaciones para todas las categorías pertinentes de fuentes y sumideros, y de GEI, en la totalidad de la cobertura territorial del país.
- **Coherencia:** se deben realizar las estimaciones para diferentes años, gases y categorías, de tal forma que las diferencias entre años y categorías reflejen las diferencias reales en el balance de emisiones. Las tendencias anuales de los inventarios, en la medida de lo posible, deben calcularse por el mismo método y las mismas fuentes de datos en todos los años, y deben tener por objeto reflejar las fluctuaciones anuales reales de emisiones o absorciones, sin estar sujetas a los cambios resultantes de las diferencias metodológicas.
- **Comparabilidad:** se debe reportar el INGEI de forma tal que permite su comparación con los INGEI correspondientes a otros países.
- **Exactitud:** no debe contener estimaciones excesivas ni insuficientes, en la medida en la que pueda juzgarse. Esto significa invertir todo el esfuerzo necesario para eliminar el sesgo en las estimaciones.

Por lo que los elaboradores de inventarios deben utilizar métodos de buenas prácticas para garantizar que los INGEI lleguen a ser lo más transparentes, exhaustivos, coherentes, comparables y exactos posibles, así como para garantizar el mejoramiento continuo con el transcurso del tiempo.

Para estimar las emisiones y absorciones de GEI, el abordaje metodológico general consiste en combinar la información sobre el alcance hasta el cual tiene lugar una actividad humana (denominados datos de la actividad o DA, los cuales pueden ser estadísticos y/o paramétricos) con los coeficientes que cuantifican las emisiones o absorciones por actividad unitaria. Se los denomina factores de emisión (FE). Por consiguiente, la ecuación básica es:

$$\text{Emisiones de GEI} = \text{Datos de actividad (DA)} \times \text{Factores de emisión (FE)}$$

Aunque esta sencilla ecuación es muy usada, las *Directrices del IPCC de 2006* también contienen métodos de equilibrio de masa (principalmente para el sector UTCUTS) y métodos más complejos, divididos generalmente en tres niveles. El método Nivel 1 es el “método por defecto”, la instancia metodológica más simple, aplicable cuando no se cuenta con datos de actividad propios o factores de emisión país específicos. Si bien el método Nivel 1 permite hacer el cálculo, tiene el riesgo de que las circunstancias nacionales no sean debidamente reflejadas. El método Nivel 2 se basa en el mismo procedimiento metodológico del Nivel 1, pero con factores de emisión o datos de actividad paramétricos propios del país o de una región. En estas circunstancias, es altamente probable que las estimaciones de absorciones y emisiones de GEI sean más precisas, por lo cual esta opción debiera aplicarse a las categorías principales. El método Nivel 3 corresponde a métodos específicos de un país (modelos, censos y otros), cuya aplicación se recomienda siempre que hayan sido debidamente validados y, en el caso de los modelos, se hayan publicado en revistas científicas con comité editorial.

En la Tabla 6 se presenta un resumen de los métodos y niveles aplicados en el INGEI de Chile. En la sección 3 a la sección 7 del presente capítulo hay información relativa a las metodologías y los métodos aplicados en cada sector. Destaca la aplicación de métodos Nivel 2 y factores de emisión país específico. Para mayor detalle de la información, se alienta al lector a revisar los capítulos de cada sector en específico.

Tabla 6. Métodos aplicados en el INGEI de Chile, serie 1990-2016

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		HFC		PFC		SF <sub>6</sub>	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
<b>1. Energía</b>	<b>T1, IE, NA, NE, NO</b>	<b>D, IE, NA, NE, NO</b>	<b>T1, T2, IE, NA, NE, NO</b>	<b>D, IE, NA, NE, NO</b>	<b>T1, T2, IE, NA, NE</b>	<b>D, IE, NA, NE</b>						
1.A. Actividades de quema de combustible (método sectorial)	T1, IE, NE	D, IE, NE	T1, T2, IE, NE	D, IE, NE	T1, T2, IE, NE	D, IE, NE						
1.A.1. Industrias de la energía	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE						
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE						
1.A.3. Transporte	T1, IE, NE	D, IE, NE	T1, T2, IE	D, IE	T1, T2, IE	D, IE						
1.A.4. Otros sectores	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE						
1.A.5. No especificado	IE, NE	IE, NE	IE, NE	IE, NE	IE, NE	IE, NE						
1.B. Emisiones fugitivas de combustibles	T1, NA, NE, NO	D, NA, NE, NO	T1, NA, NE, NO	D, NA, NE, NO	NA, NE, NO	NA, NE, NO						
1.B.1. Combustibles sólidos	NA, NE	NA, NE	T1, NA, NE, NO	D, NA, NE, NO	NA	NA						
1.B.2. Petróleo y gas natural	T1, NE	D, NE	T1, NE	D, NE	NA, NE	NA, NE						
1.B.3. Otras emisiones provenientes de la producción de energía	NO	NO	NO	NO	NO	NO						
1.C. Transporte y almacenamiento de CO <sub>2</sub>	NO	NO										
1.C.1. Transporte de CO <sub>2</sub>	NO	NO										
1.C.2. Inyección y almacenamiento	NO	NO										
1.C.3. Otros	NO	NO										
<b>2. Procesos industriales y uso de productos</b>	<b>T1, T2, NE, NO</b>	<b>D, NE, NO</b>	<b>T1, IE, NO</b>	<b>D, IE, NO</b>	<b>T2, NA, NE, NO</b>	<b>D, NA, NE, NO</b>	<b>T1, NO</b>	<b>D, NO</b>	<b>NA, NE, NO</b>	<b>NA, NE, NO</b>	<b>T1, NA, NO</b>	<b>D, NA, NO</b>
2.A. Industria de los minerales	T2, NE, NO	D, NE, NO										
2.B. Industria química	T1, NO	D, NO	T1, NO	D, NO	T2, NO	D, NO	NO	NO				
2.C. Industria de los metales	T1, T2, NO	D, CS, NO	IE, NO	IE, NO					NO	NO	NO	NO
2.D. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	T1	D										
2.E. Industria electrónica							NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.F. Uso de productos como sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono							T1	D	NE	NE		
2.G. Manufactura y utilización de otros productos					NA, NE	NA, NE			NA, NO	NA, NO	T1, NA, NO	D, NA, NO
2.H. Otros												
<b>3. Agricultura</b>	<b>T1, NO, NA</b>	<b>D, NO, NA</b>	<b>T1, T2, NE, NO, NA</b>	<b>CS, D, NE, NO, NA</b>	<b>T1, T2, NE, NO, NA</b>	<b>CS, D, NE, NO, NA</b>						
3.A. Fermentación entérica			T1, T2, NO	CS, D, NO								

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		HFC		PFC		SF <sub>6</sub>	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.B. Gestión del estiércol			T1, T2, NO	CS, D, NO	T1, T2, NO	CS, D, NO						
3.C. Cultivo del arroz			T1	D, NE, NO								
3.D. Suelos agrícolas					T1, T2, NE	D, CS, NE						
3.E. Quema prescrita de sabanas	NO	NO										
3.F. Quema de residuos agrícola en el campo			T1	D	T1	D						
3.G. Encalado	T1	D										
3.H. Aplicación de urea	T1	D										
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono	NO	NO										
3.J. Otros	NA	NA	NA	NA	NA	NA						
<b>4. Usos de la tierra, cambios en el uso de la tierra y silvicultura</b>	<b>T1, T2, NE, NO</b>	<b>D, CS, NE, NO</b>	<b>T1, T2</b>	<b>D, CS</b>	<b>T1, T2</b>	<b>D, CS</b>						
4.A. Tierras forestales	T1, T2, NE, NO	D, CS, NE, NO	T1, T2	D, CS	T1, T2	D, CS						
4.B. Tierras de cultivo	T1, T2, NO	D, CS, NO	T1	D	T1	D						
4.C. Pastizales	T1, T2, NO	D, CS, NO	T1, T2	D, CS	T1, T2	D, CS						
4.D. Humedales	T1, T2, NO, NE	D, CS, NO, NE										
4.E. Asentamientos	T1, T2, NE	D, CS, NE										
4.F. Otras tierras	T1, T2, NE, NO	D, CS, NE, NO	T1, T2	D, CS	T1, T2	D, CS						
4.G. Productos de madera recolectada	NE	NE										
4.H. Otros (sírvase especificar)												
<b>5. Residuos</b>	<b>T1, NE</b>	<b>D, NE</b>	<b>T1, NE</b>	<b>D, NE</b>	<b>T1, NE</b>	<b>D, NE</b>						
5.A. Disposición de residuos sólidos			T1	D								
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos			T1	D	T1	D						
5.C. Incineración y quema abierta de residuos	T1, NE	D, NE	T1, NE	D, NE	T1, NE	D, NE						
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales			T1	D	T1	D						
5.E. Otros												
<b>Anx. Partidas informativas</b>	<b>T1, IE</b>	<b>D, IE</b>	<b>T1, IE</b>	<b>D, IE</b>	<b>T1, IE</b>	<b>D, IE</b>						
Anx.1. Tanque internacional	T1	D	T1	D	T1	D						
Anx.1.a. Aviación internacional	T1	D	T1	D	T1	D						
Anx.1.b. Navegación internacional	T1	D	T1	D	T1	D						

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		HFC		PFC		SF <sub>6</sub>	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
Anx.2. Operaciones multilaterales	IE	IE	IE	IE	IE	IE						
Anx.3. Emisiones de CO2 de la biomasa	T1	D										

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA



Tras estimar las emisiones y absorciones de cada uno de los GEI, y para el reporte de estos en forma agregada expresados en dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub> eq), se aplicaron los potenciales de calentamiento global (PCG) del *Cuarto Informe de Evaluación (AR4)* del IPCC. La Tabla 7 muestra los valores.

Tabla 7. Potenciales de calentamiento global usados en el INGEI de Chile, serie 1990-2016

GEI	PCG
CO <sub>2</sub>	1
CH <sub>4</sub>	25
N <sub>2</sub> O	298
HFC-23	14.800
HFC-32	675
HFC-125	3.500
HFC-134a	1.430
HFC-143a	4.470
HFC-152a	124
HFC-227ea	3.220
HFC-236fa	9.810
HFC-245fa	1.030
HFC-365mfc	794
HFC-43-10mee	1.640
CF <sub>4</sub>	7.390
SF <sub>6</sub>	22.800

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA, en base a AR4

#### **1.4.2. Principales fuentes de Información**

A continuación, se presentan las principales fuentes de información (datos de actividad) utilizadas por cada sector en el INGEI de Chile. Mayor detalle sobre las fuentes de información utilizadas se podrá encontrar en cada capítulo sectorial y en la sección de Referencias.

- En el sector Energía se usaron datos de actividad y paramétricos provenientes, mayoritariamente, de los Balances Nacionales de Energía, estadísticas de parque vehicular para el transporte terrestre y factores de emisión por defecto.
- En el sector IPPU se usaron datos de actividad provenientes de los anuarios públicos de las empresas productivas, de las estadísticas oficiales de Chile del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), y del Servicio Nacional de Aduanas; y factores de emisión país específico para las producciones de cal, cemento, vidrio, hierro y acero, mientras que para el resto de las categorías fueron usados factores de emisión por defecto.
- En el sector Agricultura se usaron datos de actividad provenientes principalmente de los *Censos Agropecuarios*; y factores de emisión país específicos para la fermentación entérica (ganado bovino), manejo del estiércol (ganado bovino y porcino) y emisiones directas por uso de fertilizantes inorgánicos nitrogenados, mientras que para las otras categorías se usaron factores de emisión por defecto.
- En el sector UTCUTS se usaron datos de actividad provenientes principalmente del *Catastro Vegetacional y Estadísticas sectoriales*; y factores de emisión país específicos para las tierras forestales provenientes principalmente del *Inventario Forestal Nacional*, mientras que para los otros usos de la tierra se usaron factores de emisión por defecto.

- En el sector Residuos se usaron datos de actividad provenientes de los *Censos* de población del INE, estadísticas de residuos sólidos del MMA, caudales de aguas residuales y lodos de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS) y de la Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional (Casen) que elabora el Ministerio de Desarrollo Social (MDS); y factores de emisión por defecto.

Todos los factores de emisión por defecto provienen de las *Directrices del IPCC de 2006*, mientras que para la estimación de precursores provienen de la *Guía de inventarios de emisiones de contaminantes atmosféricos EMEP/AEMA 2016*. Destaca que la información más relevante del INGEI de Chile la generan las mismas instituciones a las cuales pertenecen los Equipos Técnicos Sectoriales, y en muchos casos son los mismos equipos los que también están a cargo de su elaboración. Esto es una ventaja por la disponibilidad de los datos, el uso eficiente de los recursos y la comprensión de la historia detrás de las distintas tendencias.

Las emisiones de carbono negro fueron estimadas utilizando los mismos datos de actividad levantados por los equipos técnicos sectoriales correspondientes. Las emisiones se estimaron para las fuentes que queman combustibles fósiles o biomasa con fines energéticos; quema de residuos agrícolas; incendios forestales; quema de residuos hospitalarios y cremación entre otras. De acuerdo a la fuente se seleccionó el factor de emisión de material particulado fino (MP2,5) y el factor de especiación de carbono negro respectivo, de acuerdo a la Guía para inventarios de emisiones de contaminantes al aire de la European Monitoring and Evaluation Programme (en inglés: EMEP/EEA, Air pollutant emission inventory guidebook 2016. Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Report No 21/2016, ISSN 1977-8449, <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>). En cuanto a las emisiones de carbono negro del sector UTCUTS, se utilizó el factor de emisión de carbono negro del asociado a la biomasa quemada (Akagi et. al, 2011).

Cabe señalar que en las emisiones de carbono negro, no se estimó las emisiones de la quema de biomasa en hornos que producen ladrillos (ladrilleras), ni tampoco la combustión de petróleo ni gas en los venteos de la producción de petróleo y gas natural, debido a la falta de datos de actividad específicos.

### 1.5. Categorías principales

El concepto de categoría principal permite identificar las categorías que repercuten significativamente en los INGEI de un país en términos del nivel absoluto, tendencias o incertidumbre de las emisiones y absorciones de GEI. Según las *Directrices del IPCC de 2006*, las categorías principales deben ser la prioridad para los países durante la asignación de recursos para la recopilación de datos, compilación, garantía y control de calidad, y generación de informes. En consecuencia, es una buena práctica usar los resultados del análisis de categorías principales como base para la opción metodológica. Ese proceso se traduce en una mejor calidad del inventario, así como en una mayor confianza en las estimaciones desarrolladas.

El ET-Coordinador del SNICHILE ha identificado las categorías principales del INGEI de Chile para 1990 y 2016 de acuerdo con los criterios de nivel y tendencia, aplicando el Método 1 y el Método

2. La inclusión del Método 2 constituye una mejora respecto de la actualización anterior, que solo consideró el Método 1.

El Método 1 evalúa la influencia que ejercen diversas categorías de emisión y absorción sobre el nivel y la tendencia del INGEI. Por lo tanto, las categorías principales según el Método 1, son aquellas que, al sumarse acumuladas en orden de magnitud descendente, totalizan 95 % de la suma total de todas las emisiones y absorciones de GEI del país en términos absolutos.

El Método 2 incluye el análisis de la incertidumbre asociada a la emisión o absorción de GEI de cada categoría, ponderando los resultados de la evaluación de nivel y tendencia del Método 1. Por lo tanto, las categorías principales según el Método 2, son aquellas que, al sumarse acumuladas en orden de magnitud descendente, totalizan 90 % de la suma total de todas las emisiones y absorciones de GEI del país en términos absolutos.

En la Tabla 8 se resumen las fuentes de emisión y sumideros identificados como categorías principales, mostrando a la vez con una «X» el o los criterios y métodos por los que se categorizan de esta forma. Algunas categorías cumplen con criterios tanto de nivel como de tendencia y con ambos métodos como es el caso de 9 de los sumideros y fuentes de emisión de *Tierras forestales que permanecen como tales*. Por otro lado, hay fuentes de emisión que son categoría principal sólo por un criterio como es el caso de *Agentes espumantes* por la tendencia con Método 2.

Este resumen constituye la base para las discusiones con Equipos Técnicos Sectoriales sobre la calidad de las estimaciones y las posibles mejoras. Las categorías principales del INGEI de Chile son también objeto de una documentación más detallada y un control de calidad más exhaustivo.

Mayor información respecto al procedimiento realizado para el análisis de las categorías claves se encuentra en el ANEXO 01.

Tabla 8. Resumen de las categorías principales del INGEI de Chile, serie 1990-2016, de acuerdo con las evaluaciones de nivel y tendencia, usando los Métodos 1 y 2

Código IPCC	Categoría IPCC	GEI	Criterio de Identificación					
			N1 1990	N1 2016	TD1	N2 1990	N2 2016	TD2
1.A.1.	Industrias de la energía - Combustibles Sólidos	CO <sub>2</sub>	X	X	X		X	
1.A.1.	Industrias de la energía - Combustibles Líquidos	CO <sub>2</sub>	X	X	X			
1.A.1.	Industrias de la energía - Combustibles Gaseosos	CO <sub>2</sub>	X	X	X			
1.A.1.	Industrias de la energía - Biomasa	N <sub>2</sub> O						X
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Líquidos	CO <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	X
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Sólidos	CO <sub>2</sub>	X	X	X	X		X
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Gaseosos	CO <sub>2</sub>		X				
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - Biomasa	N <sub>2</sub> O					X	
1.A.3.a.	Aviación civil	CO <sub>2</sub>	X	X	X			
1.A.3.b.	Transporte terrestre	CO <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	X
1.A.3.b.	Transporte terrestre	N <sub>2</sub> O					X	
1.A.3.d.	Navegación marítima y fluvial	CO <sub>2</sub>	X		X			
1.A.4.	Otros sectores - Combustibles Líquidos	CO <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	

Código IPCC	Categoría IPCC	GEI	Criterio de Identificación					
			N1 1990	N1 2016	TD1	N2 1990	N2 2016	TD2
1.A.4.	Otros sectores - Biomasa	CH <sub>4</sub>	X		X	X	X	X
1.A.4.	Otros sectores - Combustibles Gaseosos	CO <sub>2</sub>		X				
1.B.1.	Combustibles sólidos	CH <sub>4</sub>	X		X	X		X
1.B.2.a.	Petróleo	CH <sub>4</sub>	X		X	X		X
1.B.2.b.	Gas natural	CH <sub>4</sub>	X		X	X	X	X
2.A.1.	Producción de cemento	CO <sub>2</sub>	X	X	X			
2.B.8.a.	Metanol	CO <sub>2</sub>	X		X			
2.C.1.	Producción de hierro y acero	CO <sub>2</sub>	X	X	X			
2.F.1.	Refrigeración y aire acondicionado	HFC		X	X		X	X
2.F.2.	Agentes espumantes	HFC						X
3.A.1.a.	Vacas lecheras	CH <sub>4</sub>	X	X	X	X		X
3.A.1.b.i.	Vacas carne	CH <sub>4</sub>	X	X	X	X		X
3.A.1.b.ii.	Vaquillas	CH <sub>4</sub>	X	X	X	X		X
3.A.1.b.iii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	CH <sub>4</sub>	X		X			
3.A.1.b.iv.	Jóvenes carne (novillo 1-2 años)	CH <sub>4</sub>	X		X			
3.A.1.b.v.	Terneros	CH <sub>4</sub>	X		X	X		
3.A.2.	Ovinos	CH <sub>4</sub>	X		X			
3.B.3.	Porcinos	CH <sub>4</sub>	X	X			X	
3.D.1.a.	Fertilizante inorgánicos	N <sub>2</sub> O	X	X	X	X	X	X
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N <sub>2</sub> O	X	X	X	X	X	X
3.D.1.d.	Residuos de cosechas	N <sub>2</sub> O	X		X	X		X
3.D.2.a.ii.1.	Estiércol animal aplicado a los suelos	N <sub>2</sub> O				X	X	X
3.D.2.b.ii.1.	Estiércol animal aplicado a los suelos	N <sub>2</sub> O				X	X	X
4.A.1.a.i.1.	Renovales	CO <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	X
4.A.1.a.i.2.	Planes de manejo (Ley Bosque nativo)	CO <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	X
4.A.1.a.i.3.	Parques y reservas nacionales	CO <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	X
4.A.1.a.ii.	Plantaciones forestales	CO <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	X
4.A.1.b.i.1.	Trozos P. radiata	CO <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	X
4.A.1.b.i.2.	Trozos Eucalyptus spp.	CO <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	X
4.A.1.b.i.4.	Trozos especies nativas	CO <sub>2</sub>	X		X	X		X
4.A.1.b.ii.1.	Leña especies nativas	CO <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	X
4.A.1.b.ii.2.	Leña especies exótica	CO <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	X
4.A.1.b.iii.1.a.	Incendios Bosque nativo	CO <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	X
4.A.1.b.iii.1.b.	Incendios Plantaciones forestales	CO <sub>2</sub>	X	X	X		X	
4.A.1.c.ii.	Sustitución	CO <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	
4.A.2.a.ii.	Tierras de cultivo convertidas en plantaciones forestales	CO <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	X
4.A.2.b.i.	Pastizales convertidos en bosque nativo	CO <sub>2</sub>		X	X			
4.A.2.b.ii.	Pastizales convertidos en plantaciones forestales	CO <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	X
4.B.2.	Tierras convertidas en tierras de cultivo	CO <sub>2</sub>	X	X	X	X	X	

Código IPCC	Categoría IPCC	GEI	Criterio de Identificación					
			N1 1990	N1 2016	TD1	N2 1990	N2 2016	TD2
4.C.2.	Tierras convertidas en pastizales	CO <sub>2</sub>	X	X	X	X		X
5.A.	Sitios de disposición de residuos	CH <sub>4</sub>	X	X	X	X	X	X
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	CH <sub>4</sub>		X		X	X	X

N1 1990: análisis de nivel 1990 Método 1; N1 2016: análisis de nivel 2016 Método 1; TD1: análisis de tendencia 1990-2016 Método 1; N2 1990: análisis de nivel 1990 Método 2; N2 2016: análisis de nivel 2016 Método 2; TD2: análisis de tendencia 1990-2016 Método 2.

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

## 1.6. Evaluación general de la incertidumbre

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, las estimaciones de incertidumbre son parte esencial de un inventario exhaustivo de emisiones y absorciones de GEI. El análisis de la incertidumbre se debe considerar un medio para priorizar los esfuerzos nacionales destinados a aumentar la precisión y exactitud de los inventarios futuros y para guiar las decisiones sobre la elección metodológica.

Para el análisis de la incertidumbre del INGEI de Chile, el Equipo Técnico Coordinador compiló las incertidumbres de factores de emisión, datos de actividad y otros parámetros de estimación de cada ISGEI y desarrolló un análisis usando el Método 1: Propagación del error de las *Directrices del IPCC de 2006*, que estima la incertidumbre en las categorías individuales en todo el inventario, y en las tendencias entre un año de interés y el año de base. Cabe destacar que la incertidumbre de cada categoría individualizada se pondera por las emisiones o absorciones de esa categoría para conocer el aporte a la incertidumbre combinada total.

De acuerdo a este análisis el balance de emisiones y absorciones de GEI del país presenta una incertidumbre combinada de -78,7 % y +79,2 %. En términos generales, los sectores que más aportan a la incertidumbre (contribución a la varianza) del 2016, son el sector UTCUTS, seguido del sector IPPU, el sector Energía, luego el sector Residuos y por último el sector Agricultura. En general, la incertidumbre del INGEI de Chile se explica por el uso de factores de emisión por defecto desde las *Directrices del IPCC de 2006*, más que por la incertidumbre asociada a los datos de actividad.

En el sector Energía, la incertidumbre combinada total fue de -3,0 % y +4,3 % en 2016. Las fuentes de incertidumbre que en mayor medida contribuyen a la varianza se encuentran en las emisiones fugitivas de CH<sub>4</sub> de la extracción de gas natural y combustibles sólidos, seguidas de las emisiones de CO<sub>2</sub> en los combustibles líquidos usados en los automóviles, y las emisiones de CO<sub>2</sub> de los combustibles sólidos en la producción de electricidad. En general, la incertidumbre del sector se explica por el uso de factores de emisión por defecto, más que por los datos de actividad levantados en el Balance Nacional de Energía.

En el sector IPPU, la incertidumbre combinada total fue de -60,8 % y +71,8 % en 2016. Las fuentes de incertidumbre que más contribuyen a la varianza están en las emisiones de HFC de las aplicaciones de refrigeración y aire acondicionado, seguidas de las emisiones de CO<sub>2</sub> en la producción de cemento y cal, y emisiones de HFC de Agentes espumantes. La incertidumbre del sector se debe tanto al uso de factores de emisión por defecto como a los datos de actividad.

En el sector Agricultura, la incertidumbre combinada total fue de -21,0 % y +22,2 % en 2016. Las fuentes de incertidumbre que más contribuyen a la varianza se hallan en las emisiones de N<sub>2</sub>O por Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo, Fertilizantes inorgánicos y Estiércol animal aplicado a los suelos. En general, la incertidumbre del sector se debe a la combinatoria de los numerosos datos paramétricos país específico que se usan para determinar los factores de emisión país específico.

En el sector UTCUTS, la incertidumbre combinada total fue de -54,5 % y +54,5 % en 2016. Las fuentes de incertidumbre que más contribuyen a la varianza se hallan en las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> Renovales, Plantaciones forestales, de las emisiones de CO<sub>2</sub> de las trozas de *Pinus radiata* y de *Eucalyptus spp* y de absorciones por Parques y reservas nacionales. En general, la incertidumbre del sector se debe a la combinatoria de los numerosos datos paramétricos país específico que se usan para determinar los factores de emisión país específico.

En el sector Residuos, la incertidumbre combinada total fue de -67,3 % y +72,6 % en 2016. Las fuentes que más contribuyen a la varianza están en las emisiones de CH<sub>4</sub> en la disposición de residuos sólidos en los diferentes sitios, seguidas de las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O en el tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas. En general, la incertidumbre del sector se debe al uso de factores de emisión por defecto, salvo en las emisiones de CH<sub>4</sub> desde el tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas, caso en que la incertidumbre se relaciona mayoritariamente con los datos de actividad usados.

Mayor información respecto al procedimiento realizado para la evaluación general de la incertidumbre se encuentra en el ANEXO 02.

### **1.7. Evaluación general de la exhaustividad**

La exhaustividad significa que se han preparado estimaciones del INGEI para todas las categorías y gases. En el caso que esto no sea posible, los países deben enumerar todas las categorías y los gases de las categorías que se hayan excluido y proveer una justificación para dicha exclusión.

El INGEI de Chile abarca todo el territorio nacional (continental, insular y antártico) e incluye emisiones y absorciones de GEI en una serie de tiempo que va desde 1990 a 2016 e incluye cada año intermedio.

Los GEI incluidos en el INGEI de Chile son: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, HFC y SF<sub>6</sub>. Por otra parte, se incluyen los precursores CO, NO<sub>x</sub>, COVDM y SO<sub>2</sub>, que se calcularon para todas las fuentes incluidas en el INGEI de Chile y que cuentan con metodologías y factores de emisión por defecto. Adicionalmente se calcularon las emisiones de carbono negro bajo este mismo criterio. Así mismo, el INGEI de Chile incluye casi la totalidad de categorías y subcategorías de fuente y sumidero que componen los sectores.

Las categorías que han sido excluidas, ya sea por falta de datos de actividad o por falta de metodologías apropiadas, se han reportado usando claves de notación<sup>14</sup> en las tablas de reporte

---

<sup>14</sup> Las claves de notación son: NE = No estimada; IE = Incluida en otro lugar; C = Confidencial; NA = No aplica; NO = No ocurre.

de este documento. En línea con las buenas prácticas de las *Directrices del IPCC de 2006*, y para mayor transparencia, en el ANEXO 03 se listan las categorías identificadas como no estimadas (NE) y aquellas incluidas en otro lugar (IE), las cuales deberán ser priorizadas —dependiendo de un análisis de costo/beneficio— en INGEI futuros con el objeto de avanzar en la exhaustividad.

Respecto de los depósitos de carbono del sector UTCUTS, en el presente INGEI de Chile se incluyó la biomasa viva (aérea y subterránea) y madera muerta con factores país específico. Adicionalmente se incluyeron los depósitos correspondientes a hojarasca y materia orgánica del suelo utilizando valores por defecto.

En conformidad con los requerimientos de la Convención y de las *Directrices del IPCC de 2006*, las emisiones de GEI generadas por el consumo de combustibles fósiles para el transporte internacional aéreo y marítimo, y las emisiones de CO<sub>2</sub> de la biomasa quemada con fines energéticos han sido cuantificadas y reportadas como *Partidas informativas*, pero no se incluyeron en el balance de emisiones y absorciones de GEI del país.

## **2. TENDENCIAS DE LAS EMISIONES Y ABSORCIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE CHILE**



En 2016, las emisiones a nivel nacional y por tipo de GEI fueron las siguientes: las emisiones netas<sup>15</sup> de CO<sub>2</sub> contabilizaron 22.186,4 kt; las emisiones de CH<sub>4</sub> contabilizaron 562,6 kt y las emisiones de N<sub>2</sub>O contabilizaron 22,8 kt. En el caso de los gases fluorados, las emisiones de HFC contabilizaron 2.869,1 kt CO<sub>2</sub> eq; y las emisiones de SF<sub>6</sub> contabilizaron 272,3 kt CO<sub>2</sub> eq (Tabla 9).

Respecto a los gases precursores, en 2016 las emisiones en todo el país fueron las siguientes: el NO<sub>x</sub> contabilizó 300,8 kt; el CO contabilizó 963,4 kt; los compuestos orgánicos volátiles distintos del metano (COVDM) contabilizaron 364,0 kt; y por último, el SO<sub>2</sub> contabilizó 357,4 kt (Tabla 9). Por otra parte, las emisiones de carbono negro fueron 19,5 kt para todo el país.

Tabla 9. INGEI de Chile: emisiones antropógenas por las fuentes y absorción antropógena por los sumideros de todos los GEI no controlados por el Protocolo de Montreal y los precursores de los GEI, 2016

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub> neto	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	NO <sub>x</sub>	CO	COVD M	SO <sub>2</sub>
	(kt)			Equivalentes de CO <sub>2</sub> (kt)			(kt)			
Todas las emisiones y las absorciones nacionales	22.186,4	562,6	22,8	2.869,1	NA, NE, NO	272,3	300,8	963,4	364,0	357,4
<b>1. Energía</b>	<b>84.121,0</b>	<b>75,5</b>	<b>3,8</b>				<b>288,0</b>	<b>811,0</b>	<b>254,0</b>	<b>357,4</b>
1.A. Actividades de quema de combustible (método sectorial)	84.119,8	35,5	3,8				285,9	794,2	248,6	357,4
1.A.1. Industrias de la energía	35.483,7	1,6	0,6				104,8	52,5	0,9	119,9
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	15.684,7	6,7	0,9				98,0	143,1	66,6	88,7
1.A.3. Transporte	26.231,2	5,3	1,9				64,8	313,3	138,2	114,0
1.A.4. Otros sectores	6.720,2	21,8	0,3				18,4	285,2	43,0	34,8
1.A.5. No especificado	IE, NE	IE, NE	IE, NE				IE, NE	IE, NE	IE, NE	IE, NE
1.B. Emisiones fugitivas de combustibles	1,2	40,0	NA, NE				2,1	16,9	5,4	NA, NE
1.B.1. Combustibles sólidos	NA, NE	3,7	NA				NA	NA	1,1	NA
1.B.2. Petróleo y gas natural	1,2	36,3	NA, NE				2,1	16,9	4,3	NA, NE
1.B.3. Otras emisiones provenientes de la producción de energía	NE	NE	NE				NE	NE	NE	NE
1.C. Transporte y almacenamiento de CO <sub>2</sub>	NO						NO	NO	NO	NO
1.C.1. Transporte de CO <sub>2</sub>	NO						NO	NO	NO	NO
1.C.2. Inyección y almacenamiento	NO						NO	NO	NO	NO
1.C.3. Otros	NO						NO	NO	NO	NO
<b>2. Procesos industriales y uso de productos</b>	<b>3.322,5</b>	<b>0,9</b>	<b>1,5</b>	<b>2.869,1</b>	<b>NA, NE, NO</b>	<b>272,3</b>	<b>5,6</b>	<b>NE, NO, NA</b>	<b>0,1</b>	<b>NE, NO, NA</b>
2.A. Industria de los minerales	1.601,7						NE	NE	NE	NE
2.B. Industria química	263,3	0,9	1,5	NO			5,6	NE	0,0	NE
2.C. Industria de los metales	1.327,6	IE, NO			NO	NO	NE, NO	NE, NO	0,1	NE, NO
2.D. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	129,9						NE	NE	NE	NE
2.E. Industria electrónica				NO	NO	NO				
2.F. Uso de productos como sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	NA			2.869,1	NE					
2.G. Manufactura y utilización de otros productos			NA, NE		NA, NO	272,3	NA, NE	NA, NE	NA, NE	NA, NE
2.H. Otros							NA	NA	NA	NA
<b>3. Agricultura</b>	<b>445,4</b>	<b>263,6</b>	<b>16,0</b>				<b>3,8</b>	<b>36,3</b>	<b>98,8</b>	

<sup>15</sup> En el presente informe, el término «emisiones netas» refiere a la sumatoria de las emisiones y absorciones de GEI, también se entenderá como «balance de GEI».

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub> neto	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	HFC	PFC	SF <sub>6</sub>	NOx	CO	COVD M	SO <sub>2</sub>
	(kt)			Equivalentes de CO <sub>2</sub> (kt)			(kt)			
3.A. Fermentación entérica		187,3								
3.B. Gestión del estiércol		69,9	0,9						5,3	
3.C. Cultivo del arroz		5,3					IE		NE	
3.D. Suelos agrícolas			15,0				2,8		93,6	
3.E. Quema prescrita de sabanas	NO									
3.F. Quema de residuos agrícola en el campo		1,1	0,0				1,0	36,3		
3.G. Encalado	88,4									
3.H. Aplicación de urea	357,0									
3.I. Otros fertilizantes que contienen carbono	NO									
3.J. Otros	NA	NA	NA							
<b>4. Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura</b>	<b>- 65.703,0</b>	<b>5,1</b>	<b>0,3</b>				<b>3,3</b>	<b>116,1</b>		
4.A. Tierras forestales	- 69.851,9	4,9	0,3				3,2	112,7		
4.B. Tierras de cultivo	1.549,9	0,0	0,0				0,0	1,1		
4.C. Pastizales	1.661,2	0,1	0,0				0,1	2,3		
4.D. Humedales	20,6									
4.E. Asentamientos	368,7									
4.F. Otras tierras	548,6	NO	NO				NO	NO		
4.G. Productos de madera recolectada	NE									
4.H. Otros (sírvase especificar)										
<b>5. Residuos</b>	<b>0,5</b>	<b>217,5</b>	<b>1,2</b>				<b>0,0</b>	<b>0,0</b>	<b>11,0</b>	<b>0,0</b>
5.A. Disposición de residuos sólidos		172,2							10,9	
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos		1,3	0,1						NE	
5.C. Incineración y quema abierta de residuos	0,5	0,0	0,0				0,0	0,0		0,0
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales		44,0	1,1						0,1	
5.E. Otros										
<b>Anx. Partidas informativas</b>										
Anx.1. Tanque internacional	2.249,1	0,1	0,1				2,7	23,7	1,0	21,9
Anx.1.a. Aviación internacional	1.479,7	0,0	0,0				0,9	4,8	0,4	6,4
Anx.1.b. Navegación internacional	769,4	0,1	0,0				1,8	18,9	0,7	15,5
Anx.2. Operaciones multilaterales	IE	IE	IE				IE	IE	IE	IE
Anx.3. Emisiones de CO <sub>2</sub> de la biomasa	35.042,3									

Los valores 0,0 corresponden a cantidades menores a 0,05; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre;

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Junto con la información presentada en la Tabla 9, en el ANEXO 04 se reportan los GEI para toda la serie temporal en un nivel que permita al lector comprender todas las figuras de las siguientes secciones de este informe.

## 2.1. Tendencia de las emisiones de GEI totales de Chile

En 2016, las emisiones de GEI totales<sup>16</sup> del país contabilizaron 111.677,1 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 114,7 % desde 1990 y en un 7,1 % desde 2013 (Tabla 10 y Figura 11). Los principales causantes de la tendencia en las emisiones de GEI totales son las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por la quema de combustibles fósiles (contabilizadas en el sector Energía), las emisiones de CH<sub>4</sub> generadas por el ganado y las emisiones de N<sub>2</sub>O generadas por la aplicación de nitrógeno en los suelos agrícolas (las últimas dos contabilizadas en el sector Agricultura).

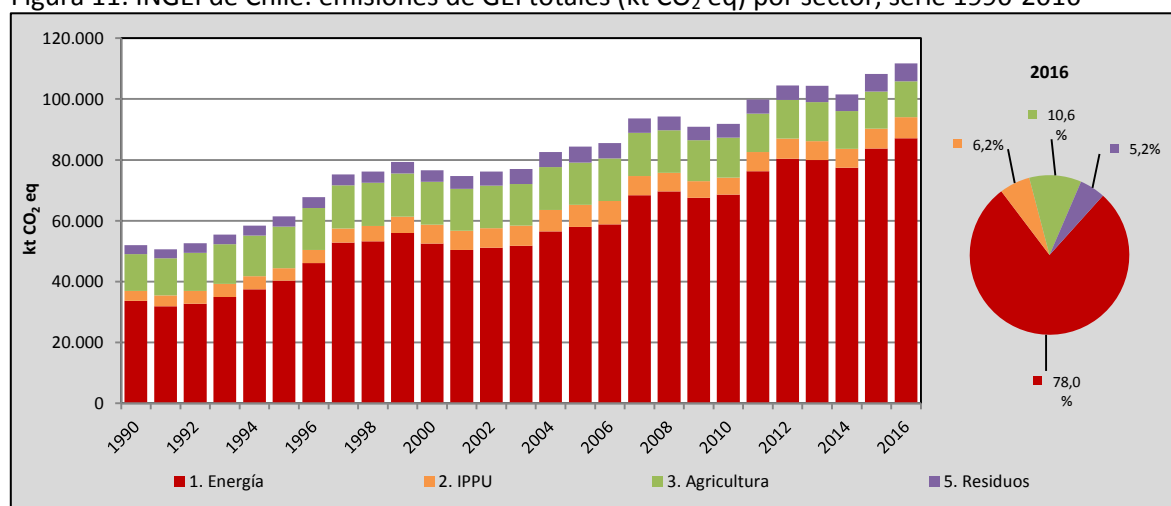
Respecto a las emisiones de GEI totales por sector (Figura 11), el sector Energía representó un 78,0 %, seguido del sector Agricultura (10,6 %), del sector IPPU (6,2 %), y finalmente del sector Residuos (5,2 %).

Tabla 10. INGEI de Chile: emisiones de GEI totales (kt CO<sub>2</sub> eq) por sector, serie 1990-2016

Sector	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
1. Energía	33.679,7	52.511,9	68.623,5	79.993,7	77.417,0	83.713,4	87.135,6
2. IPPU	3.295,4	6.243,6	5.492,5	6.144,0	6.233,9	6.584,8	6.939,3
3. Agricultura	12.071,4	14.008,7	13.244,1	12.848,4	12.419,1	12.210,6	11.801,6
5. Residuos	2.969,3	3.822,4	4.502,2	5.318,4	5.403,9	5.734,5	5.801,1
<b>Total</b>	<b>52.015,9</b>	<b>76.586,7</b>	<b>91.862,3</b>	<b>104.302,7</b>	<b>101.473,9</b>	<b>108.243,3</b>	<b>111.677,5</b>

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Figura 11. INGEI de Chile: emisiones de GEI totales (kt CO<sub>2</sub> eq) por sector, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

### 2.1.1. Tendencias de las emisiones de GEI totales por gas

En 2016, las emisiones de GEI totales estuvieron dominadas por el CO<sub>2</sub>, representando un 78,7 %, seguido del CH<sub>4</sub> con un 12,5 %, del N<sub>2</sub>O con un 6,0 % y de los Gases fluorados que contabilizan colectivamente un 2,8 % (Tabla 11 y Figura 12).

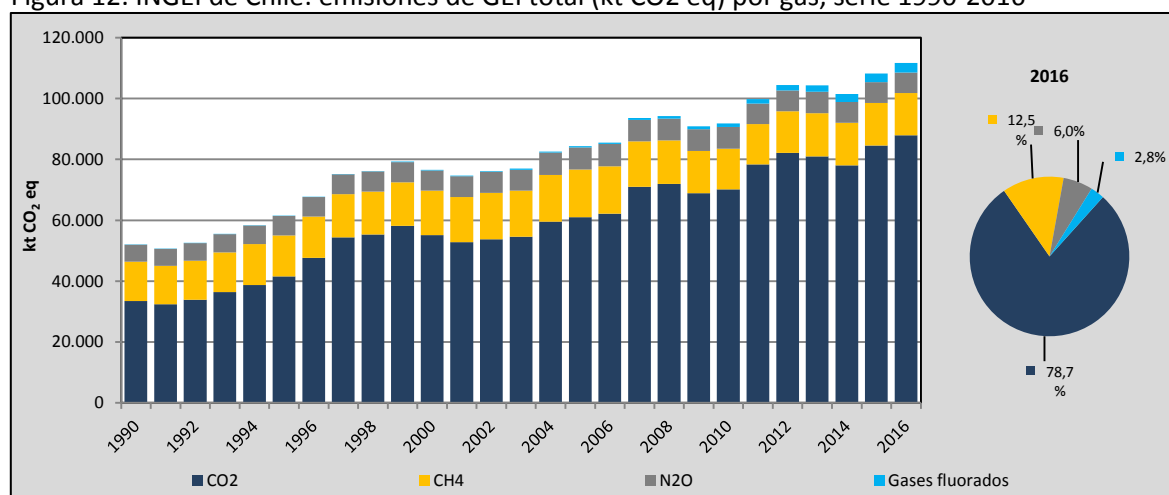
<sup>16</sup> El término «emisiones de GEI totales» refiere solo a la sumatoria de las emisiones de GEI nacionales, expresadas en CO<sub>2</sub> eq. Este término excluye las fuentes de emisión y sumideros de absorción del sector UTCUTS.

Tabla 11. INGEI de Chile: emisiones de GEI total (kt CO<sub>2</sub> eq) por gas, serie 1990-2016

Sector	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
CO <sub>2</sub>	33.490,1	55.116,9	70.137,1	81.007,7	78.032,2	84.565,5	87.889,3
CH <sub>4</sub>	12.894,5	14.623,7	13.390,7	14.227,5	13.962,9	13.983,9	13.937,7
N <sub>2</sub> O	5.569,9	6.670,2	7.091,7	6.967,2	6.908,5	6.862,8	6.708,8
Gases fluorados	61,3	175,9	1.242,7	2.100,3	2.567,6	2.829,5	3.141,4
<b>Total</b>	<b>52.015,9</b>	<b>76.586,7</b>	<b>91.862,2</b>	<b>104.302,7</b>	<b>101.471,2</b>	<b>108.241,8</b>	<b>111.677,1</b>

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Figura 12. INGEI de Chile: emisiones de GEI total (kt CO<sub>2</sub> eq) por gas, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

### 2.1.1.1. Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

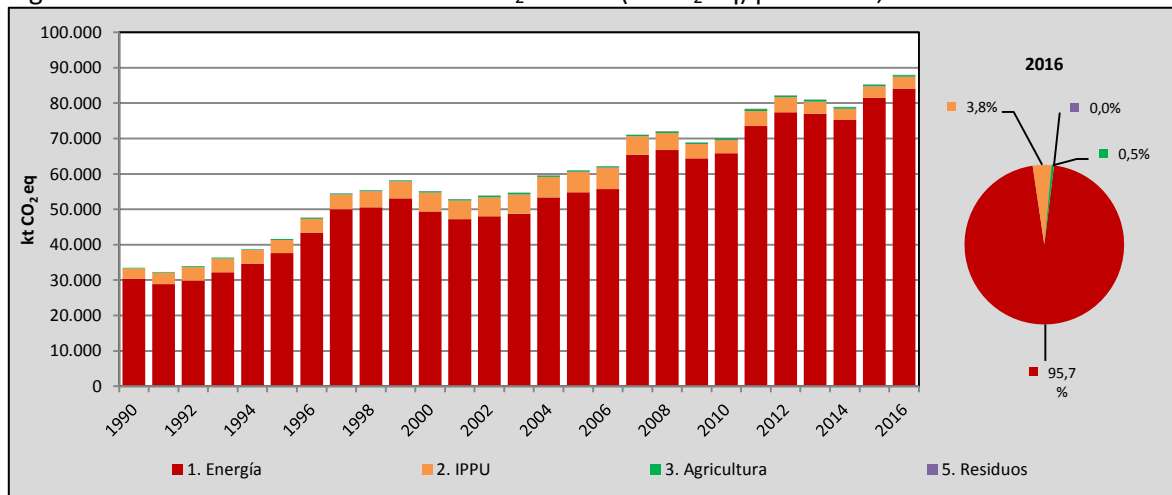
En 2016, las emisiones de CO<sub>2</sub> totales contabilizaron 87.889,3 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 162,4 % desde 1990 y en un 8,5 % desde 2013 (Tabla 12 y Figura 13). El sector de mayor relevancia es Energía con un 95,7 %, debido principalmente a la quema de combustibles fósiles; lo sigue el sector IPPU con un 3,8 %, debido a la producción de hierro y acero; luego el sector Agricultura con un 0,5 % por la quema de residuos agrícolas y el sector Residuos, con menos de un 0,01 % asociado a la quema de residuos hospitalarios.

Tabla 12. INGEI de Chile: emisiones de CO<sub>2</sub> totales (kt CO<sub>2</sub> eq) por sector, serie 1990-2016

Sector	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
1. Energía	30.405,6	49.367,0	65.978,1	77.018,3	74.430,4	80.837,0	84.121,0
2. IPPU	2.884,1	5.383,3	3.688,6	3.479,7	3.119,7	3.200,0	3.322,5
3. Agricultura	200,5	366,5	470,1	509,3	481,7	528,1	445,4
5. Residuos	NO	0,1	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5
<b>Total</b>	<b>33.490,1</b>	<b>55.116,9</b>	<b>70.137,1</b>	<b>81.007,7</b>	<b>78.032,2</b>	<b>84.565,5</b>	<b>87.889,3</b>

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Figura 13. INGEI de Chile: emisiones de CO<sub>2</sub> totales (kt CO<sub>2</sub> eq) por sector, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

### 2.1.1.2. Metano (CH<sub>4</sub>)

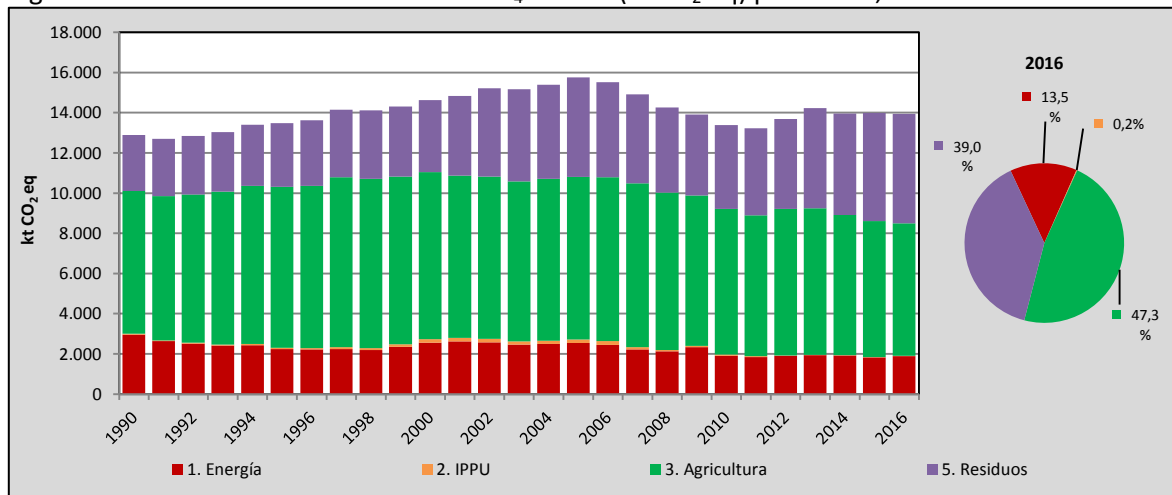
En 2016, las emisiones de CH<sub>4</sub> totales contabilizaron 13.937,7 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 8,1 % desde 1990 y disminuyendo en un 2,0 % desde 2013 (Tabla 13 y Figura 14). El sector de mayor relevancia respecto a las emisiones de CH<sub>4</sub> es Agricultura con un 47,3 %, debido principalmente a las actividades pecuarias asociadas con el proceso de fermentación entérica de los animales rumiantes; lo sigue el sector Residuos con un 39,0 %, debido a la eliminación de residuos sólidos en sitios de disposición final; el sector Energía aporta con un 13,5 %, asociado al uso de leña en el sector residencial; y el sector IPPU con un 0,2 %, generado por la producción de metanol.

Tabla 13. INGEI de Chile: emisiones de CH<sub>4</sub> totales (kt CO<sub>2</sub> eq) por sector, serie 1990-2016

Sector	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
1. Energía	2.952,2	2.558,6	1.912,8	1.930,9	1.918,0	1.820,1	1.888,3
2. IPPU	54,3	171,0	57,1	21,0	15,7	15,0	22,8
3. Agricultura	7.100,4	8.308,8	7.246,5	7.298,7	6.973,8	6.770,5	6.589,5
5. Residuos	2.787,6	3.585,2	4.174,3	4.976,9	5.055,4	5.378,3	5.437,1
<b>Total</b>	<b>12.894,5</b>	<b>14.623,7</b>	<b>13.390,7</b>	<b>14.227,5</b>	<b>13.962,9</b>	<b>13.983,9</b>	<b>13.937,7</b>

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Figura 14. INGEI de Chile: emisiones de CH<sub>4</sub> totales (kt CO<sub>2</sub> eq) por sector, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

### 2.1.1.3. Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)

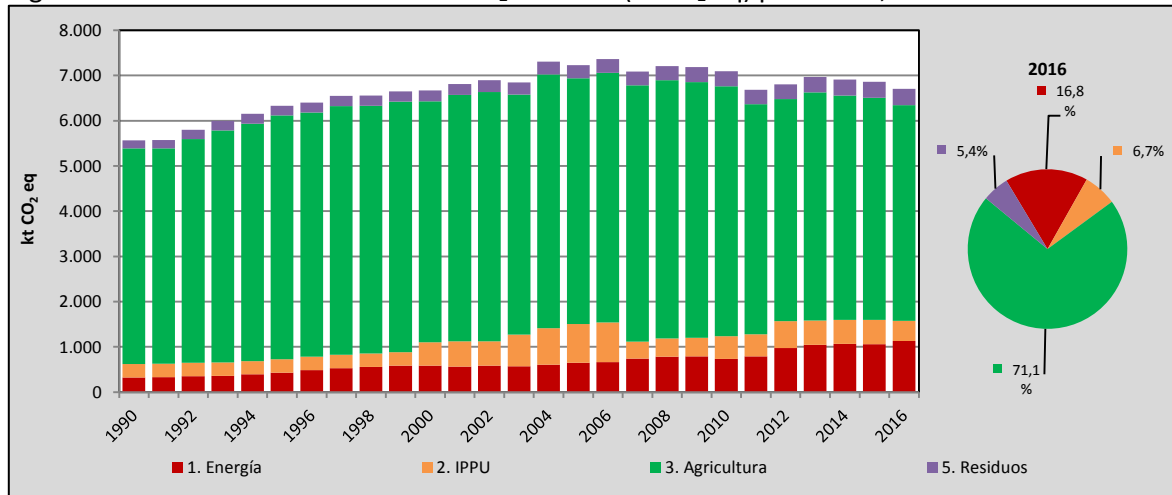
En 2016, las emisiones de N<sub>2</sub>O totales contabilizaron 6.708,8 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 20,4 % desde 1990 y disminuyendo en un 3,7 % desde 2013 (Tabla 14 y Figura 15). El sector de mayor relevancia respecto a las emisiones de N<sub>2</sub>O es Agricultura con un 71,1 %, debido principalmente a las actividades pecuarias asociadas con el estiércol y orina depositados directamente en el suelo; lo sigue el sector Energía aporta con un 16,8 %, asociado con el uso de automóviles; el sector IPPU con un 6,7 %, debido a la producción de ácido nítrico; y el sector Residuos con un 5,4 %, generado por el tratamiento de aguas servidas domiciliarias.

Tabla 14. INGEI de Chile: emisiones de N<sub>2</sub>O totales (kt CO<sub>2</sub> eq) por sector, serie 1990-2016

Sector	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
1. Energía	321,9	586,3	732,6	1.044,4	1.068,6	1.056,3	1.126,3
2. IPPU	295,7	513,3	504,0	541,3	528,2	538,7	452,2
3. Agricultura	4.770,5	5.333,4	5.527,5	5.040,3	4.963,6	4.912,0	4.766,7
5. Residuos	181,7	237,2	327,6	341,2	348,1	355,8	363,5
<b>Total</b>	<b>5.569,9</b>	<b>6.670,2</b>	<b>7.091,7</b>	<b>6.967,2</b>	<b>6.908,5</b>	<b>6.862,8</b>	<b>6.708,8</b>

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Figura 15. INGEI de Chile: emisiones de N<sub>2</sub>O totales (kt CO<sub>2</sub> eq) por sector, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

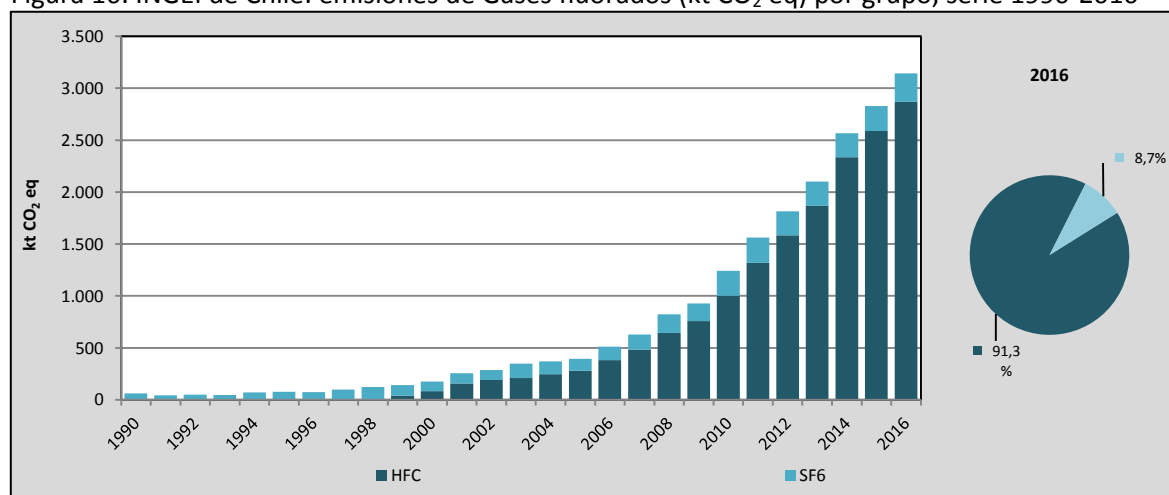
#### 2.1.1.4. Gases fluorados

En 2016, las emisiones de Gases fluorados contabilizaron 3.141,7 kt CO<sub>2</sub> eq. Si bien estos gases fluorados son los menos relevante en términos de las emisiones totales, destaca el incremento del 5.022,8 % desde 1990 y del 49,6 % desde 2013 (Tabla 15 y Figura 16), lo que refleja la creciente importancia de estos GEI. El sector IPPU es el único sector que genera emisiones por Gases fluorados en el país, principalmente por el *Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono*. Por otra parte, los principales Gases fluorados para 2016 fueron los HFC (91,3 %) y el SF<sub>6</sub> (8,7 %) mientras que los PFC no fueron estimados.

Tabla 15. INGEI de Chile: emisiones de Gases fluorados (kt CO<sub>2</sub> eq) por grupo, serie 1990-2016

Sector	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
HFC	NO	81,9	1.000,1	1.868,1	2.337,4	2.588,8	2.869,5
PFC	NO	NE	NE	NE	NE	NE	NE
SF <sub>6</sub>	61,3	94,1	242,7	233,8	232,9	242,3	272,3
<b>Total</b>	<b>61,3</b>	<b>175,9</b>	<b>1.242,8</b>	<b>2.101,9</b>	<b>2.570,3</b>	<b>2.831,1</b>	<b>3.141,7</b>

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Figura 16. INGEI de Chile: emisiones de Gases fluorados (kt CO<sub>2</sub> eq) por grupo, serie 1990-2016

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

## 2.2. Tendencia del balance de GEI de Chile

En 2016, el balance de GEI<sup>17</sup> de Chile contabilizó 46.184,8 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 2.262,4 % desde 1990 y en un 42,5 % desde 2013 (Tabla 16). Los principales causantes de la tendencia del balance de GEI (Figura 17) son las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por la quema de combustibles fósiles (contabilizadas en el sector Energía) y las absorciones de CO<sub>2</sub> de las tierras forestales (contabilizadas en el sector UTCUTS); los valores observados que escapan de la tendencia del balance de GEI (especialmente en 1998, 2002, 2007, 2012 y 2015) son consecuencias, principalmente, de las emisiones de GEI generadas por los incendios forestales (contabilizadas en el sector UTCUTS).

Tabla 16. INGEI de Chile: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por sector, serie 1990-2016

Sector	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
1. Energía	33.679,7	52.511,9	68.623,5	79.993,7	77.417,0	83.713,4	87.135,6
2. IPPU	3.295,4	6.243,6	5.492,5	6.144,0	6.233,9	6.584,8	6.939,3
3. Agricultura	12.071,4	14.008,7	13.244,1	12.848,4	12.419,1	12.210,6	11.801,6
4. UTCUTS	-50.061,0	-62.676,4	-71.930,9	-71.887,5	-55.722,4	-44.972,4	-65.492,3
5. Residuos	2.969,3	3.822,4	4.502,2	5.318,4	5.403,9	5.734,5	5.801,1
<b>Balance</b>	<b>1.955,0</b>	<b>13.910,3</b>	<b>19.931,4</b>	<b>32.416,9</b>	<b>45.751,5</b>	<b>63.270,9</b>	<b>46.185,2</b>
<b>Total</b>	<b>52.015,9</b>	<b>76.586,7</b>	<b>91.862,3</b>	<b>104.304,3</b>	<b>101.473,9</b>	<b>108.243,3</b>	<b>111.677,5</b>

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Respecto a la participación en 2016 de cada sector en el balance de GEI en términos absolutos<sup>18</sup> (Figura 17), el sector Energía representó un 49,2 %, seguido del sector UTCUTS (-37,0 %), del sector Agricultura (6,7 %), del sector IPPU (3,9 %), y por último del sector Residuos (3,3 %). Esto

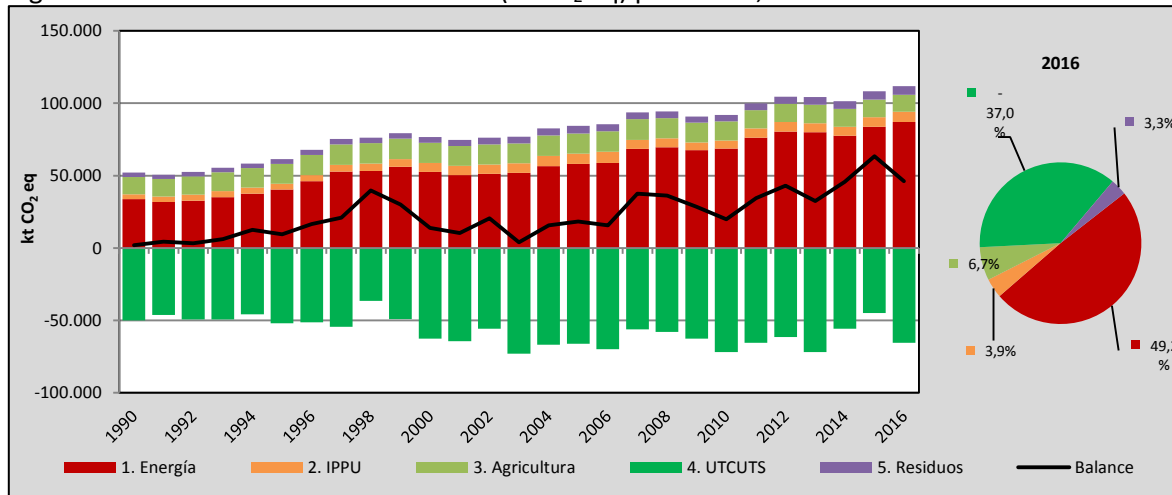
<sup>17</sup> El término «balance de GEI» o «emisiones netas» refiere a la sumatoria de las emisiones y absorciones de GEI, expresadas en dióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub> eq). Este término incluye al sector UTCUTS en su totalidad, emisiones y absorciones.

<sup>18</sup> En el presente informe, el término «absoluto» refiere a la magnitud del valor. Su finalidad es comparar las magnitudes entre emisiones y absorciones de GEI. En este sentido, los valores que correspondan a absorciones se acompañarán de un signo negativo para representar su calidad de sumidero.



demuestra que, tanto en el balance de GEI como en las emisiones totales, el sector Energía es el de mayor relevancia.

Figura 17. INGEI de Chile: balance de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por sector, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

### 2.2.1. Tendencias del balance de GEI por gas

La tendencia de las emisiones y absorciones del país por cada GEI varía según se incluyan o no las fuentes y los sumideros del sector UTCUTS, ya que su inclusión genera un balance entre emisiones y absorciones de GEI, especialmente del CO<sub>2</sub> (Tabla 17).

Tabla 17. INGEI de Chile: emisiones totales y balance de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por gas, serie 1990-2016

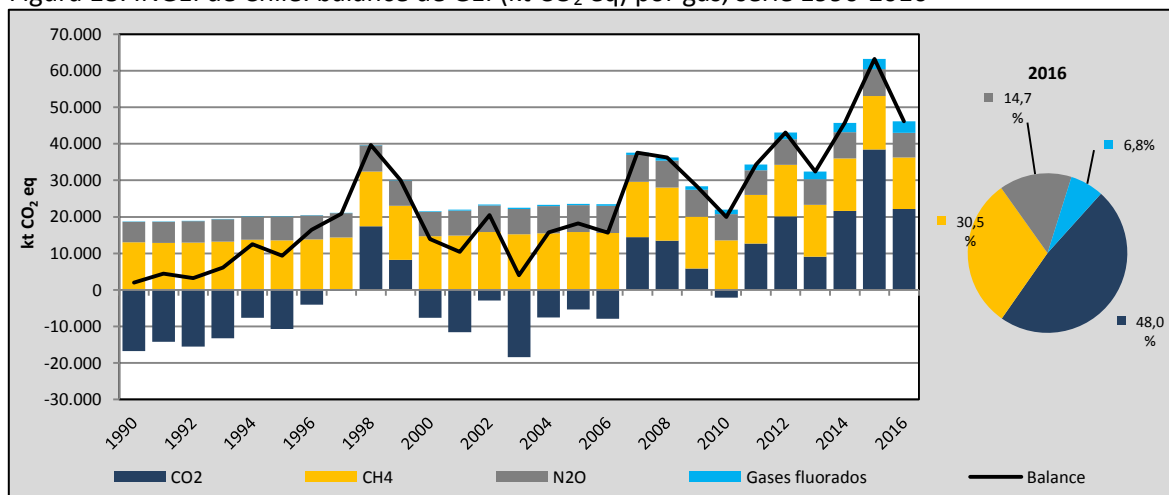
GEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
CO <sub>2</sub> (incl. UTCUTS)	-16.787,6	-7.655,8	-2.080,4	9.056,3	21.624,5	38.428,7	22.186,4
CO <sub>2</sub> (excl. UTCUTS)	33.490,1	55.116,9	70.137,1	81.007,7	78.032,2	84.565,5	87.889,3
CH <sub>4</sub> (incl. UTCUTS)	13.024,9	14.681,5	13.562,8	14.265,8	14.375,3	14.684,7	14.064,3
CH <sub>4</sub> (excl. UTCUTS)	12.894,5	14.623,7	13.390,7	14.227,5	13.962,9	13.983,9	13.937,7
N <sub>2</sub> O (incl. UTCUTS)	5.656,3	6.708,6	7.206,2	6.992,8	7.181,5	7.326,4	6.792,8
N <sub>2</sub> O (excl. UTCUTS)	5.569,9	6.670,2	7.091,7	6.967,2	6.908,5	6.862,8	6.708,8
Gases fluorados	61,3	175,9	1.242,8	2.101,9	2.570,3	2.831,1	3.141,7
HFC	NO	81,9	1.000,1	1.868,1	2.337,4	2.588,8	2.869,5
PFC	NO	NE	NE	NE	NE	NE	NE
SF <sub>6</sub>	61,3	94,1	242,7	233,8	232,9	242,3	272,3
<b>Balance</b>	<b>1.955,0</b>	<b>13.910,3</b>	<b>19.931,4</b>	<b>32.416,9</b>	<b>45.751,5</b>	<b>63.270,9</b>	<b>46.185,2</b>
<b>Total</b>	<b>52.015,9</b>	<b>76.586,7</b>	<b>91.862,3</b>	<b>104.304,3</b>	<b>101.473,9</b>	<b>108.243,3</b>	<b>111.677,5</b>

NO = No ocurre; NE = No estimado.

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

En 2016, el balance de GEI de Chile estuvo dominado por el CO<sub>2</sub>, representando un 48,0 %, seguido del CH<sub>4</sub> con un 30,5 %, del N<sub>2</sub>O con un 14,7 % y los gases fluorados que contabilizaron colectivamente el 6,8 % restante (Figura 18). Es evidente que el CO<sub>2</sub> es el GEI que mueve la tendencia, como demuestran los picos (años 1998, 2002, 2007, 2012 y 2015) y los valles (2003, 2010) de la serie. Llama la atención como el balance del CO<sub>2</sub> es favorable a la absorción para los primeros años de la serie (1990-1998) y para el periodo entre 2000 y 2007. Esto se debe a la absorción de las tierras forestales y al mayor uso de gas natural para la generación eléctrica en comparación con otros combustibles fósiles.

Figura 18. INGEI de Chile: balance de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por gas, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

### 2.2.1.1. Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

En 2016, el balance de CO<sub>2</sub> contabilizó 22.186,4 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 232,2 % desde 1990 y en un 145,0 % desde 2013 (Tabla 18 y Figura 19). En términos absolutos por sector, el sector de mayor relevancia es Energía con un 54,8 %, debido principalmente a la quema de combustibles fósiles; lo sigue el sector UTCUTS con un -42,8 %, el cual actúa como sumidero de CO<sub>2</sub> mediante el incremento de la biomasa en bosques nativos y exóticos; el sector IPPU con un 2,2 %, debido a la producción de hierro y acero; el sector Agricultura con un 0,3 % debido a la quema de residuos agrícolas; y el sector Residuos, con menos de un 0,01 % asociado a la quema de residuos hospitalarios.

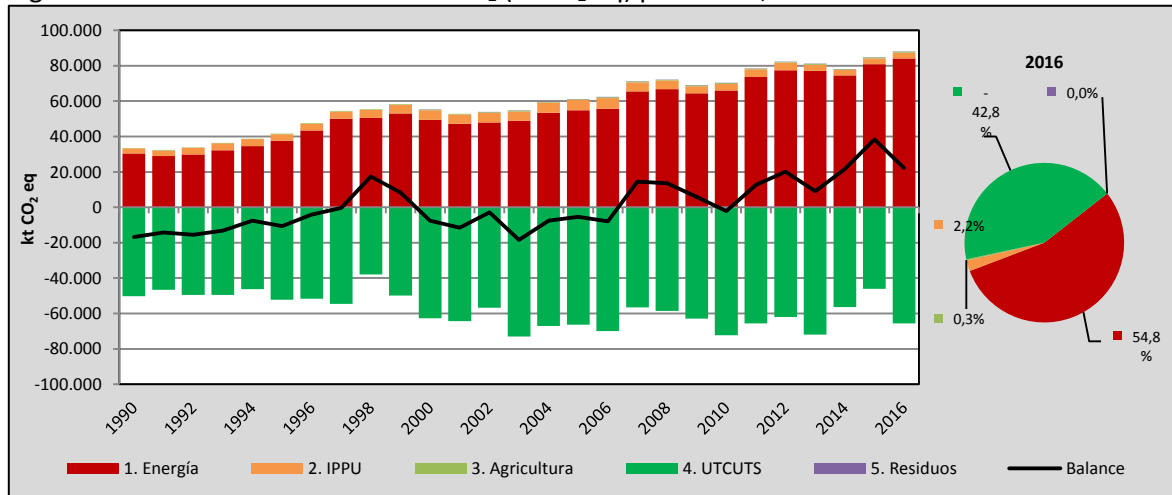
Tabla 18. INGEI de Chile: balance de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) por sector, serie 1990-2016

Sector	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
1. Energía	30.405,6	49.367,0	65.978,1	77.018,3	74.430,4	80.837,0	84.121,0
2. IPPU	2.884,1	5.383,3	3.688,6	3.479,7	3.119,7	3.200,0	3.322,5
3. Agricultura	200,5	366,5	470,1	509,3	481,7	528,1	445,4
4. UTCUTS	-50.277,7	-62.772,7	-72.217,5	-71.951,4	-56.407,8	-46.136,8	-65.703,0
5. Residuos	NO	0,1	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5
<b>Balance</b>	<b>-16.787,6</b>	<b>-7.655,8</b>	<b>-2.080,4</b>	<b>9.056,3</b>	<b>21.624,5</b>	<b>38.428,7</b>	<b>22.186,4</b>

NO = No ocurre.

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Figura 19. INGEI de Chile: balance de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) por sector, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

### 2.2.1.2. Metano (CH<sub>4</sub>)

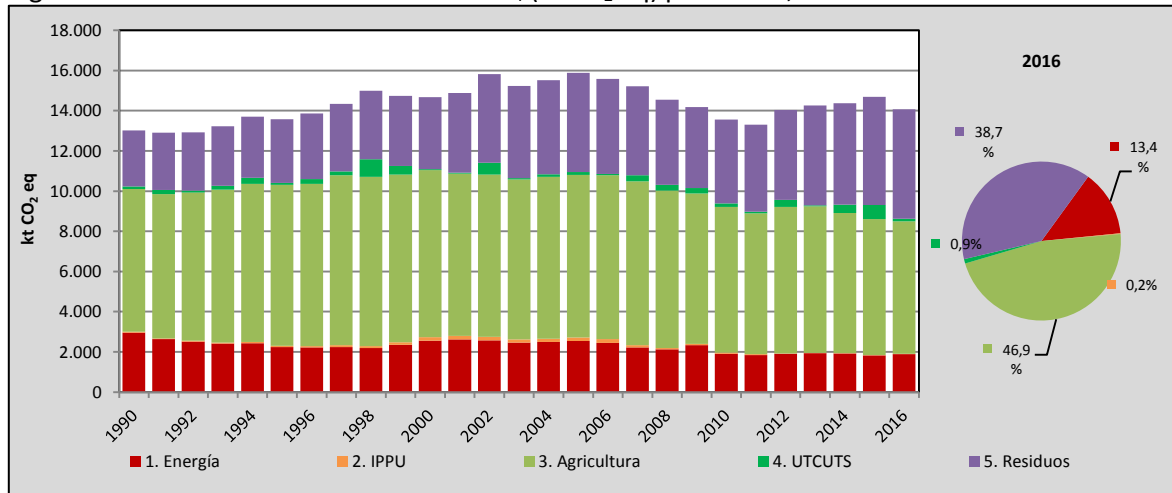
En 2016, las emisiones de CH<sub>4</sub> contabilizaron 14.064,3 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 8,0 % desde 1990 y disminuyendo en un 1,4 % desde 2013 (Tabla 19 y Figura 20). El sector de mayor relevancia respecto a las emisiones de CH<sub>4</sub> es Agricultura con un 46,9 %, debido principalmente a las actividades pecuarias asociadas con el proceso de fermentación entérica de los animales rumiantes; lo sigue el sector Residuos con un 38,7 %, debido a la eliminación de residuos sólidos en sitios de disposición final; el sector Energía aporta con un 13,4 %, asociado al uso de leña en el sector residencial; el sector UTCUTS con un 0,9 % por los incendios forestales y el sector IPPU con un 0,2 %, generado por la producción de metanol.

Tabla 19. INGEI de Chile: emisiones de CH<sub>4</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) por sector, serie 1990-2016

Sector	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
1. Energía	2.952,2	2.558,6	1.912,8	1.930,9	1.918,0	1.820,1	1.888,3
2. IPPU	54,3	171,0	57,1	21,0	15,7	15,0	22,8
3. Agricultura	7.100,4	8.308,8	7.246,5	7.298,7	6.973,8	6.770,5	6.589,5
4. UTCUTS	130,4	57,9	172,1	38,3	412,4	700,8	126,6
5. Residuos	2.787,6	3.585,2	4.174,3	4.976,9	5.055,4	5.378,3	5.437,1
<b>Balance</b>	<b>13.024,9</b>	<b>14.681,5</b>	<b>13.562,8</b>	<b>14.265,8</b>	<b>14.375,3</b>	<b>14.684,7</b>	<b>14.064,3</b>

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Figura 20. INGEI de Chile: emisiones de CH<sub>4</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) por sector, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

### 2.2.1.3. Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O)

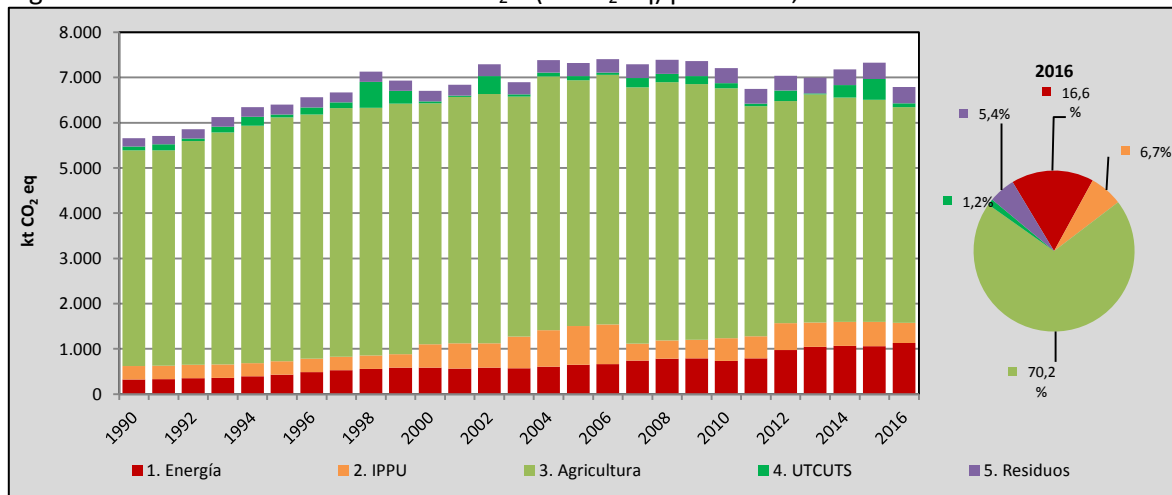
En 2016, las emisiones de N<sub>2</sub>O contabilizaron 6.792,8 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 20,1 % desde 1990 y disminuyendo en un 2,9 % desde 2013 (Tabla 20 y Figura 21). El sector de mayor relevancia respecto a las emisiones de N<sub>2</sub>O es Agricultura con un 70,2 % para el 2016, debido principalmente a las actividades pecuarias asociadas con el estiércol y orina depositados directamente en el suelo; lo sigue el sector Energía con un 16,6 %, asociado con el uso de automóviles; el sector IPPU aporta con un 6,7 %, debido a la producción de ácido nítrico; y el sector Residuos con un 5,4 %, generado por el tratamiento de aguas servidas domiciliarias.

Tabla 20. INGEI de Chile: emisiones de N<sub>2</sub>O (kt CO<sub>2</sub> eq) por sector, serie 1990-2016

Sector	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
1. Energía	321,9	586,3	732,6	1.044,4	1.068,6	1.056,3	1.126,3
2. IPPU	295,7	513,3	504,0	541,3	528,2	538,7	452,2
3. Agricultura	4.770,5	5.333,4	5.527,5	5.040,3	4.963,6	4.912,0	4.766,7
4. UTCUTS	86,4	38,5	114,5	25,6	273,0	463,7	84,0
5. Residuos	181,7	237,2	327,6	341,2	348,1	355,8	363,5
<b>Total</b>	<b>5.656,3</b>	<b>6.708,6</b>	<b>7.206,2</b>	<b>6.992,8</b>	<b>7.181,5</b>	<b>7.326,4</b>	<b>6.792,8</b>

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Figura 21. INGEI de Chile: emisiones de N<sub>2</sub>O (kt CO<sub>2</sub> eq) por sector, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

#### 2.2.1.4. Gases fluorados

Las emisiones de GEI generadas por los Gases fluorados no se ven afectadas por la inclusión o exclusión de UTCUTS; por lo tanto, el análisis de la participación de los Gases fluorados en las emisiones totales de GEI (1.1.1.4) es el mismo para el balance de GEI.

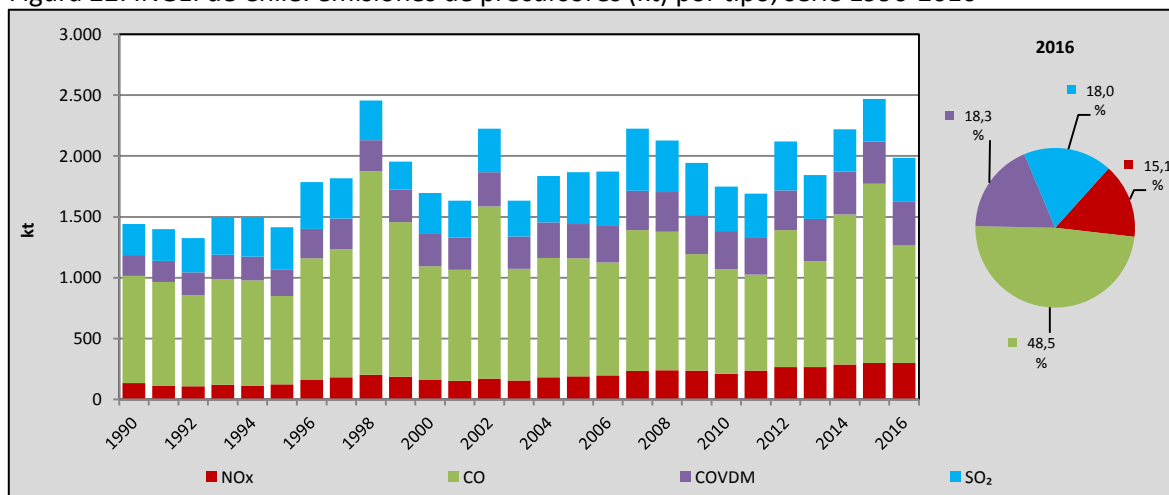
### 2.3. Tendencia del balance de gases precursores y carbono negro

#### 2.3.1. Gases precursores

Hasta el momento, la estimación y reporte de los gases precursores no es competencia del SNICHILE, por lo que solo se han estimado e incluido parcialmente emisiones de CO, NO<sub>x</sub>, COVDM y SO<sub>2</sub>. En este sentido solo se consideraron fuentes para las que se tienen datos de actividad utilizadas para la estimación de GEI y factores de emisión por defecto.

En 2016, las emisiones de precursores, incluyendo todos los sectores del inventario, contabilizaron un total de 1.985,5 kt, las que estuvieron dominadas por el CO, representando un 48,5 %, seguido de los COVDM con un 18,3 %, el SO<sub>2</sub> con un 18,0 % y luego los NO<sub>x</sub> con un 15,1 % (Figura 22).

Figura 22. INGEI de Chile: emisiones de precursores (kt) por tipo, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

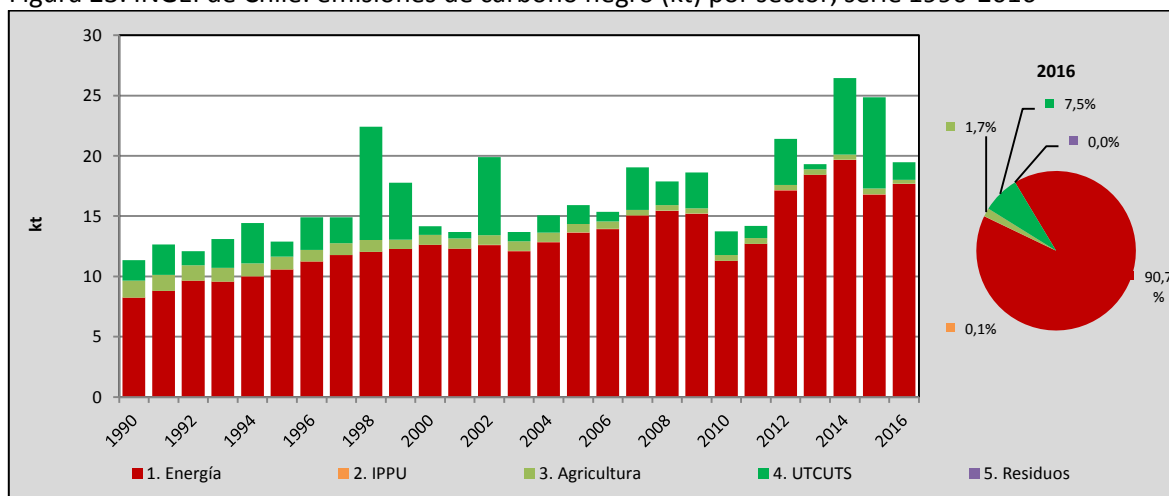
### 2.3.2. Carbono negro

En el presente inventario el SNICHILE estimó por primera vez las emisiones de carbono negro para la serie 1990-2016. El detalle de la tendencia de emisiones y metodología de estimación se encuentra en el ANEXO 05.

En 2016, las emisiones de carbono negro contabilizaron 19,5 kt, incrementándose en un 71,8 % desde 1990 y en un 0,8 % desde el 2013. El principal causante de la tendencia son las emisiones asociadas al uso de biomasa con fines energéticos en el sector Energía. Los aumentos de los años 1998, 2002, 2007, 2012, 2014 y 2015 se deben a las emisiones de carbono negro relacionadas con los incendios forestales. Respecto a la participación de cada sector (Figura 23

Figura 23), el sector Energía representó un 90,7 %, seguido del sector UTCUTS (7,5 %), del sector Agricultura (1,7 %), del sector IPPU (0,1 %) y finalmente del sector Residuos cuyo porcentaje de participación es marginal.

Figura 23. INGEI de Chile: emisiones de carbono negro (kt) por sector, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

## 2.4. Indicadores de intensidad de GEI de Chile

Para el Equipo Técnico Nacional del SNICHILE es importante gestionar la información del INGEI de Chile con el objetivo de comprender la evolución de las emisiones de GEI del país un contexto amplio. Para ello, se han definido indicadores de intensidad que relacionan el balance de GEI y las emisiones totales de GEI con el Producto Interno Bruto (PIB) y con la población (per cápita). Esta sección entrega información al respecto.

### 2.4.1. Emisiones y absorciones de GEI de Chile por Producto Interno Bruto

Chile ha expresado su contribución determinada a nivel nacional (NDC por sus siglas en inglés) de mitigación en términos de emisiones de GEI totales por unidad de Producto Interno Bruto (PIB), expresado en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente por millones de pesos chilenos al 2011 (t CO<sub>2</sub> eq/MMCLP). Para las emisiones de GEI del país se evalúa el balance de GEI y las emisiones de GEI totales.

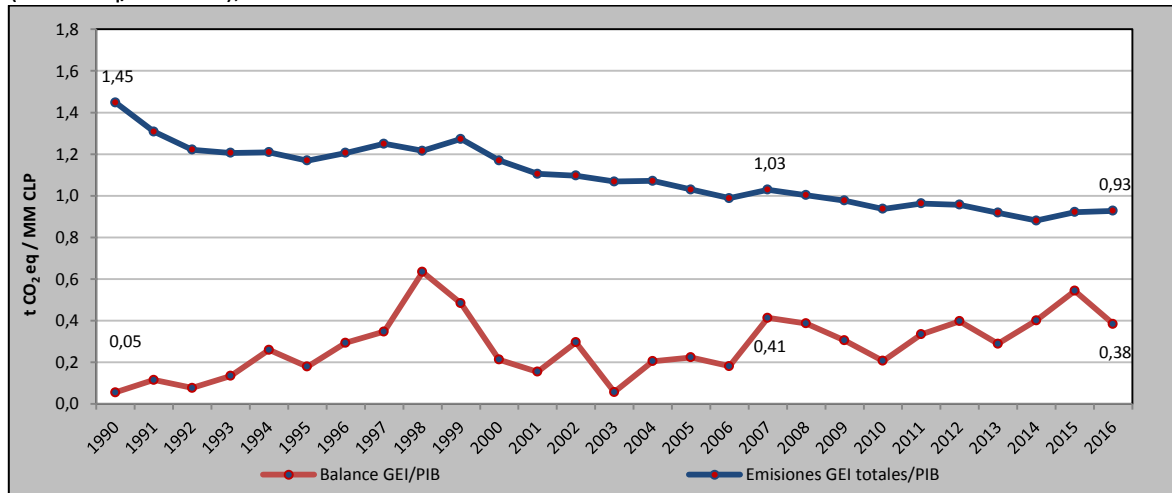
En 2016, el indicador balance de GEI/PIB fue de 0,38 t CO<sub>2</sub> eq/MMCLP, incrementándose en un 605,0 % desde 1990 pero disminuyendo en un 7,0 % desde 2007, año base de Chile en su Contribución Determinada a Nivel Nacional (NDC). La variación interanual observada, con máximas en 1998 y 2015, se debe principalmente a la influencia de los incendios forestales en el balance de GEI del país. Por otro lado, el indicador emisiones de GEI totales/PIB fue de 0,93 t CO<sub>2</sub> eq/MMCLP, disminuyendo en un 35,9 % desde 1990 y en un 9,9 % desde 2007; la tendencia se ve influenciada por las emisiones del sector Energía que domina las emisiones de GEI totales del país (Tabla 21 y Figura 24).

Tabla 21. INGEI de Chile: balance de GEI por PIB y emisiones de GEI totales por PIB (t CO<sub>2</sub> eq/MMCLP), serie 1990-2016

Indicador	1990	2000	2007	2013	2014	2015	2016
Balance GEI/PIB	0,05	0,21	0,41	0,28	0,39	0,53	0,38
Emisiones GEI totales/PIB	1,45	1,17	1,03	0,91	0,87	0,91	0,93

Fuente: Elaboración propia del Equipo Técnico Coordinador del MMA con base en información del Banco Central de Chile

Figura 24. INGEI de Chile: balance de GEI por PIB y emisiones de GEI totales por PIB (t CO<sub>2</sub> eq/MMCLP), serie 1990-2016



Fuente: elaboración propia del Equipo Técnico Coordinador del MMA con base en información del Banco Central de Chile

#### 2.4.2. Emisiones y absorciones de GEI de Chile per cápita

Este indicador relaciona las emisiones de GEI del país con sus habitantes (per cápita), y expresado esa relación en toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente per cápita (t CO<sub>2</sub> eq per cápita). Para las emisiones de GEI del país se evalúa el balance de GEI y las emisiones de GEI totales.

En 2016, el indicador balance de GEI per cápita fue de 2,5 t CO<sub>2</sub> eq per cápita, incrementándose en un 1.611,4 % desde 1990 y en un 11,6 % desde 2007. La variación interanual observada, con máximas en 1998 y 2015, se debe principalmente a la influencia de los incendios forestales en el balance de GEI del país. Por otro lado, el indicador emisiones de GEI totales per cápita fue de 6,1 t CO<sub>2</sub> eq per cápita, incrementándose en un 55,5 % desde 1990, y en un 8,2 % desde 2007; la tendencia se ve influenciada por las emisiones del sector Energía que domina las emisiones de GEI totales del país (Tabla 22 y Figura 25).

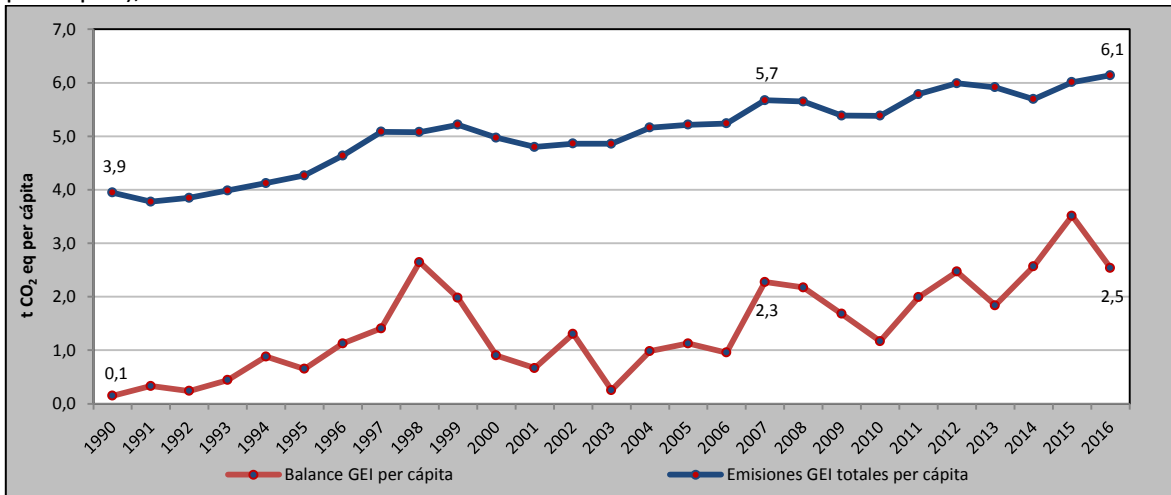
Tabla 22. INGEI de Chile: balance de GEI per cápita y emisiones de GEI totales per cápita (t CO<sub>2</sub> eq per cápita), serie 1990-2016

Indicador	1990	2000	2007	2013	2014	2015	2016
Balance GEI per cápita	0,1	0,9	2,3	1,8	2,6	3,5	2,5
Emisiones GEI totales per cápita	3,9	5,0	5,7	5,9	5,7	6,0	6,1

Fuente: elaboración propia del Equipo Técnico Coordinador del MMA con base en Instituto Nacional de Estadísticas (INE)



Figura 25. INGEI de Chile: balance de GEI per cápita y emisiones de GEI totales per cápita (t CO<sub>2</sub> eq per cápita), serie 1990-2016



Fuente: elaboración propia del Equipo Técnico Coordinador del MMA con base en Instituto Nacional de Estadísticas (INE)

### **3. SECTOR ENERGÍA (1)**

### **3.1. Panorama general**

#### **3.1.1. Introducción**

En la actualidad la mayor parte de la energía consumida es obtenida a través de la quema de combustibles fósiles. Para los INGEI, esta actividad se define como la oxidación intencional de materiales dentro de un aparato diseñado para suministrar calor o trabajo mecánico a un proceso, o para usar fuera del aparato. Esta definición es importante para diferenciar el uso de hidrocarburos en procesos industriales para reacciones químicas.

Durante la combustión, el carbono y el hidrógeno de los combustibles fósiles se convierten en dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y en agua (H<sub>2</sub>O), que liberan la energía química del combustible en forma de calor. Este calor es usado directamente (con cierta pérdida por conversión) para producir energía mecánica, la cual se utiliza por lo general en la generación electricidad o para algún sistema de transporte.

El sector Energía, según el IPCC, está comprendido por las siguientes temáticas:

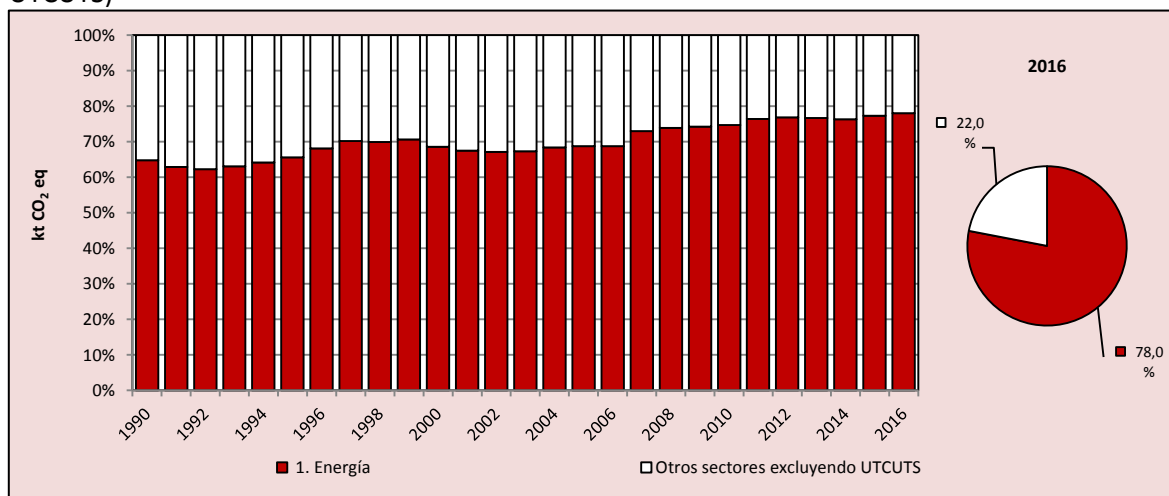
- La exploración y explotación de las fuentes primarias de energía,
- La conversión de las fuentes primarias de energía a fuentes secundarias en refinerías y centrales eléctricas,
- La producción, transporte y distribución de combustibles,
- El uso de combustibles en aplicaciones estacionarias y móviles,
- El transporte y almacenamiento de dióxido de carbono.

De éstas, la más importante en Chile es el uso de combustibles en aplicaciones estacionarias y móviles. Exploración y explotación de fuentes primarias no ocurre de manera muy significativa ya que la mayoría del combustible que se utiliza en Chile es importado; gran parte de éste es en forma de fuente primaria por lo que es necesario transformarlo. Por último, en Chile actualmente no se realiza almacenamiento ni transporte de dióxido de carbono.

#### **3.1.2. Tendencia de las emisiones de GEI**

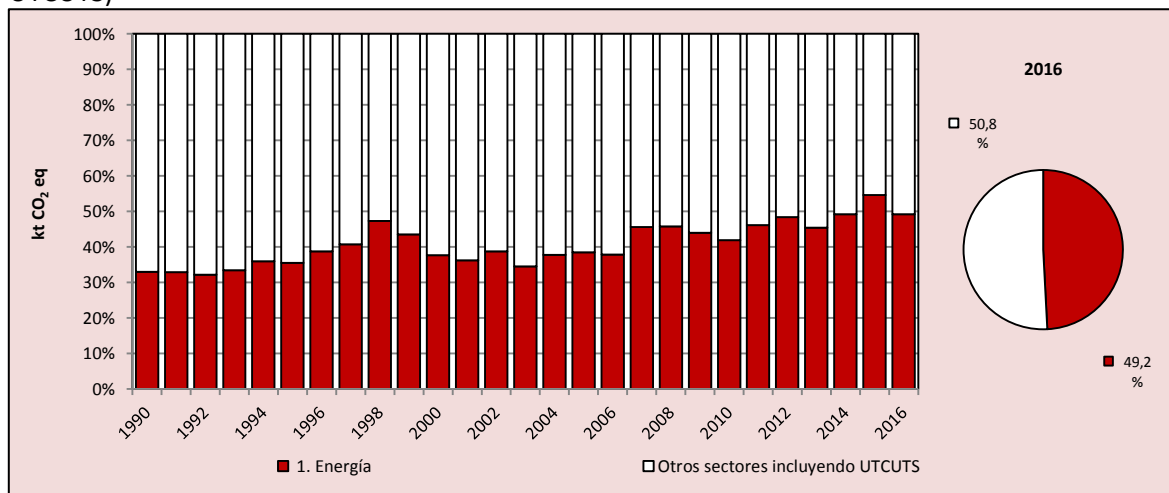
El sector Energía es el principal sector emisor de GEI en el país, representando el 78,0 % de las emisiones de GEI totales (Figura 26) y el 49,2 % del balance de GEI del país (Figura 27) para el 2016.

Figura 26. Sector Energía: participación del sector en las emisiones de GEI totales (excluyendo UTCUTS)



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 27. Sector Energía: participación del sector en el balance de emisiones de GEI (incluyendo UTCUTS)



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

En 2016, las emisiones de GEI del sector contabilizaron 87.135,6 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 158,7 % desde 1990 y en un 8,9 % desde 2013 (Tabla 23 y Figura 28). En general, la principal causa del incremento sostenido del sector se debe al aumento del consumo energético del país, en donde destaca el consumo de carbón mineral y de gas natural para la generación eléctrica (mayor detalle en 3.2.9. *Industrias de la energía*), así como el consumo de combustibles líquidos para transporte terrestre, mayormente diésel y gasolina (mayor detalle en 3.2.10. *Transporte*). En los inicios de la serie histórica, entre 1990 y 1999, se observa un crecimiento casi constante en las emisiones del sector; sin embargo, desde ese último año hasta 2006 se aprecia una disminución y luego un aumento brusco en 2007. Esto se debe a la entrada y posterior caída de la oferta de gas natural proveniente de Argentina, que fue sustituido inicialmente con diésel entre los años 2007 y 2010 dado que es su sustituto natural, dando paso posterior al carbón con la entrada de nuevas centrales generadoras basadas en este energético. Luego en 2008, y con mayor fuerza en 2009, se observa una disminución en las emisiones de GEI del sector, descenso que se atribuye en forma

importante a la crisis económica internacional que comenzó en 2008. El 27 de febrero de 2010 se produjo un terremoto que alcanzó una magnitud de 8,8  $M_w$  y fue seguido de un tsunami entre las regiones Metropolitana y Biobío. Este fenómeno natural retrasó la activación de la economía del país hasta 2011 dado el alto impacto tanto a niveles urbanos como industriales. El alza de las emisiones entre 2011 y 2013 se debe en parte al incremento de generación eléctrica por un aumento en la actividad económica del país impulsado por la minería del cobre, junto con la entrada del carbón para generación eléctrica. En el año 2014 se presenta una baja en emisiones debido principalmente al aumento de lluvia que hubo en esos años, en específico el 2013; dicho aumento permitió almacenar recursos hídricos para el 2014, lo cual hizo aumentar la generación mediante este medio para dicho año. El aumento presentado para los años 2015 y 2016 se debe al aumento de generación térmica, producto de la constante expansión de la matriz energética.

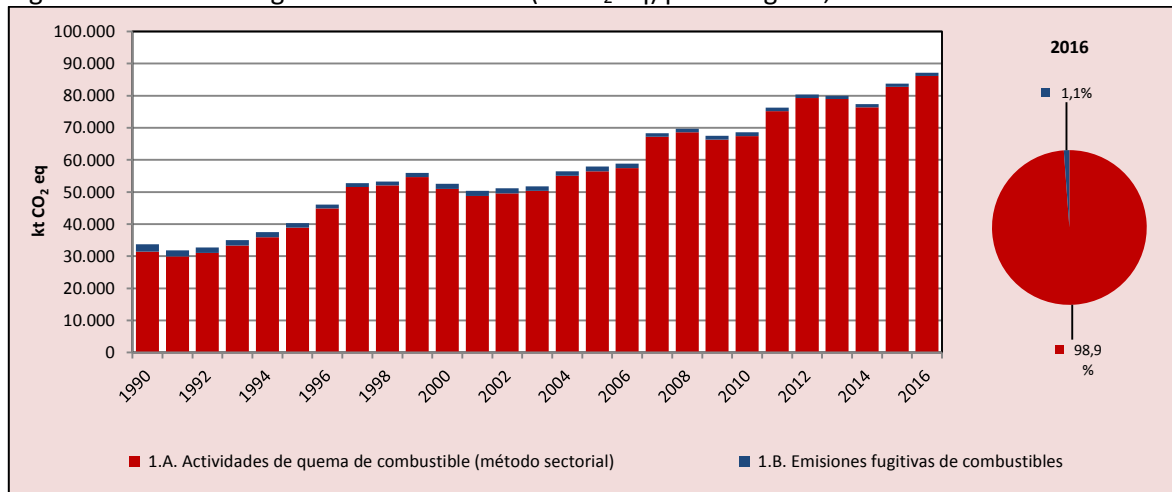
Respecto a las categorías (Figura 28), el 98,9 % de las emisiones de GEI del sector corresponde a la categoría *Actividades de quema de combustible* y el 1,1 % restante a la categoría *Emisiones fugitivas de combustibles*.

Tabla 23. Sector Energía: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por categoría, serie 1990-2016

Categoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
1.A. Actividades de quema de combustible (método sectorial)	31.425,0	50.970,3	67.414,0	78.929,7	76.421,0	82.758,3	86.133,9
1.B. Emisiones fugitivas de combustibles	2.254,7	1.541,6	1.209,5	1.064,0	996,0	955,2	1.001,6
<b>Total</b>	<b>33.679,7</b>	<b>52.511,9</b>	<b>68.623,5</b>	<b>79.993,7</b>	<b>77.417,0</b>	<b>83.713,4</b>	<b>87.135,6</b>

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 28. Sector Energía: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por categoría, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

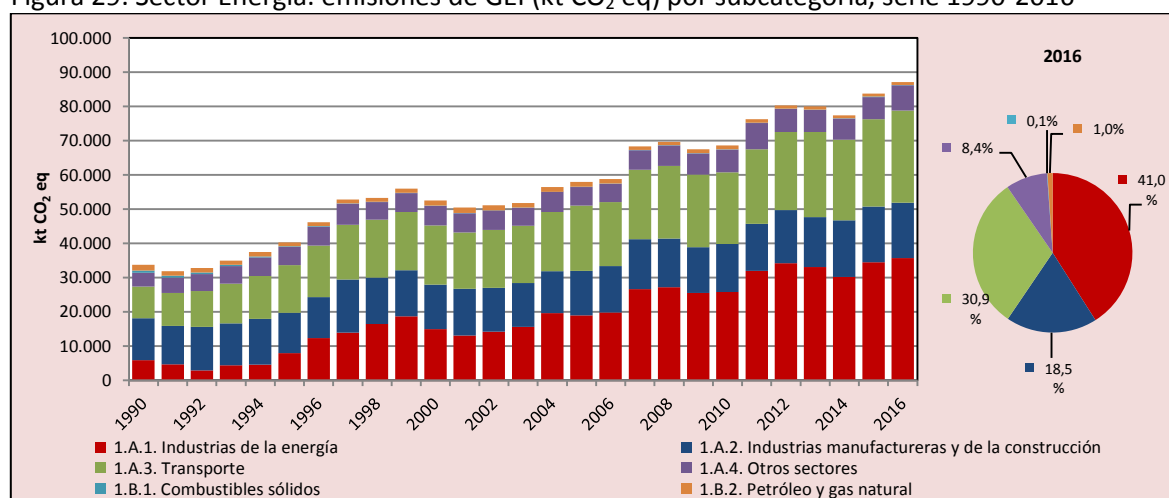
Respecto a las subcategorías (Tabla 24 y Figura 29), *Industrias de la energía* (principalmente *Generación de electricidad como actividad principal*) es la de mayor importancia dentro del sector con un 41,0 % de participación en 2016, seguida de un 30,9 % de *Transporte* (principalmente el *Transporte terrestre*), 18,5 % de *Industrias manufactureras y de la construcción* y 8,4 % de *Otros sectores* (principalmente *Residencial*); el restante 1,1% corresponde a las emisiones fugitivas de las categorías *Combustibles sólidos* y *Petróleo y gas natural*.

Tabla 24. Sector Energía: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016

Subcategoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
1.A.1. Industrias de la energía	5.843,4	14.908,3	25.809,8	33.097,1	30.196,9	34.501,0	35.711,1
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	12.261,5	13.012,7	13.948,7	14.569,1	16.552,6	16.246,0	16.129,2
1.A.3. Transporte	9.229,9	17.335,6	20.947,6	24.860,4	23.552,5	25.476,0	26.936,4
1.A.4. Otros sectores	4.090,2	5.713,7	6.708,0	6.403,2	6.119,0	6.535,3	7.357,3
1.B.1. Combustibles sólidos	573,2	88,3	47,6	109,6	153,4	119,3	91,9
1.B.2. Petróleo y gas natural	1.681,5	1.453,2	1.161,9	954,3	842,6	835,8	909,7
<b>Total</b>	<b>33.679,7</b>	<b>52.511,9</b>	<b>68.623,5</b>	<b>79.993,7</b>	<b>77.417,0</b>	<b>83.713,4</b>	<b>87.135,6</b>

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 29. Sector Energía: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016



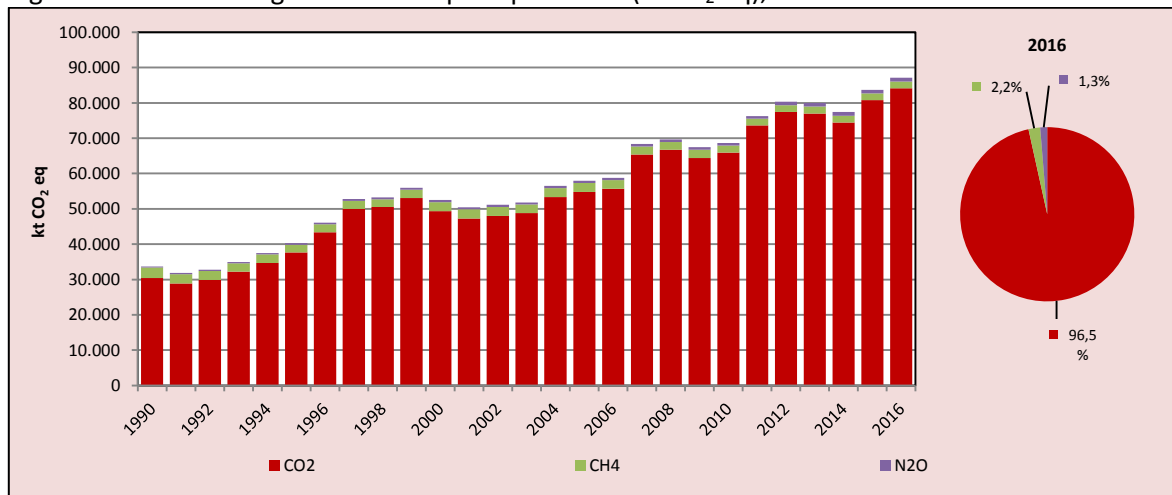
Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

En 2016, el principal GEI emitido por el sector fue el CO<sub>2</sub>, representando un 96,5 % de las emisiones totales de GEI del sector. Lo sigue el CH<sub>4</sub> con un 2,2 % y el N<sub>2</sub>O con un 1,3 % (Tabla 25 y Figura 30).

Tabla 25. Sector Energía: emisiones por tipo de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016

GEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
CO <sub>2</sub>	30.405,6	49.367,0	65.978,1	77.018,3	74.430,4	80.837,0	84.121,0
CH <sub>4</sub>	2.952,2	2.558,6	1.912,8	1.930,9	1.918,0	1.820,1	1.888,3
N <sub>2</sub> O	321,9	586,3	732,6	1.044,4	1.068,6	1.056,3	1.126,3
<b>Total</b>	<b>33.679,7</b>	<b>52.511,9</b>	<b>68.623,5</b>	<b>79.993,7</b>	<b>77.417,0</b>	<b>83.713,4</b>	<b>87.135,6</b>

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 30. Sector Energía: emisiones por tipo de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

### 3.1.3. Tendencia del consumo de energéticos en el país

El consumo bruto de energía primaria en Chile está compuesto principalmente por combustibles de origen fósil. En 2016, el petróleo crudo representó un 28,9 %, seguido por el carbón con un 24,9 %, leña y biomasa el 24,7 %, gas natural el 13,2 % y el restante 8,3 % a otras energías renovables incluyendo hidroeléctrica, eólica, solar y biogás (Tabla 26 y Figura 31). El petróleo crudo ha sido parte importante del consumo nacional a lo largo de la serie histórica debido principalmente a su consumo en transporte terrestre, tanto en vehículos livianos como de carga. Por otra parte, el gas natural es quien presenta mayores variaciones, dado principalmente a que entre los años 2000-2006 aumenta su participación por el ingreso de gas proveniente desde Argentina con fines de generación eléctrica, y consumo residencial en menor magnitud, pero en 2007 decae drásticamente a causa del corte de suministro de parte de este país. El carbón aumenta su participación a partir del año 2010 como energético sustituto del gas natural para la generación eléctrica con la entrada de las nuevas centrales construidas. Respecto a los últimos años, se aprecia que para el año 2014 existe una clara disminución del consumo de energéticos primarios, principalmente de gas natural y carbón para la generación eléctrica, debido al aumento de generación hídrica por las buenas condiciones hidrológicas en 2013 y 2014. Cabe destacar además que las energías eólica y solar a pesar de tener un bajo aporte a la matriz, tuvieron un aumento considerable entre 2013 y 2016, incrementándose en conjunto en un 654,4 %, alcanzando así los 18.300 TJ.

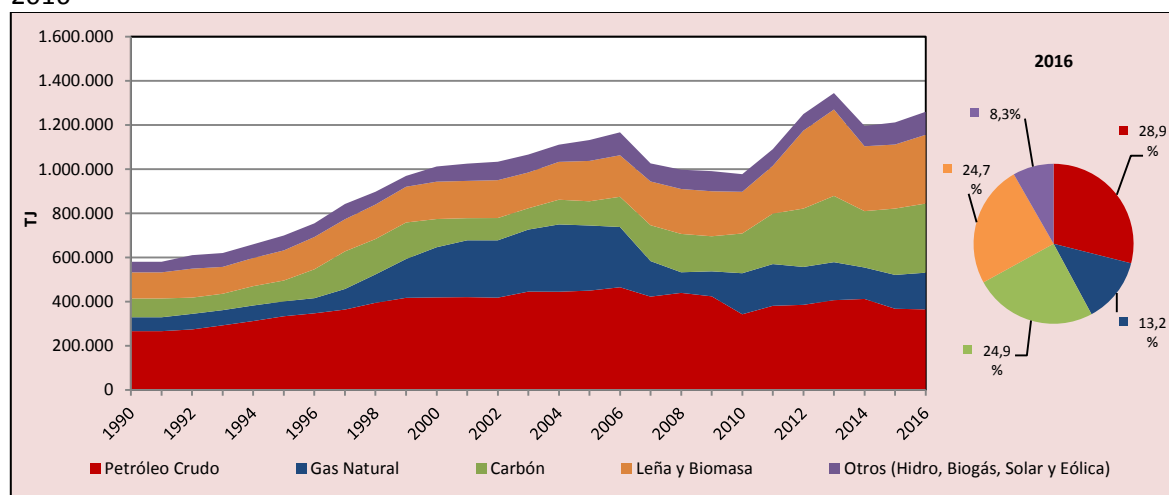
Tabla 26. Sector Energía: consumo bruto de energéticos primarios (TJ) por energético, serie 1990-2016

Energético	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Petróleo Crudo	265.750,0	418.778,8	342.283,2	406.188,2	411.717,7	367.318,0	364.406,9
Gas Natural	63.036,9	227.255,3	185.966,9	172.126,5	142.527,0	153.347,7	166.306,1
Carbón	85.109,7	127.783,9	180.101,2	300.271,8	255.362,1	300.545,3	313.221,1
Hidroelectricidad	47.269,0	68.705,4	78.334,1	71.063,7	82.827,5	84.899,3	83.147,3
Eólica	-	-	1.171,2	1.997,3	5.186,8	7.600,4	8.813,9
Leña y Biomasa	18.333,4	169.217,1	188.903,8	391.605,8	294.037,7	290.191,2	311.549,5
Solar	-	-	-	799,2	1.759,5	4.532,6	9.486,1
Biogás	715,9	192,2	325,7	503,1	2.169,9	3.174,8	2.754,3

<b>Total</b>	<b>580.214,9</b>	<b>1.011.932,6</b>	<b>977.086,1</b>	<b>1.344.555,6</b>	<b>1.195.588,2</b>	<b>1.211.609,3</b>	<b>1.259.685,0</b>
--------------	------------------	--------------------	------------------	--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 31. Sector Energía: consumo bruto de energéticos primarios (TJ) por energético, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

En términos de los combustibles más utilizados en el consumo final, los principales energéticos utilizados en 2016 fueron el diésel con un 25,4 %, la leña con 22,1 %, carbón con 21,2 %, gas natural con 10,9 %, gasolina con 10,4 %; gas licuado de petróleo con 4,1 %, petróleo combustible con 2,2 % y 3,7 % otros tipos de combustible que incluye: gasolina para aviación, jet querosene, coque, querosene doméstico, nafta, alquitrán, gas de refinación, metanol, gas de fábrica de gas o gas corriente, gas de altos hornos y biogás (Tabla 27 y Figura 32).

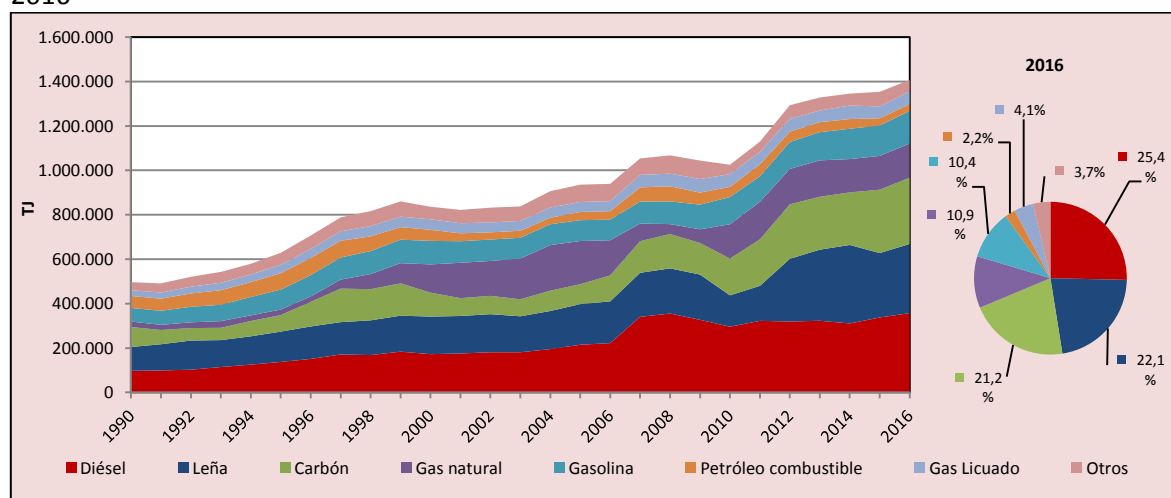
Tabla 27. Sector Energía: consumo final de combustibles (TJ) por tipo de combustible, serie 1990-2016

Combustible	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Diésel	97.350,5	172.272,9	295.901,5	322.667,5	310.496,5	337.447,1	356.888,9
Leña	107.152,8	169.219,3	141.339,9	320.326,1	353.477,0	290.191,2	311.549,5
Carbón	89.906,5	107.897,5	165.536,1	238.161,5	236.810,2	285.249,6	298.484,0
Gas natural	24.785,7	127.201,6	154.373,9	163.882,9	150.120,4	152.098,4	153.806,9
Gasolina	61.217,1	106.035,1	122.720,6	126.988,3	136.511,2	137.215,1	146.522,2
Petróleo combustible	54.055,5	49.596,4	45.883,6	45.037,2	43.769,4	32.400,5	31.019,6
Gas Licuado	25.781,5	47.404,9	57.361,7	52.473,1	60.839,7	53.427,4	57.375,1
Kerosene Aviación	7.614,5	9.252,9	11.798,0	20.935,1	24.924,5	27.195,4	24.702,9
Coque	7.056,0	14.653,0	16.936,1	22.455,6	15.325,9	14.405,3	15.898,8
Otros	21.533,3	32.634,1	13.497,6	15.259,6	13.382,7	24.118,1	11.207,4
<b>Total</b>	<b>496.453,2</b>	<b>836.167,5</b>	<b>1.025.348,8</b>	<b>1.328.186,8</b>	<b>1.345.657,6</b>	<b>1.353.748,0</b>	<b>1.407.455,4</b>

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA



Figura 32. Sector Energía: consumo final de combustibles (TJ) por tipo de combustible, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

### 3.1.4. Aspectos metodológicos generales del sector

Para ambas categorías consideradas en el sector, *Actividades de quema de combustibles* y *Emisiones fugitivas de combustibles* se utilizaron las metodologías propuestas por las *Directrices del IPCC de 2006*. Se aplicó el método Nivel 1 para prácticamente todas las estimaciones, excepto para el componente *Transporte terrestre* en el cual se aplicó el método Nivel 2 para los gases no CO<sub>2</sub>, con factores de emisión por defecto en ambos casos. Adicionalmente para *Actividades de quema de combustibles* se aplicó el *Método de referencia* como verificación del *Método sectorial*. En la Tabla 28 se observa un resumen de los métodos aplicados por categoría y por tipo de GEI.

Tabla 28. Sector Energía: métodos aplicados por categoría

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
1. Energía	T1, IE, NA, NE, NO	D, IE, NA, NE, NO	T1, T2, IE, NA, NE, NO	D, IE, NA, NE, NO	T1, T2, IE, NA, NE	D, IE, NA, NE
1.A. Actividades de quema de combustible (método sectorial)	T1, IE, NE	D, IE, NE	T1, T2, IE, NE	D, IE, NE	T1, T2, IE, NE	D, IE, NE
1.B. Emisiones fugitivas de combustibles	T1, NA, NE	D, NA, NE	T1, NA, NE, NO	D, NA, NE, NO	NA, NE	NA, NE
1.C. Transporte y almacenamiento de CO <sub>2</sub>	NO	NO	NO	NO	NO	NO

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

El cálculo de las emisiones para este sector se realizó a través del *IPCC Inventory Software* versión 2.17.

### 3.1.5. Datos de actividad del sector

En el sector *Energía* los datos de actividad son en su mayoría las cantidades de combustible quemado o procesado, lo que es suficiente para una estimación de las emisiones de GEI aplicando

un método Nivel 1. Este tipo de información es recopilada, analizada y publicada bajo el nombre de estadísticas de energía o balances de energía.

### 3.1.5.1. Balance Nacional de Energía

El Balance Nacional de Energía (BNE) es un producto estadístico de recopilación de flujos de energía que tiene por objeto contabilizar la oferta total de energía disponible en el país en un año calendario, y cuantificar cómo esta oferta fue consumida por los principales sectores de la economía nacional. El BNE en Chile se construye desde 1960, inicialmente a cargo de la Comisión Nacional de Energía (CNE) y luego en el 2010 pasa a ser responsabilidad de la División de Prospectiva y Análisis de Impacto Regulatorio del Ministerio de Energía de Chile. Actualmente se puede encontrar en el portal *Energía Abierta* de la CNE la serie histórica desde 1991 a la fecha<sup>19</sup>.

Para obtener el BNE se realiza anualmente una encuesta a las principales empresas del país de diferentes sectores económicos (enfocado especialmente en empresas del sector energético como generadoras, transmisoras, distribuidoras y grandes consumidoras de energía). Cabe resaltar que esta encuesta es de carácter voluntario. Sin embargo los resultados se comparan con otras fuentes de información oficiales para evitar errores o falta de datos. Con esto se realiza un balance por energético entre la oferta y la demanda, lo que permite a la vez la ejecución de un proceso adicional de control de calidad de la información.

Con el transcurso de los años se han ido incorporando diversas mejoras metodológicas conforme a la disponibilidad de información y a los estándares de la Agencia Internacional de Energía (AIE), entre las que destacan:

- En el BNE correspondiente al año 2004 se desagregan los consumos de los centros de transformación, obteniéndose así los consumos propios de las empresas que componen el sector energético.
- Desde el año 2009 se publica el BNE de acuerdo al formato recomendado por la AIE.
- Desde el BNE 2014 se presentan los consumos de energía a nivel regional.
- Cambio en la metodología de estimación del consumo residencial de leña y derivados de biomasa, aplicado desde la edición BNE 2014<sup>20</sup>.
- Corrección retrospectiva (desde BNE 2010 hasta BNE 2013) a la estadística de demanda de biomasa de parte de los sectores comercial, público y residencial.
- Reasignación de consumos de transporte de metro subterráneo desde la categoría de transporte terrestre a transporte ferroviario para los BNE desde 2010 en adelante.
- Corrección de los consumos en refinería para los BNE desde el 2010 al 2013, de acuerdo a recomendaciones por parte de AIE.
- Corrección de los consumos en centros de transformación para los BNE desde el 2010 al 2013, de acuerdo a recomendaciones por parte de AIE.

---

<sup>19</sup> <http://energiaabierta.cne.cl/visualizaciones/balance-de-energia/>

<sup>20</sup> Hasta la edición de BNE 2013, el consumo residencial de biomasa fue estimado en forma teórica utilizando una metodología 'bottom-up' en base a las necesidades energéticas de una vivienda modelo. Desde la edición de BNE 2014 se utiliza un software de proyección de demanda energética cuyo insumo proviene de una encuesta nacional de consumo de leña en hogares, disminuyendo así el error de estimación, la utilización de supuestos, y abarcando de manera directa a todo el territorio nacional.

Junto con implementar todas estas mejoras metodológicas, es necesario realizar arreglos estadísticos a toda la serie de datos con el fin de no perder la coherencia temporal en la estimación de emisiones, acorde a lineamientos entregados por el IPCC.

Además, durante 2016 se desarrolló una nueva plataforma web mediante la cual se realiza la encuesta de obtención de datos a las distintas empresas que participan, con el fin de obtener un mayor detalle de los usos que ocurren en los diferentes sectores, así como también lograr desglosar de mejor manera los subsectores económicos al interior del BNE.

El BNE divide los consumos de cada energético en 5 sectores, los que su la vez se dividen en subsectores:

- Centros de transformación.
- Sector energético.
- Transporte.
- Industrial y minero.
- Comercial, público y residencial.

La desagregación de los sectores en subsectores se realiza principalmente con base en los consumos reportados por las empresas de distintos rubros; sin embargo, no se encuesta una muestra significativa de cada rubro por lo que es posible desagregar solo los sectores que sí cumplen con este criterio. A modo de ejemplo, el sector industrial y minero se desagrega en las subcategorías Cobre, Salitre, Hierro, Papel y Celulosa, Siderurgia, Petroquímica, Cemento, Azúcar, Pesca, Industrias varias y Minas varias.

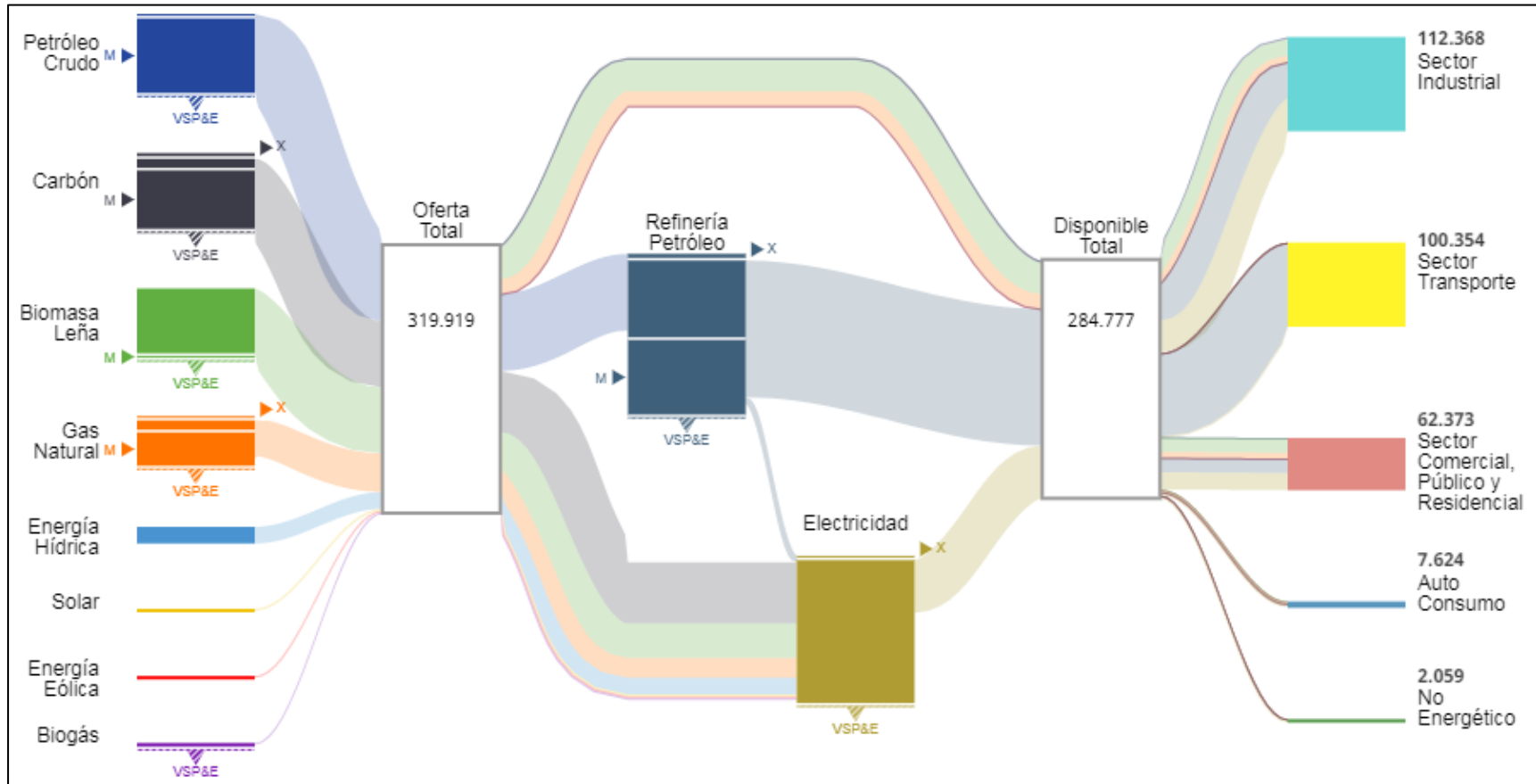
En general la forma en que está construido el BNE permite en muchos casos usarlo de manera directa como datos de actividad para la estimación de las emisiones. Sin embargo, para algunos subsectores del inventario se deben hacer supuestos, como por ejemplo, que el componente de las emisiones *Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco* está compuesto por solo las emisiones del sector Azúcar del BNE. La equivalencia para cada componente se encuentra en las descripciones de subcategorías.

Con respecto a la incertidumbre asociada al BNE, en su construcción se estudia la diferencia estadística para detectar errores en los datos, sin embargo no siempre se han seguido los mismos criterios. Desde el 2009 el BNE sigue el formato de la AIE en el que se estipula que la diferencia estadística para combustibles relevantes como el gas natural y el carbón deben ser menores al 1 %, mientras que para otros menos relevantes resulta ser de hasta un 5 %. Es posible hacer un análisis estadístico de las diferencias estadísticas para la serie histórica por combustible, pero dada la falta de recursos, por el momento no se ha realizado. Esto se agrega al plan de mejora continua como punto de mejora del BNE.

En la Figura 33 se observa el diagrama de flujos de energía de Chile elaborado a partir del BNE para 2016 (Ministerio de Energía, Todos los años disponibles), donde se aprecia el panorama general de la oferta, la transformación y el consumo de energía en Chile. Se destaca que el principal energético utilizado para la generación eléctrica en el país es el carbón, energético del cual se depende muy fuertemente de proveedores internacionales (en 2016 se importó un 93 % de su oferta); a la vez, el principal sector consumidor de electricidad es la minería con un 34 %. Por otro lado, los Derivados del petróleo representan un 57 % del consumo final en el 2016 dado su

elevado consumo en el sector transporte, siendo el transporte terrestre su principal consumidor, pero también se presentan consumos en otros sectores dada su versatilidad (industrial, minero, comercial y residencial). En Chile se obtienen principalmente de la refinación del petróleo crudo, realizado por la Empresa Nacional del Petróleo (ENAP). A su vez, el petróleo crudo se importa en un 97 %. El gas natural representa el 6 % del consumo final y se importa en un 80,1 %, siendo utilizado principalmente para la generación eléctrica y para el sector residencial. Adicionalmente es posible apreciar en la Figura 33, la eficiencia de los procesos de transformación a través del grosor de las líneas; de esta forma se puede determinar que para la generación eléctrica, la eficiencia neta del proceso es del 37 %.

Figura 33. Balance Nacional de Energía: diagrama de flujo de los energéticos de Chile en Teracalorías, 2016.



Fuente: <sup>1</sup> <http://energiabierta.cne.cl/visualizaciones/balance-de-energia/>

### 3.1.5.2. Conversión y manejo de datos de actividad

El BNE solicita la información en unidades físicas de los diferentes energéticos evaluados, y se publica en unidades energéticas -Teracalorías (Tcal)- como unidad estándar. Para la transformación de unidades físicas a energéticas se utilizan los poderes caloríficos superiores (PCS) y densidades estándares y se han utilizado los mismos en toda la serie histórica. Estos se encuentran publicados en la siguiente tabla.

Tabla 29. Datos paramétricos del balance nacional de energía

Combustible	Densidad	Poder Calorífico Inferior	Observación
	t/m <sup>3</sup>	kcal/kg	
Gasolina	0,730	11.200	
Gasolina Aviación	0,700	11.400	
Jet querosene	0,810	11.100	
Otro querosene	0,810	11.100	
Diésel	0,840	10.900	
Petróleo Combustible	0,945	10.500	
Gas Licuado	0,550	12.100	
Nafta	0,700	11.500	
Alquitrán		10,4	Tcal/miles m <sup>3</sup>
Gas Refinaría	0,00058	4.260	kcal/m <sup>3</sup>
Metanol		5.413	
Carbón		7.000	
Coque		7.000	
Gas Corriente		4.600	kcal/m <sup>3</sup>
Gas Alto Horno		0,71*	Gcal/miles m <sup>3</sup>
Gas Natural		9.341	kcal/m <sup>3</sup>
Leña		3.500	
Biogás		5.600	kcal/m <sup>3</sup>

\*Promedio del Poder calorífico utilizado entre 2011 y 2014.

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Para facilitar el manejo de datos en la construcción del inventario de emisiones, todos los consumos energéticos por cada energético del BNE se convirtieron de Tcal a Terajoules (TJ), junto con además pasar de PCS a poder calorífico inferior (PCI). Para esto se utilizó la siguiente ecuación:

Ecuación 1. Transformación de PCS a PCI y de Tcal a TJ

$$TJ_i = Tcal_i \times \text{Factor } PCI_i \times \text{Factor de conversión } \frac{TJ}{Tcal}$$

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA con base en las *Directrices del IPCC de 2006* (página 1.17; Capítulo 1; Volumen 2 y Anexo 8A.1, Volumen 1).

Donde:

- **TJ<sub>i</sub>**= consumo del combustible *i* expresado en TJ.
- **Tcal<sub>i</sub>**= consumo del combustible *i* expresado en Tcal.
- **Factor PCI<sub>i</sub>**= factor que convierte el PCS en PCI<sub>i</sub> para el combustible *i* (Tabla 30)
- **Factor de conversión TJ/Tcal**= 4,1868 (Anexo 8A.1, Vol. 1, *Directrices del IPCC de 2006*).

El factor PCI se obtiene de una recomendación de las *Directrices del IPCC de 2006* (página 1.17; Capítulo 1; Volumen 2) que dice “para el carbón y el petróleo, el VCN (valor calorífico neto equivalente a PCI) es alrededor de un 5 por ciento menor que el VCB (valor calorífico bruto equivalente a PCS). Para la mayoría de las formas de gas natural y manufacturado, el VCN es alrededor de 10 por ciento menor”. A partir de esto se elaboró la Tabla 30.

Tabla 30. Factores de conversión de a poder calorífico superior

Combustible	Factor PCI
Otro Biogás	0,90
Madera/Desechos de madera	0,95
Gas Natural	0,90
Petróleo Crudo	0,95
Alquitrán	0,95
Gas/Diésel oíl	0,95
Gasolina para motores	0,95
Gases licuados de petróleo	0,90
Gas de Refinería	0,95
Gasolina para la aviación	0,95
Otro queroseno	0,95
Queroseno para motor a reacción	0,95
Otros productos del petróleo (Metanol)	0,95
Nafta	0,95
Fuelóleo residual	0,95
Otro Carbón sub-bituminoso	0,95
Coque para horno de coque y Coque de lignito	0,95
Gas Alto Horno	0,90
Gas de fábrica de gas	0,90

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA con base en las *Directrices del IPCC de 2006* (página 1.17; Capítulo 1; Volumen 2).

### 3.2. Actividades de quema de combustible (1.A.)

#### 3.2.1. Descripción de la categoría

La categoría *Actividades de quema de combustible* agrupa a las emisiones de la oxidación intencional dentro de un aparato diseñado para calentar o proporcionar calor a un proceso como calor o trabajo mecánico, o bien para aplicaciones fuera del aparato.

La categoría incluye las siguientes subcategorías:

- 1.A.1. Industrias de la energía.
- 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción.
- 1.A.3. Transporte.
- 1.A.4. Otros sectores.
- 1.A.5. No especificado.

En el contexto nacional, esta categoría incluye las emisiones producidas para la generación de energía y la producción de combustible. De acuerdo al BNE, la quema de combustible en Chile se divide en cuatro sectores:

- Sistema energético (Centros de transformación y Sector energético).

- Transporte.
- Industrias y minería.
- Comercial, público y residencial.

Adicionalmente se llevan a cabo dos comparaciones para tener un control y manejo sobre los resultados. Primero, con el método de referencia que utiliza los datos del BNE con una metodología top-down, y segundo una verificación con las emisiones de energía publicadas por la AIE.

Por otra parte, en esta categoría se reportan y exponen las metodologías, para la estimación de partidas informativas: Navegación y Aviación internacional y emisiones CO<sub>2</sub> de biomasa. Además se expone la situación sobre consumo no energético de combustibles.

### 3.2.2. Tendencia de las emisiones de GEI

La categoría *Actividades de quema de combustible* es la principal categoría emisora del sector Energía, representando el 98,9 % de las emisiones de GEI del sector. En 2016, las emisiones de GEI de la categoría contabilizaron 86.133,9 kt CO<sub>2</sub> eq. Desde 1990, las emisiones de GEI se han incrementado en un 174,1 % y desde 2013 en un 9,1 % (Tabla 31 y Figura 34), debido principalmente al aumento sostenido de generación eléctrica a partir de carbón y del aumento en el uso de combustibles líquidos (diésel y gasolinas) en el transporte terrestre. Se observa que entre 1999-2006 hay una disminución y luego un aumento brusco en 2007. Esto se debe a la entrada y posterior caída de la oferta de gas natural proveniente desde Argentina, que en un principio fue sustituida por diésel dado que muchas plantas a gas podían operar con diésel. A partir de 2010, comienza el ingreso del carbón con la entrada de nuevas centrales basadas en este energético dado su bajo precio respecto tanto al diésel como del gas natural. En 2009 y 2010 se observa una disminución que se explica por la crisis económica internacional que comenzó en el 2008 junto con el terremoto de 8,8<sub>MW</sub> que afectó a Chile el 2010. La baja del año 2014 se debe principalmente a un incremento en la generación eléctrica hídrica, la cual reemplazó la generación a carbón durante ese año. Los últimos dos años vuelven a retomar el crecimiento en la tendencia de emisiones dado el incremento de la generación termoeléctrica así como también el aumento del sector transporte, en específico por el incremento en la cantidad de vehículos livianos debido a factores como el crecimiento general del poder adquisitivo de la población nacional.

A nivel de subcategorías, *Industria de la energía* es la de mayor importancia con un 41,5 %, seguido de un 31,3 % de *Transporte*, 18,7 % de *Industrias manufactureras y de la construcción* y un 8,5 % de *Otros sectores* (Figura 34).

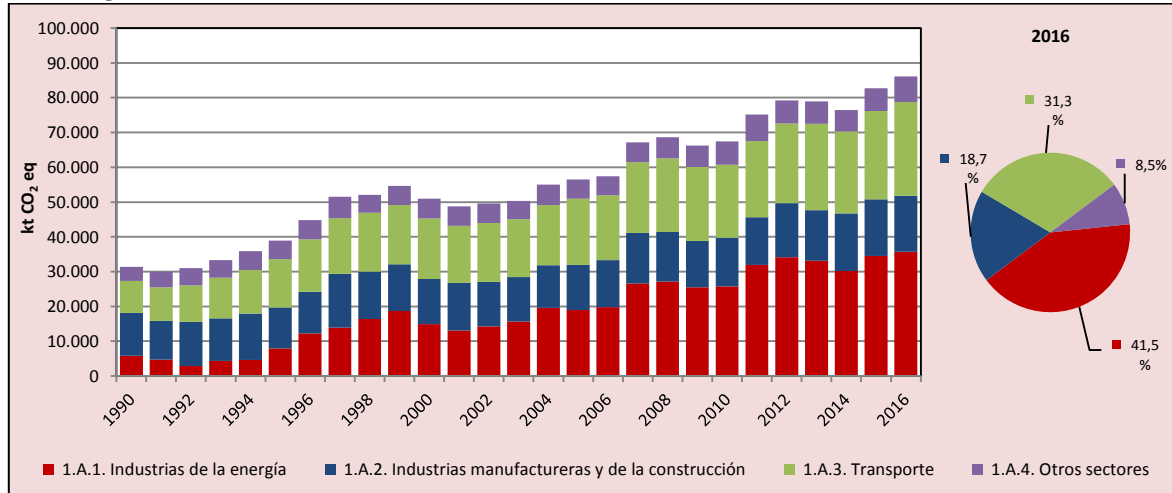
Tabla 31. 1.A. Actividades de quema de combustible: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016

Subcategoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
1.A.1. Industrias de la energía	5.843,4	14.908,3	25.809,8	33.097,1	30.196,9	34.501,0	35.711,1
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	12.261,5	13.012,7	13.948,7	14.569,1	16.552,6	16.246,0	16.129,2
1.A.3. Transporte	9.229,9	17.335,6	20.947,6	24.860,4	23.552,5	25.476,0	26.936,4
1.A.4. Otros sectores	4.090,2	5.713,7	6.708,0	6.403,2	6.119,0	6.535,3	7.357,3
<b>Total</b>	<b>31.425,0</b>	<b>50.970,3</b>	<b>67.414,0</b>	<b>78.929,7</b>	<b>76.421,0</b>	<b>82.758,3</b>	<b>86.133,9</b>

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA.



Figura 34. 1.A. Actividades de quema de combustible: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

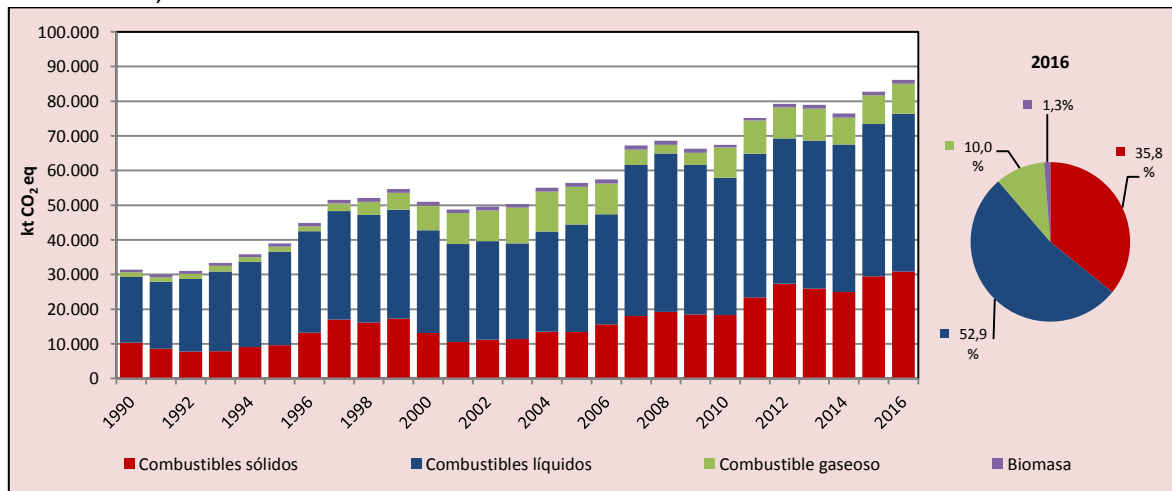
A nivel de tipo de combustible, los *combustibles líquidos* son los de mayor importancia con un 52,9 %, seguido de 35,8 % de *combustibles sólidos*, 10,1 % de *combustibles gaseosos* y un 1,3 % de *biomasa* (no se consideran las emisiones CO<sub>2</sub> las cuales están asignadas al sector UTCUTS) (Tabla 32 y Figura 35).

Tabla 32. 1.A. Actividades de quema de combustible: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por tipo de combustible, serie 1990-2016

Tipo de combustible	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Combustibles sólidos	10.379,2	13.163,7	18.298,3	25.982,1	24.934,1	29.511,2	30.863,2
Combustibles líquidos	18.935,8	29.582,7	39.620,4	42.629,3	42.572,4	43.951,4	45.548,0
Combustible gaseoso	1.393,2	7.145,3	8.777,7	9.230,7	7.735,5	8.253,0	8.642,7
Biomasa	716,9	1.078,6	717,6	1.087,6	1.178,9	1.042,6	1.079,9
<b>Total</b>	<b>31.425,0</b>	<b>50.970,3</b>	<b>67.414,0</b>	<b>78.929,7</b>	<b>76.421,0</b>	<b>82.758,3</b>	<b>86.133,9</b>

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 35. 1.A. Actividades de quema de combustible: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por tipo de combustible, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

### 3.2.3. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de la categoría *Actividades de Quema de combustible* se aplicó el método Nivel 1 excepto para el componente *Transporte terrestre* en que se aplicó el método Nivel 2 para los gases no CO<sub>2</sub>. Ambos de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006* con factores de emisión por defecto y utilizando la Ecuación 2 descrita a continuación.

Ecuación 2. 1.A. Actividades de quema de combustible: emisiones de GEI procedentes de la combustión estacionaria Nivel 1

$$Emisión_{GEI} = Consumo_{combustible}^{tipo\ combustible} \times Factor\ de\ emisión_{GEI,tipo\ de\ combustible}$$

Fuente: Ecuación 2.1; Capítulo 2; Volumen 2; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- **Emisión<sub>GEI</sub>** = emisiones de un gas de efecto invernadero dado por tipo de combustible (kg GEI).
- **Consumo<sub>combustible</sub><sup>tipo combustible</sup>** = cantidad de combustible quemado (TJ).
- **Factor de emisión<sub>GEI,tipo de combustible</sub>** = factor de emisión por defecto de un GEI dado por tipo de combustible (kg GEI/TJ). Para el caso del CO<sub>2</sub>, incluye el factor de oxidación del carbono, que se asumen en 1 por defecto.

En la Tabla 33 se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 33. 1.A. Actividades de quema de combustible: métodos aplicados por subcategoría

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
<b>1.A. Actividades de quema de combustible</b>	<b>T1, IE, NE</b>	<b>D, IE, NE</b>	<b>T1, T2, IE, NE</b>	<b>D, IE, NE</b>	<b>T1, T2, IE, NE</b>	<b>D, IE, NE</b>
1.A.1. Industrias de la energía	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE
1.A.3. Transporte	T1, IE, NE	D, IE, NE	T1, T2, IE, NE	D, IE, NE	T1, T2, IE, NE	D, IE, NE
1.A.4. Otros sectores	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE
1.A.5. No especificado	IE, NE	IE, NE	IE, NE	IE, NE	IE, NE	IE, NE

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través del *IPCC Inventory Software* versión 2.17.

### 3.2.4. Comparación entre el Método de referencia y el Método sectorial

La comparación de los resultados de las emisiones de CO<sub>2</sub> obtenidas con el *Método de referencia* y el *Método sectorial* permite comprobar la validez de los cálculos realizados. El *Método de referencia* usa los valores totales de la estadística nacional de energía, mientras que el *Método*

sectorial usa valores parcializados acotados a cada categoría que en su conjunto suman el total nacional del sector *Energía*.

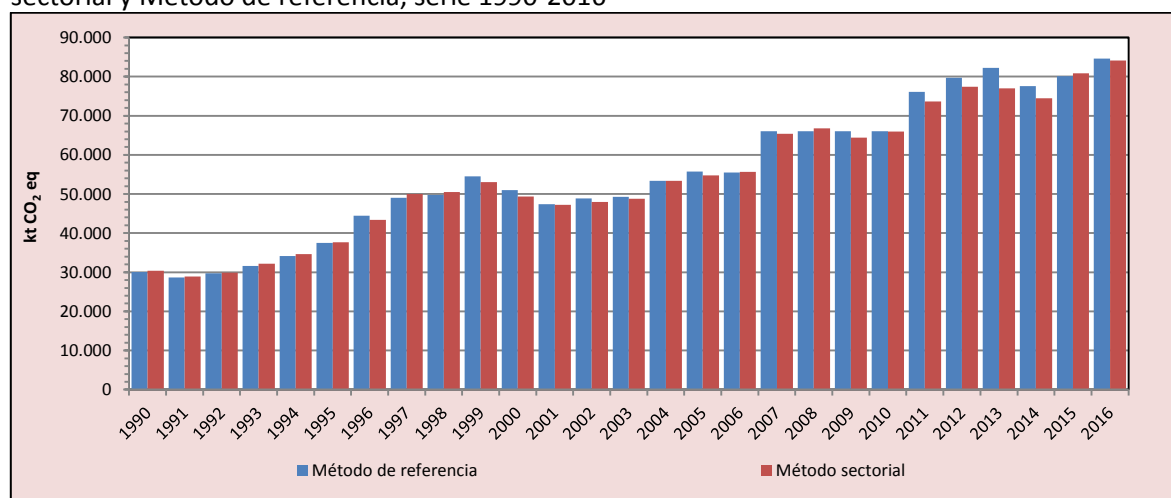
En general, la tendencia de las emisiones de CO<sub>2</sub> no presenta diferencias significativas entre ambos métodos; las diferencias se pueden deber a diversas consideraciones en el uso final y de transformación de combustibles como el carbón, el gas natural, el gas licuado de petróleo (GLP) y el biogás (Tabla 34 y Figura 36).

Tabla 34. 1.A. Actividades de quema de combustible: emisiones de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) del Método sectorial y Método de referencia, incluyendo su diferencia, serie 1990-2016

Método	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Método de referencia	30.051,9	51.006,3	66.079,5	82.255,1	77.590,7	80.085,8	84.570,0
Método sectorial	30.403,0	49.365,3	65.976,8	77.016,8	74.429,0	80.835,8	84.119,8
<b>Diferencia</b>	<b>351,1</b>	<b>-1.641,0</b>	<b>-102,7</b>	<b>-5.238,3</b>	<b>-3.161,7</b>	<b>750,0</b>	<b>-450,2</b>
<b>Diferencia %</b>	<b>1,2%</b>	<b>-3,3%</b>	<b>-0,2%</b>	<b>-6,8%</b>	<b>-4,2%</b>	<b>0,9%</b>	<b>-0,5%</b>

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

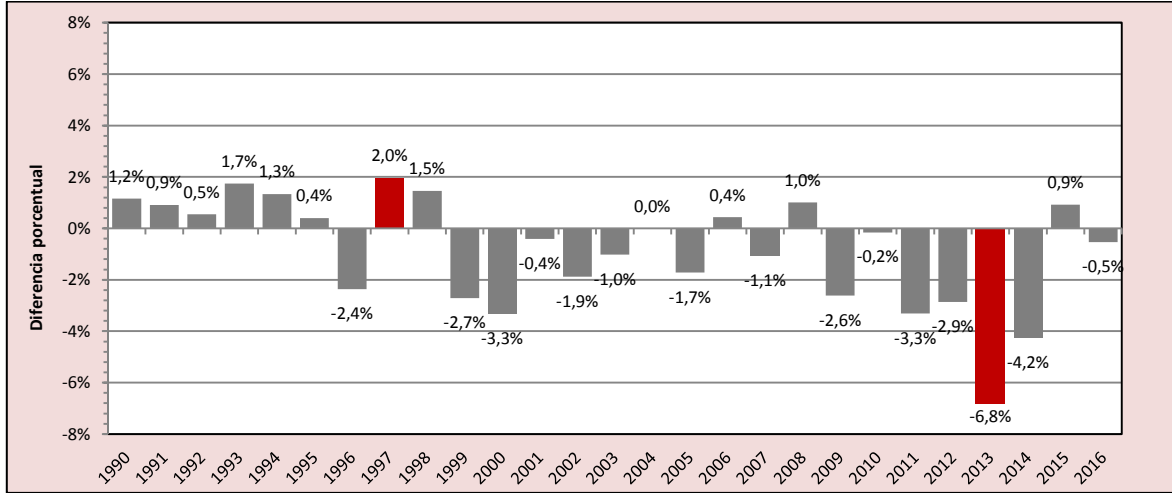
Figura 36. 1.A. Actividades de quema de combustible: emisiones de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) del Método sectorial y Método de referencia, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

En la Figura 37 se observa la diferencia porcentual entre el *Método de referencia* y el *Método sectorial* para la serie 1990-2016. El promedio de los absolutos de estas variaciones es de 0,9 % con un máximo absoluto de 6,8 % en el 2013. Por otro lado, el 2004 presenta la menor diferencia, menor al 0,01 %. Todos estos valores que están por debajo del 5 % se indican como diferencia aceptable entre ambos métodos acorde a las *Directrices del IPCC de 2006*. Estas diferencias se deben a diversas consideraciones en el uso final y de transformación de combustibles como el carbón, el gas natural, la biomasa y el biogás. Para el caso del año 2013, la diferencia de 6,8 % la que se debe a la reasignación de consumos de diferentes combustibles derivado del petróleo en el sector refinera (especialmente para el caso la nafta, el gas de refinera y gas licuado de petróleo), dado que fueron redefinidos ciertos consumos con fines energéticos como consumos con fines no energéticos.

Figura 37. 1.A. Actividades de quema de combustible: diferencia porcentual entre las emisiones de CO<sub>2</sub> del Método sectorial y el Método de referencia, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

**Aspectos metodológicos**

La estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> mediante el *Método de referencia* consiste en un método “top down”, en donde la hipótesis es que se conserva el carbono de modo que, por ejemplo, el carbono del petróleo crudo es igual al contenido total de carbono de todos los productos derivados. La metodología del *Método de referencia* desglosa el cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la quema de combustibles en cinco pasos:

- Paso 1: Estimar el consumo aparente de combustible en unidades originales (unidades físicas);
- Paso 2: Convertirlo en una unidad común de energía, en este caso TJ (Tabla 35);
- Paso 3: Multiplicarlo por el contenido de carbono (Tabla 36) para estimar el carbono total;
- Paso 4: Estimar el carbono excluido. Las fuentes excluidas cambiaron de nombre en el 2012. Ambas notaciones se presentan a continuación:

Antes del 2012	Después del 2012
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Espiritu Blanco                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Gasolina Blanca</li> <li>▪ Aguarrás</li> <li>▪ Solventes</li> <li>▪ Fuel Fondo Vacío</li> <li>▪ Etileno</li> <li>▪ Gasoil</li> </ul> </li> <li>○ Alquitrán                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Asfalto</li> </ul> </li> <li>○ Coque (fracción no oxidada)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Espiritu Blanco                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Propileno</li> <li>▪ Solventes</li> <li>▪ Gas de Refinería</li> <li>▪ Etileno</li> </ul> </li> <li>○ Alquitrán                             <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Asfalto</li> <li>▪ Componente Asfáltico</li> </ul> </li> <li>○ Coque (fracción no oxidada)</li> </ul>

- Paso 5: corregir el carbono sin oxidar (el factor de oxidación usado es igual a 1) y convertir en emisiones de CO<sub>2</sub>.

Tabla 35. 1.A. Actividades de quema de combustible: datos de actividad del consumo aparente (TJ) de combustibles del Método de referencia por combustible, serie 1990-2016

Años	Método de referencia	
	Consumo aparente total	Consumo aparente menos uso no energético
	TJ	TJ
1990	409.591,9	398.773,1

Años	Método de referencia	
	Consumo aparente total	Consumo aparente menos uso no energético
	TJ	TJ
1991	399.077,1	385.622,3
1992	416.094,5	403.708,4
1993	439.801,1	429.643,7
1994	478.731,5	461.496,0
1995	518.241,5	506.734,7
1996	606.460,5	602.200,8
1997	660.882,2	646.380,9
1998	685.825,4	666.646,2
1999	755.394,5	738.920,2
2000	720.772,4	716.833,5
2001	688.658,3	684.300,8
2002	711.793,8	705.847,4
2003	732.997,3	715.116,9
2004	780.327,7	768.227,8
2005	804.954,7	796.497,1
2006	790.021,8	782.654,9
2007	864.657,9	857.147,9
2008	893.994,2	882.314,8
2009	857.946,0	849.701,6
2010	902.393,2	895.011,3
2011	1.027.652,4	1.019.139,1
2012	1.055.579,2	1.051.424,5
2013	1.092.450,5	1.081.039,9
2014	1.038.647,2	1.029.225,5
2015	1.061.523,3	1.057.648,0
2016	1.122.244,8	1.113.998,2

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Tabla 36. 1.A. Actividades de quema de combustible: contenido de carbono por defecto (kg/GJ) para el Método de referencia por combustible, serie 1990-2016

Combustibles	Contenido de carbono por defecto (kg/GJ)
Petróleo crudo	20,0
Gasolina para motor	18,9
Gasolina para la aviación	19,1
Queroseno para motor a reacción	19,5
Otro queroseno	19,6
Gas/Diésel oil	20,2
Fuelóleo residual	21,1
Gases licuados de petróleo	17,2
Nafta	20,0
Otros productos del petróleo	20,0
Otro carbón bituminoso	25,8
Coque para horno de coque y coque de lignito	29,2
Gas natural	15,3

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA con base en las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 1.3; Capítulo 1; Volumen 2)

### 3.2.5. Comparación entre información internacional y el Método sectorial

Otra forma de verificación de las emisiones de GEI de la categoría *Actividades de quema de combustible* es compararla con la información proporcionada por la AIE disponible para la serie 1990-2015, la cual estima emisiones de CO<sub>2</sub> de la quema de combustibles con base en datos de consumo de combustible del país y la aplicación de las *Directrices del IPCC de 2006*.

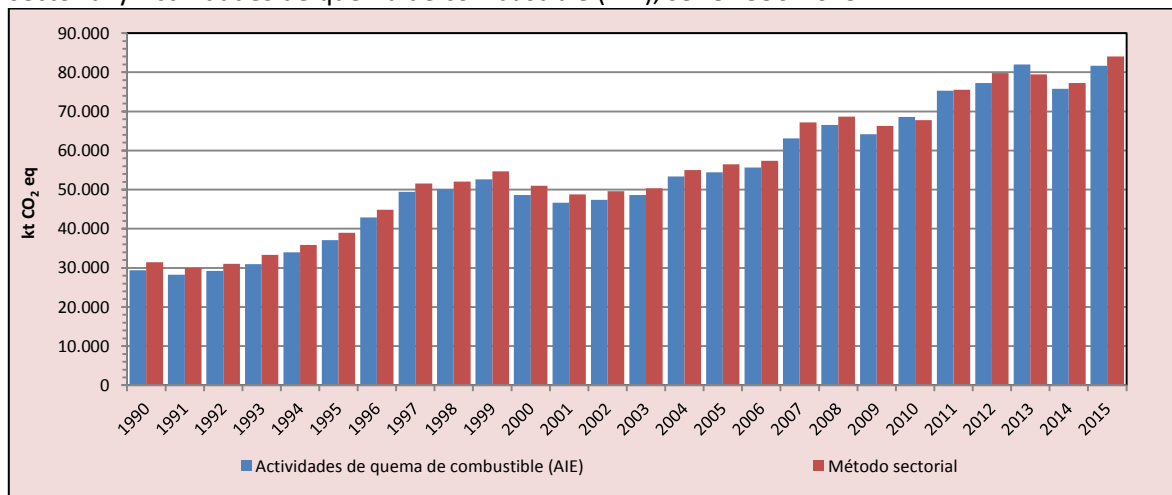
De forma general, la tendencia de las emisiones de CO<sub>2</sub>, entre los calculados a través del *Método sectorial* y de la AIE, no presenta diferencias significativas (Tabla 37 y Figura 38).

Tabla 37. 1.A. Actividades de quema de combustible: emisiones de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) del Método sectorial y Actividades de quema de combustible (AIE), incluyendo su diferencia, serie 1990-2015

Método	1990	2000	2010	2013	2014	2015
Actividades de quema de combustible (AIE)	29.430,0	48.610,0	68.590,0	82.010,0	75.800,0	81.650,0
Método sectorial	31.425,0	50.970,3	67.414,0	78.929,7	76.421,0	82.758,3
<b>Diferencia</b>	<b>1.995,0</b>	<b>2.360,3</b>	<b>-1.176,0</b>	<b>-3.080,3</b>	<b>621,0</b>	<b>1.108,3</b>
<b>Diferencia %</b>	<b>6,3%</b>	<b>4,6%</b>	<b>-1,7%</b>	<b>-3,9%</b>	<b>0,8%</b>	<b>1,3%</b>

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA con base en datos de la AIE (AIE, 2016).

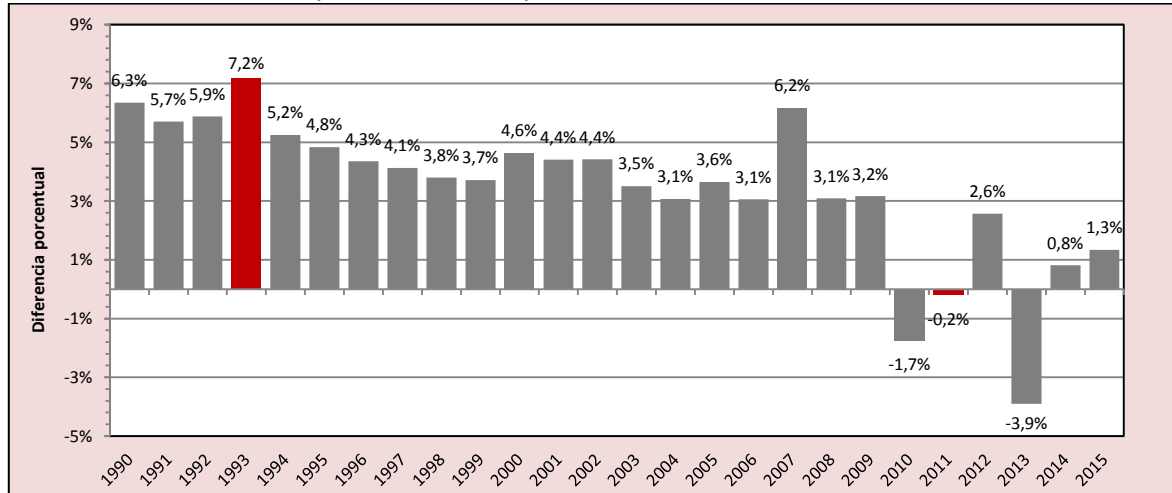
Figura 38. 1.A. Actividades de quema de combustible: emisiones de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) del Método sectorial y Actividades de quema de combustible (AIE), serie 1990-2015



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA con base en datos de la AIE (AIE, 2016).

En la Figura 39 se observa la diferencia porcentual entre el *Método sectorial* y los datos de la AIE para la serie histórica 1990-2015. El promedio de los absolutos de estas variaciones es de 3,6 % con un máximo de 7,2 % en el 1993 y le sigue 1990 con 6,3 %. Por otro lado, los años que presentan menor diferencia son el 2011 y el 2014 con diferencias menores al 0,8 %. Estas desigualdades son atribuibles a posibles diferencias en los supuestos de los cálculos incluyendo poderes caloríficos, factores de emisión, consumos no energéticos y emisiones de tanques internacionales.

Figura 39. 1.A. Actividades de quema de combustible: diferencia porcentual entre las emisiones de CO<sub>2</sub> del Método sectorial y Actividades de quema de combustible (AIE), serie 1990-2015



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA con base en datos de la AIE (AIE, 2016).

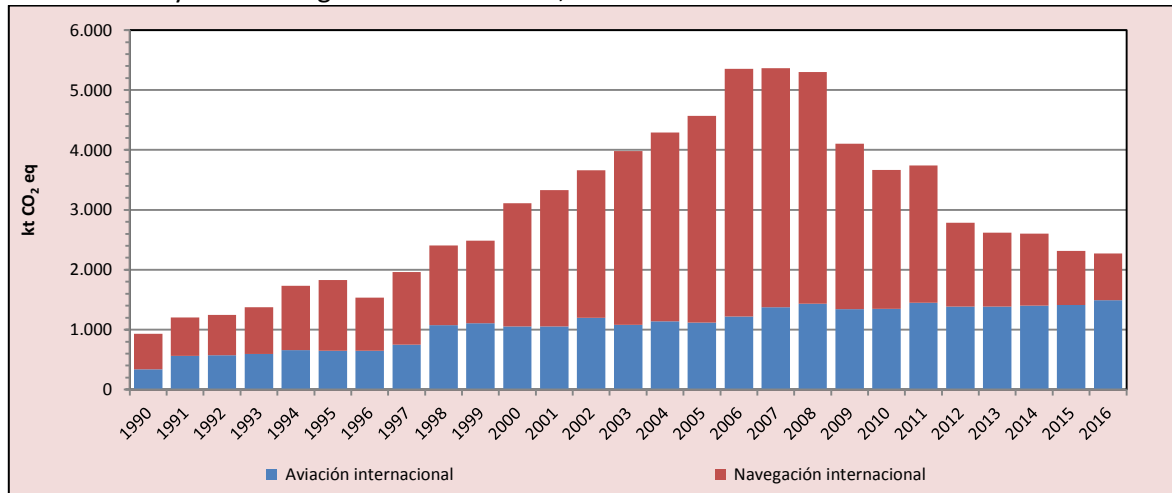
### 3.2.6. Combustible del transporte internacional

Los combustibles en los tanques del transporte internacional consideran emisiones del transporte marítimo y aéreo que tengan como punto de salida un lugar dentro del territorio nacional de Chile, y como punto de llegada un lugar fuera de territorio nacional de Chile. En promedio las emisiones de la *Navegación internacional* son mayores que las de *Aviación internacional*, sin embargo en los últimos años esto se ha invertido debido al incremento del transporte aéreo y la disminución del transporte marítimo (Tabla 38 y Figura 40). Esto podría ser explicado debido al incremento en la diferencia de precio para el combustible marítimo con respecto a países vecinos donde los barcos también pueden cargar combustible.

Tabla 38. Combustible del transporte internacional: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) de la Aviación internacional y de la Navegación internacional, serie 1990-2016

Transporte	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Aviación internacional	337,5	1.055,4	1.347,5	1.386,2	1.401,4	1.412,6	1.492,3
Navegación internacional	595,2	2.056,0	2.318,7	1.234,3	1.199,7	904,4	777,1
<b>Total</b>	<b>932,7</b>	<b>3.111,3</b>	<b>3.666,2</b>	<b>2.620,6</b>	<b>2.601,1</b>	<b>2.317,0</b>	<b>2.269,4</b>

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 40. Combustible del transporte internacional: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) de la Aviación internacional y de la Navegación internacional, serie 1990-2016

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

### Aspectos metodológicos

Para la estimación de las emisiones de GEI de *Combustible del transporte internacional* se aplicó el método Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* (descrito en la sección 3.2.3. *supra*) usando datos de actividad desde diversas fuentes y factores de emisión por defecto.

Los datos de actividad provienen desde el BNE y otras fuentes de información, debido a que el BNE reporta los consumos de combustible para transporte en categorías que incluyen tanto uso nacional como internacional. Para la desagregación se usó información publicada por el Servicio Nacional de Aduanas (Aduanas), disponible desde el 2002 en adelante. Para los años anteriores se usó la estimación de consumo realizada en el estudio *desarrollo y aplicación de una metodología local de cálculo de emisiones búnker para gases de efecto invernadero* (Sistemas Sustentables, 2009).

La desagregación de la información se realizó solo para los combustibles diésel y petróleos combustibles (Fuel residual) usados en el transporte marítimo, y jet querosene usado en el transporte aéreo; ya que esta es la información disponible en las bases de datos de comercio internacional del Servicio Nacional de Aduanas. Para el cálculo se consideran los consumos de estos combustibles del BNE como la suma del uso nacional e internacional. Luego de Aduanas se toma el consumo de combustibles en los tanques internacionales por tipo de transporte (marítimo o aéreo) y por tipo de combustible y se resta a los totales. La diferencia entre estos valores determina el consumo nacional. Por otro lado, los combustibles distintos a los mencionados anteriormente, se asignan a consumo nacional. Los datos de actividad usados se muestran a continuación.

Tabla 39. Combustible del transporte internacional: datos de actividad (TJ), serie 1990-2016

Años	Navegación		Aviación
	Diésel	Petróleo combustible	Jet Querosene
	TJ	TJ	TJ
1990	1.095,66	6.565,00	4.679,88
1991	1.396,01	6.920,18	7.770,37
1992	871,42	7.793,04	7.955,80
1993	771,71	9.212,99	8.269,26



Años	Navegación		Aviación
	Diésel	Petróleo combustible	Jet Querosene
	TJ	TJ	TJ
1994	1.079,52	12.658,47	9.169,91
1995	1.383,00	13.773,55	8.971,24
1996	1.391,67	9.985,61	8.980,07
1997	1.794,87	13.765,19	10.388,45
1998	1.526,07	15.506,72	14.927,05
1999	1.513,07	16.170,76	15.333,23
2000	1.812,21	24.565,19	14.635,66
2001	1.929,27	27.212,99	14.644,49
2002	2.415,50	29.167,02	16.647,90
2003	2.370,36	34.848,15	14.993,93
2004	1.762,48	38.617,30	15.837,69
2005	1.524,41	42.672,94	15.492,46
2006	2.294,19	50.675,21	16.944,22
2007	1.797,79	49.387,23	19.026,27
2008	1.954,71	47.621,05	19.855,13
2009	1.957,34	33.483,75	18.595,64
2010	2.672,80	27.101,48	18.687,73
2011	3.331,01	26.112,52	20.107,39
2012	3.601,79	14.437,08	19.246,75
2013	1.412,53	14.437,08	19.224,26
2014	1.230,96	14.167,58	19.435,18
2015	837,95	10.767,42	19.589,34
2016	1.157,90	8.831,60	20.694,96

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA con base en (Sistemas Sustentables, 2009) y a datos del Servicio Nacional de Aduanas

Cabe destacar que la información proporcionada por el Servicio de Aduanas y la información publicada en el BNE provienen de distintas fuentes y son conducidas por objetivos distintos, por lo cual los criterios de cuantificación utilizadas pueden no ser comparables en su totalidad. Esto genera la posibilidad de que se estén subestimando las emisiones nacionales, sin embargo, es la mejor información disponible a la fecha de elaboración del presente documento.

Los datos paramétricos para transformar los datos de actividad de miles de toneladas a TJ con poder calorífico inferior se muestran en la Tabla 40.

Tabla 40. Combustible del transporte internacional: datos paramétricos

Combustible	Poder Calorífico Superior	De PCS a PCI	De Tcal a Tjoule	Poder Calorífico inferior
	kcal/kg			TJ/kt
Diésel	10.900	0,95	4,186	43,4
Petróleos combustibles	10.500	0,95	4,186	41,8
Jet Querosene	11.100	0,95	4,186	44,1

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Los factores de emisión por defecto usados para el cálculo de las emisiones de GEI del *Combustible del transporte internacional* se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 41. Combustible del transporte internacional: factores de emisión por defecto

Años	Navegación		Aviación
	Diésel	Petróleo combustible	Jet Querosene
	kg gas/TJ	kg gas/TJ	kg gas/TJ
FE CO <sub>2</sub>	74.100	77.400	71.500
FE CH <sub>4</sub>	7	7	0,5
FE N <sub>2</sub> O	2	2	2

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA con base en las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadros 3.5.2, 3.5.3, 3.6.4 y 3.6.5; Capítulo 3; Volumen 2)

### 3.2.6.1. Aviación internacional

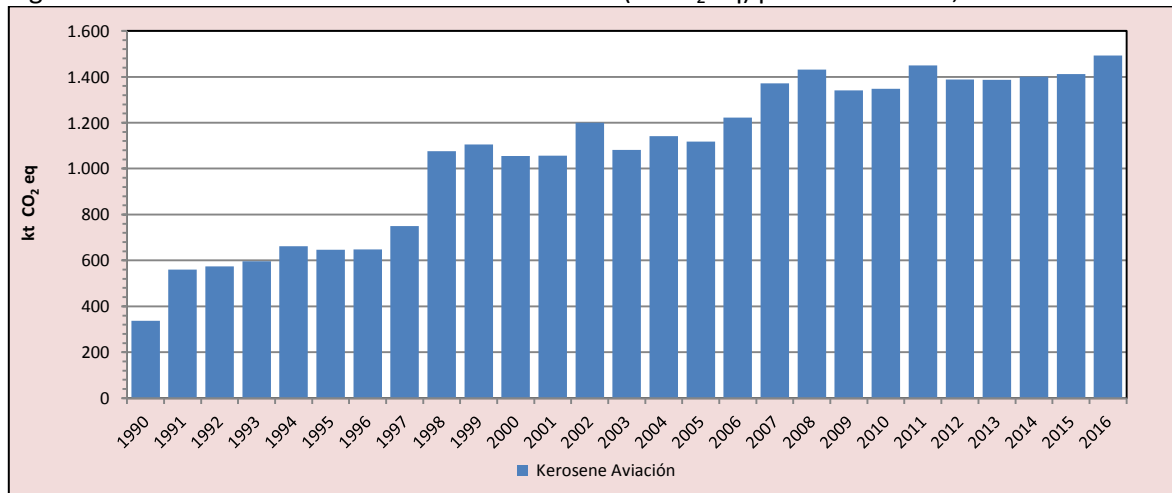
En 2016, las emisiones de GEI de la *Aviación internacional* contabilizaron 1.401,4 kt CO<sub>2</sub> eq, desde 1990 han incrementado en un 315,3 % y desde 2013 en un 1,1 % (Tabla 42 y Figura 41). Este crecimiento se debe directamente al incremento de uso de combustible debido a una mayor cantidad de pasajeros transportados al año de acuerdo a datos del Banco Mundial (Banco mundial, 2016). En 1998 se observa un importante incremento y en la misma época, la Línea Aérea Nacional de Chile (LAN Chile) se encuentra en expansión internacional después de haberse privatizado en 1994 (LATAM Airlines Group, 2016). Adicionalmente se observa que a partir del 2008 y hasta el 2011 hay una disminución en los vuelos lo que coincide con la crisis económica internacional. Desde el 2011 al 2016, se mantuvo una actividad estable en el sector, incrementándose únicamente en el año 2016 debido al aumento de vuelos internacionales para pasajeros, tanto por la incorporación de nuevas aerolíneas como por las mejores condiciones de las personas capaces de acceder a este tipo de servicios.

Tabla 42. Aviación internacional: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por combustible, serie 1990-2016

Combustible	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Kerosene Aviación	337,5	1.055,4	1.347,5	1.386,2	1.401,4	1.412,6	1.401,4
<b>Total</b>	<b>337,5</b>	<b>1.055,4</b>	<b>1.347,5</b>	<b>1.386,2</b>	<b>1.401,4</b>	<b>1.412,6</b>	<b>1.401,4</b>

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 41. Aviación internacional: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por combustible, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

### 3.2.6.2. Navegación internacional

En 2016, las emisiones de GEI de la *Navegación internacional* contabilizaron 777,0 kt CO<sub>2</sub> eq, desde 1990 han incrementado en un 30,6 % y desde 2013 disminuyeron en un 37,0 % (Tabla 43 y Figura 42). Se observa una tendencia al alza entre 1990 y el 2006 pero luego se invierte la tendencia disminuyendo constantemente hasta el 2016.

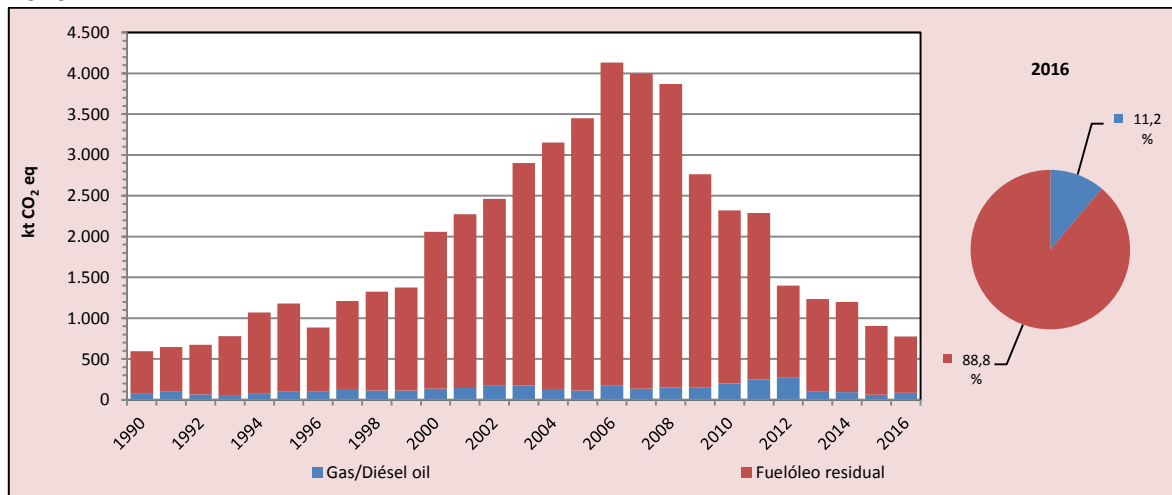
Estos resultados reflejan los datos de actividad de Aduanas; sin embargo no coinciden con los datos de exportación marítima presentados por la Cámara marítima y portuaria en su memoria anual (Camara marítima y portuaria de Chile, 2017). Esto se puede deber a que las variaciones en los datos de actividad dependen de otros factores, o a que dentro de Aduanas hubo un cambio metodológico no informado. Parte del plan de mejora continua es revisar la metodología propuesta por el estudio realizado en 2010 por Sistemas Sustentables con el fin de mejorar la estadística realizada.

Tabla 43. Navegación internacional: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por combustible, serie 1990-2016

Combustible	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Gas/Diésel oil	82,0	135,7	200,1	105,8	92,2	62,7	86,7
Fuelóleo residual	513,2	1.920,2	2.118,4	1.128,5	1.107,4	841,7	690,3
<b>Total</b>	<b>595,2</b>	<b>2.055,9</b>	<b>2.318,5</b>	<b>1.234,3</b>	<b>1.199,6</b>	<b>904,4</b>	<b>777,0</b>

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 42. Navegación internacional: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por combustible, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

### 3.2.7. Partidas informativas: Emisiones de CO<sub>2</sub> de Biomasa y uso no energético

#### 3.2.7.1. Emisiones de CO<sub>2</sub> de la biomasa

En conformidad con las *Directrices del IPCC de 2006*, las emisiones de CO<sub>2</sub> de la combustión de la biomasa han sido estimadas, pero no están incluidas en los totales nacionales. Esta información se registra como *Partidas informativas* para la verificación cruzada y para evitar el doble conteo con el sector *UTCUTS*. El BNE considera como biomasa principalmente leña, pero también otros productos de madera provenientes de procesos industriales como retazos y residuos forestales.

En 2016, las emisiones de CO<sub>2</sub> de la biomasa quemada con fines energéticos contabilizaron 35.042,3 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 192,0 % desde 1990 y disminuyendo en un 2,4 % desde 2013. En la Tabla 44 y Figura 43 se aprecia el aumento sostenido en el consumo de leña entre los años 1990 y 2009, el cual se debe a la expansión de la demanda del sector residencial. Posterior a ello, se presenta una caída en los años 2010 y 2011, la que se debe a un ajuste metodológico realizado para el consumo de biomasa en el sector residencial a partir de un estudio

elaborado en el año 2015. En este se realizó una encuesta sobre el consumo de leña por hogar a nivel país, concluyendo que existía una sobre estimación de dicho consumo. A partir de esta información se realizó una proyección retrospectiva hasta el 2010 (último año hasta el cual se realizó una actualización del BNE). Por otra parte, el principal causante del aumento presentado desde el año 2012 se debe un cambio en la metodología de recopilación de datos de actividad en el BNE en la que se vio aumentado el autoconsumo del sector de *Pulpa, papel e imprenta*.

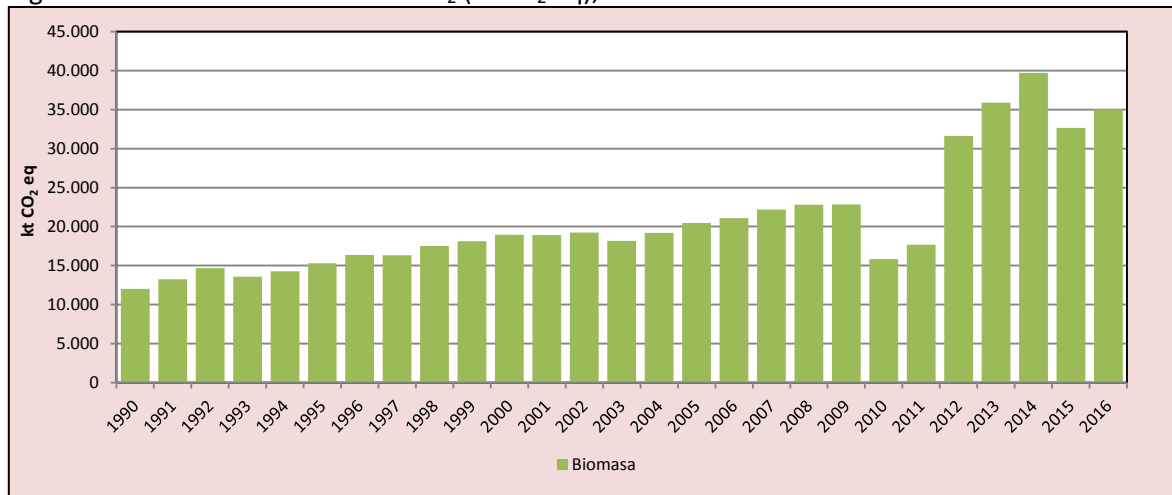
Dentro del plan de mejora continua está el trabajo de realizar estas actualizaciones a los BNE de años anteriores, en la medida que la información existente lo permita realizar.

Tabla 44. Biomasa: emisiones de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Biomasa	12.001,1	18.952,6	15.830,1	35.893,2	39.703,7	32.672,5	35.042,3
<b>Total</b>	<b>12.001,1</b>	<b>18.952,6</b>	<b>15.830,1</b>	<b>35.893,2</b>	<b>39.703,7</b>	<b>32.672,5</b>	<b>35.042,3</b>

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 43. Biomasa: emisiones de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

### Aspectos metodológicos

Para la estimación de las emisiones de GEI de *Emisiones de CO<sub>2</sub> de la biomasa* se aplicó el método Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* (descrito en la sección 3.2.3. *supra*) usando datos de actividad del BNE (Tabla 45) y factores de emisión por defecto (Tabla 46Tabla 45).

Tabla 45. Biomasa: datos de actividad (TJ), serie 1990-2016

Años	Total Biomasa (TJ)
1990	107.152,8
1991	118.198,2
1992	131.224,4
1993	121.244,9
1994	127.398,0
1995	136.434,8
1996	146.271,1
1997	145.616,9
1998	156.306,2
1999	161.986,0
2000	169.219,3
2001	168.892,2

Años	Total Biomasa (TJ)
2002	171.576,1
2003	162.096,8
2004	171.473,6
2005	182.913,6
2006	188.137,9
2007	198.240,8
2008	203.525,0
2009	203.964,1
2010	141.339,9
2011	157.755,1
2012	282.469,8
2013	320.326,1
2014	353.477,0
2015	290.191,2
2016	311.549,5

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA con base en BNE 1990-2016

Tabla 46. Biomasa: datos paramétricos y factor de emisión para Emisiones de CO<sub>2</sub>

Combustible	Poder Calorífico Superior	Factor de emisión CO <sub>2</sub>
	kcal/kg	kg CO <sub>2</sub> /TJ
Biomasa	3.500	112.000

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA con base en BNE y *Directrices del IPCC de 2016* (Cuadro 2.2; Capítulo 2; Volumen 2)

### 3.2.7.2. Uso no energético de los combustibles

El BNE considera uso no energético de combustibles de dos maneras. Por un lado desde el 2012 se publica una columna de “*Derivados industriales de petróleo*” los que consideran el uso de derivados de petróleo no energéticos como aceites, lubricantes y ceras. Antes del 2012 su consumo no se reportaba.

Por otro lado, desde el 2004 se reportan por separado los consumos de los centros de transformación y de uso propio del sector energético. Los centros de transformación son el sector que destina el BNE a las industrias del rubro energético, siendo distinto al “Sector energético” del IPCC. Los centros de transformación incluyen consumo para generación eléctrica pública, para autogeneración y para transformación a otros combustibles secundarios. Los primeros dos se consideran en el INGEI, pero el último no, ya que a diferencia de los otros dos, en éste no existiría quema de combustibles. En centros de transformación se incluyen los siguientes campos:

- Manufactura de gas corriente
- Manufactura de coque en siderurgias
- Refinación de petróleo
- Manufactura de carbón vegetal y minería de carbón mineral
- Producción de metanol a partir de gas natural

El consumo de los centros de transformación, sin considerar la generación eléctrica, tiene alta variabilidad entre años principalmente por cambios metodológicos en la construcción del BNE. En particular, el consumo de gas natural para producción de metanol se modificó para considerar una parte (6 %) dentro del sector energético. Este porcentaje se obtuvo a través de la empresa Methanex y ya fue utilizado en la actualización anterior (INGEI2016, serie 1990-2013).

Cabe recalcar que el consumo con fines energéticos de estas industrias se considera dentro de las categorías 1.A.1.b. *Refinación del petróleo* y 1.A.1.c. *Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la energía* y se obtienen del “Sector energético” del BNE.

### 3.2.8. Industrias de la energía (1.A.1.)

#### 3.2.8.1. Descripción de la subcategoría

Esta subcategoría incluye las emisiones de GEI generadas por la quema de combustibles debido a las industrias de producción energética y a las actividades de extracción de combustibles. En la Tabla 47 se presentan sus componentes y respectivamente los sectores del BNE que lo comprenden.

Tabla 47. 1.A.1. Industrias de la energía: componentes y supuestos relevantes

Componente	Definición IPCC	Sector BNE	Observaciones
1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal	Incluye 3 subcomponentes: electricidad, generación combinada de calor y electricidad y centrales de calor. Pueden ser empresas públicas o privadas pero la generación es para consumo público.	Sector Energético: Electricidad: Servicio Público	En Chile no existen industrias que se dediquen principalmente a la generación de calor o a la cogeneración. Las empresas que producen electricidad, pero no como su actividad principal, son llamadas en el BNE como Autoprodutores. El consumo de combustible de estos se reporta principalmente en 1.A.2 desagregado según la actividad principal de la empresa.
1.A.1.b. Refinación del petróleo	Actividades de combustión usadas en el proceso de refinación del petróleo, incluyen autogeneración de electricidad y calor.	Sector Energético: Petróleo	Se consideran los consumos utilizados para el funcionamiento de la refinería. El petróleo utilizado para ser transformado en otros combustibles secundarios no se considera y está reportado por separado en el BNE.
1.A.1.c. Fabricación de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	Combustión para la fabricación de energéticos secundarios a partir de combustible sólido, incluyendo producción de carbón vegetal, coque, gas de fábrica de gas, minería de carbón mineral entre otros. También se debe incluir la autogeneración.	Sector Energético: Siderurgia, Plantas de gas y Carbón	La Fabricación de combustibles sólidos considera del sector energético del BNE la manufactura de coque y de gas corriente. Este último, a pesar de ser un gas, las <i>Directrices del IPCC de 2006</i> lo clasifica como combustible sólido por ser un gas derivado. Otras industrias de la energía según definición de las <i>Directrices del IPCC de 2006</i> considera dentro del sector energético del BNE la producción de carbón vegetal y mineral.

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA con base en *Directrices del IPCC de 2006*

#### 3.2.8.2. Tendencia de las emisiones de GEI

La subcategoría *Industrias de la energía* es la principal subcategoría emisora del sector Energía representando el 41,0 % de las emisiones de GEI del sector; y además es la principal fuente individual de emisiones a nivel nacional, representando el 32,0 % de las emisiones de GEI totales del país (excluyendo *UTCUTS*). En 2016, sus emisiones de GEI contabilizaron 35.711,1 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 511,1 % desde 1990, y en un 7,9 % desde 2013 (Tabla 48 y Figura 44).

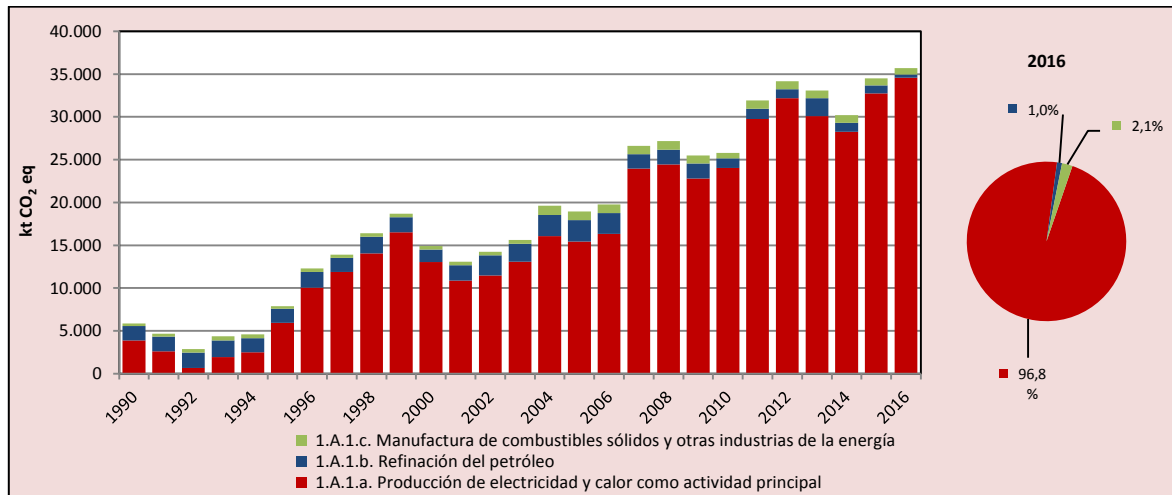
Respecto a los componentes, la *Producción de electricidad y calor como actividad principal* es el de mayor relevancia con un 96,8 %, seguido de un 2,1 % de *Refinación del petróleo* y un 1,0 % de *Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía*. Las variaciones interanuales se explican por el contexto económico de la época, por ejemplo la crisis internacional de 2008 y los cambios en la matriz energética.

Tabla 48. 1.A.1. Industrias de la energía: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal	3.871,9	13.035,4	24.028,5	30.080,9	28.275,4	32.752,1	34.579,6
1.A.1.b. Refinación del petróleo	1.691,9	1.470,8	1.129,7	2.123,5	1.030,4	931,6	366,1
1.A.1.c. Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	279,6	402,1	651,6	892,7	891,1	817,2	765,3
<b>Total</b>	<b>5.843,4</b>	<b>14.908,3</b>	<b>25.809,8</b>	<b>33.097,1</b>	<b>30.196,9</b>	<b>34.501,0</b>	<b>35.711,1</b>

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 44. 1.A.1. Industrias de la energía: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016



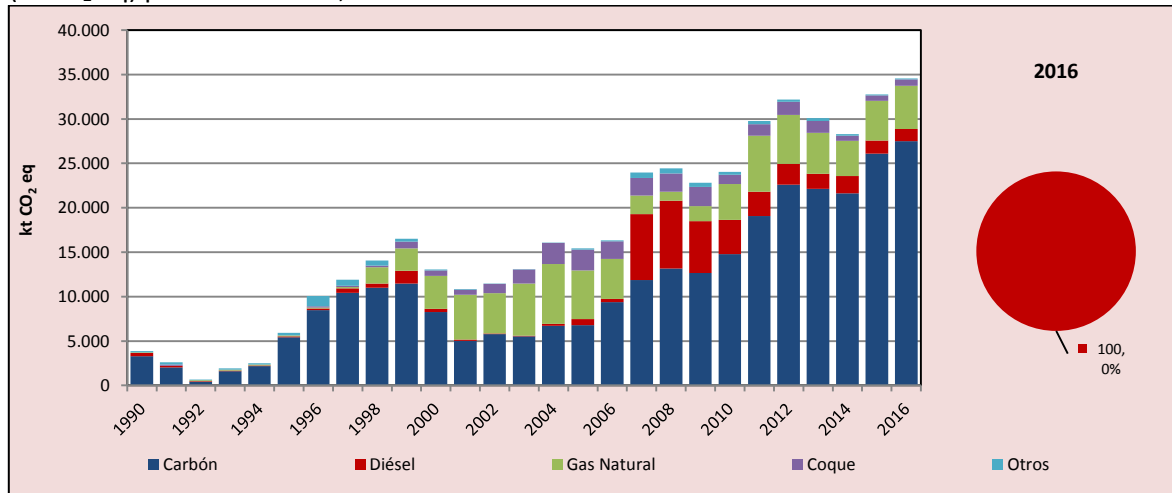
Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Para analizar el comportamiento de las emisiones del componente *Producción de electricidad y calor como actividad principal* se puede observar la tendencia de la generación eléctrica en Chile por tipo de combustible. En 2016 el carbón fue el combustible responsable de mayores emisiones del componente con un 78,5 %, seguido de 14,1 % del gas natural, 4,0 % de diésel y un 2,1 % de coque. El restante 0,4 % es debido a otros combustibles (Tabla 49 y Figura 45).

Tabla 49. 1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por combustible, serie 1990-2016

Combustible	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Diésel	327,1	353,7	3.827,0	1.708,6	1.930,4	1.476,0	1.384,7
Carbón	3.304,6	8.266,0	14.794,1	26.457,5	21.627,3	26.100,8	27.483,0
Gas Natural	73,0	3.696,9	4.057,7	4.619,3	3.970,4	4.470,2	4.867,8
Coque	0,0	616,9	1.044,1	1.309,2	576,4	600,8	716,9
Otros	167,6	103,0	307,5	324,3	172,1	105,0	128,1
<b>Total</b>	<b>3.872,4</b>	<b>13.036,4</b>	<b>24.030,4</b>	<b>34.418,9</b>	<b>28.276,6</b>	<b>32.752,8</b>	<b>34.580,6</b>

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

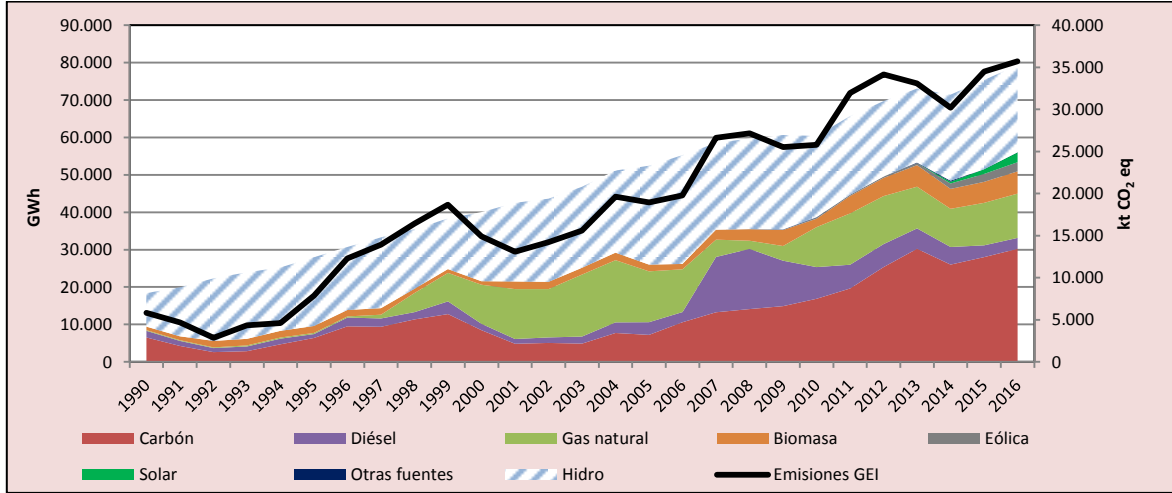
Figura 45. 1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por combustible, serie 1990-2016

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Al comparar las emisiones de GEI con las curvas de generación eléctrica (GWh) por tipo de fuente (Figura 46), se puede apreciar que los máximos de emisión se presentan cuando decrece la generación por fuente hidráulica y aumenta el consumo de diésel y especialmente carbón, como se observa en 1999, 2008-2013 y 2015-2016. Situación contraria ocurre en los períodos 1990-1992, 2005-2006 y en 2014 donde se ve el aumento de la fuente hídrica y una disminución en la tendencia de aumento de las emisiones de la subcategoría. Cabe destacar la influencia del uso del gas natural en las emisiones de GEI en el período 1999-2005, en donde se observa cómo disminuyen las emisiones de GEI debido al aumento del consumo de gas natural a raíz de la entrada de una gran oferta de este combustible desde Argentina, que desplaza el consumo de carbón y diésel. Asimismo, desde 2007 se observa cómo el corte del suministro de gas natural por parte de Argentina, acompañado de una menor oferta hídrica debido a las sequías, produce un aumento en el consumo de diésel y carbón; en un inicio, el principal sustituto fue el diésel debido a que las centrales a gas natural son muchas de ellas homologables con el diésel. Posteriormente ingresó con mayor fuerza el carbón dado su menor costo, lo que incrementa a la vez las emisiones de GEI, con lo que se retoma la tendencia al alza observada entre 1990 y 1998. La disminución presentada entre los años 2008-2010 se debe principalmente a la crisis económica mundial del año 2008 junto con el terremoto del año 2010. La caída de emisiones presentada en el año 2014 se debe principalmente a que el año 2013 fue un año muy lluvioso, lo cual permitió almacenar grandes cantidades de agua, ya sea por embalse o en los glaciares de las montañas del sur del país, aumentando así la oferta de esta generación para el 2014. Para los años venideros, es decir 2015 y 2016, se retoma la tendencia al alza en las emisiones del sector impulsada principalmente por la generación térmica con carbón. Además, es posible apreciar cómo el diésel va disminuyendo su participación en contraste con el crecimiento de la generación solar y eólica.



Figura 46. 1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal: generación eléctrica por tipo de fuente y emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

(\*) Los datos de emisiones no consideran autoproducción, solo servicio público mientras que los datos de generación sí consideran autoproducción.

### 3.2.8.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de esta subcategoría se aplicó el método Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* (descrito en la sección 3.2.3. *supra*) usando datos de actividad desde el BNE y factores de emisión por defecto.

La Tabla 50 resume los métodos que se aplicaron para cada componente de la subcategoría. Es importante mencionar que en Chile no existe un mercado en el que se ofrezca energía en forma de calor, por lo que el combustible consumido para cogeneración y generación de calor como energía queda reportado en el BNE como autoconsumo y consumo de la industria. Por lo tanto, las emisiones de GEI de los componentes *Generación combinada de calor y energía* y *Plantas generadoras de energía* están incluidas dentro de la categoría *Industrias manufactureras y de la construcción*.

Tabla 50. 1.A.1. Industrias de la energía: métodos aplicados por componente

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
<b>1.A.1. Industrias de la energía</b>	<b>T1, IE</b>	<b>D, IE</b>	<b>T1, IE</b>	<b>D, IE</b>	<b>T1, IE</b>	<b>D, IE</b>
1.A.1.a. Producción de electricidad y calor como actividad principal	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE
1.A.1.a.i. Generación de electricidad	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.1.a.ii. Generación combinada de calor y energía (CHP)	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.1.a.iii. Plantas generadoras de energía	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.1.b. Refinación del petróleo	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.1.c. Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.1.c.i. Manufactura de combustibles sólidos	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.1.c.ii. Otras industrias de la energía	T1	D	T1	D	T1	D

T1 = Nivel 1; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través del *IPCC Inventory Software* versión 2.17.

**3.2.8.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos**

Todos los datos de actividad de las emisiones de la subcategoría provienen de los BNE de las series anuales desde 1990 hasta el 2016. La Tabla 51 y Tabla 52 presentan los valores correspondientes por combustible. En el ANEXO 06.01 se encuentran los datos desagregados por componente del INGEI.

Tabla 51. 1.A.1. Industrias de la energía: datos de actividad del consumo de combustible (TJ) por combustible, serie 1990-2016 (1 de 2)

Años	Gasolina para motor	Queroseno para motor a reacción	Otro queroseno	Gas/Diésel oil	Fuelóleo residual	Gases licuados de petróleo	Nafta	Alquitrán
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
1990	-	-	-	5.470,4	8.918,7	36,4	-	-
1991	-	-	-	3.613,5	10.013,2	67,4	-	-
1992	-	-	-	1.651,9	8.501,1	35,2	-	-
1993	-	-	-	1.760,0	8.076,3	36,9	-	-
1994	-	-	-	1.760,9	7.760,2	25,5	-	-
1995	-	-	-	2.391,5	8.610,7	17,2	-	-
1996	-	-	-	3.204,0	20.733,7	99,8	-	-
1997	-	-	-	7.566,2	12.011,4	110,1	-	-
1998	-	-	-	6.905,3	13.006,9	115,9	-	-
1999	-	-	-	20.625,8	6.681,7	157,1	-	-
2000	-	-	-	5.117,6	2.088,2	24,6	2.951,3	-
2001	-	-	-	2.584,1	2.414,3	6,2	3.830,3	-
2002	-	-	-	1.867,5	1.479,6	4,8	8.495,9	-
2003	-	-	-	1.428,1	1.042,1	127,9	5.294,0	-
2004	-	-	1,0	3.285,5	1.336,0	1.188,5	7.754,9	761,3
2005	-	-	9,0	9.273,1	3.276,9	49,2	5.230,5	676,7
2006	-	-	3,6	4.765,8	2.627,8	190,8	7.574,7	781,4
2007	6,8	-	1,4	100.822,8	10.480,7	3.392,8	6.540,4	707,8
2008	3,9	-	-	104.043,0	10.217,7	5.068,9	4.469,8	700,2
2009	1,4	-	-	78.555,1	8.841,5	7.654,8	4.206,7	652,0
2010	-	-	-	51.649,8	5.784,6	3.214,0	1.287,0	243,2
2011	-	1,5	-	37.196,4	4.679,9	2.522,3	319,4	703,9
2012	4.447,1	-	188,9	31.850,0	3.136,4	532,6	94,5	686,7
2013	3.433,1	-	-	24.799,3	5.144,2	1.699,0	137,2	638,2
2014	-	-	-	27.484,2	4.012,2	635,5	1.191,3	616,9
2015	-	7,8	0,0	20.062,2	2.664,7	593,2	5.346,1	777,4
2016	-	-	-	18.635,8	2.988,6	504,4	0,1	683,1

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Tabla 52. 1.A.1. Industrias de la energía: datos de actividad del consumo de combustible (TJ) por combustible, serie 1990-2016 (2 de 2)

Años	Gas de refinería	Otro carbón bituminoso	Coque para horno de coque y coque de lignito	Gas de fábrica de gas	Gas de alto horno	Gas natural	Madera y desechos de madera	Otro biogás
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
1990	4.812,7	34.753,5	-	233,6	1.036,2	15.677,6	-	-
1991	5.154,8	21.191,9	1.340,2	339,1	1.311,3	14.405,5	-	-

Años	Gas de refinería	Otro carbón bituminoso	Coque para horno de coque y coque de lignito	Gas de fábrica de gas	Gas de alto horno	Gas natural	Madera y desechos de madera	Otro biogás
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
1992	5.819,0	4.291,7	-	165,8	1.533,6	16.291,1	-	-
1993	6.411,7	16.845,5	-	256,2	1.827,5	20.217,4	-	-
1994	6.980,4	22.743,1	-	237,4	1.635,4	15.247,0	-	-
1995	8.464,0	56.794,2	-	448,4	1.194,5	14.756,6	-	-
1996	10.938,0	89.055,3	1.344,4	335,4	1.450,7	14.062,0	1.157,4	-
1997	9.403,1	109.507,9	1.340,2	474,9	1.443,1	16.222,3	1.700,1	-
1998	13.960,9	115.569,1	1.841,6	474,8	1.563,8	44.042,8	1.244,9	-
1999	13.563,1	120.521,0	7.087,8	256,2	1.590,2	57.106,3	1.169,4	-
2000	8.118,0	86.931,4	5.739,5	380,6	1.458,3	78.340,1	1.077,9	-
2001	9.140,2	52.709,3	5.453,1	248,7	1.575,1	104.519,9	1.169,4	-
2002	9.925,6	60.600,6	9.744,8	267,5	1.447,0	99.346,8	851,2	-
2003	10.127,1	58.039,1	14.660,9	309,0	1.544,9	123.431,4	934,7	-
2004	10.096,1	70.493,2	22.229,9	992,7	3.695,3	140.720,8	492,9	-
2005	12.245,0	71.472,0	21.579,9	971,2	3.427,1	121.304,3	805,1	-
2006	12.944,4	98.748,3	18.523,9	1.468,9	3.243,5	99.065,3	672,0	-
2007	7.812,5	124.949,9	18.676,2	1.181,5	3.044,8	42.491,8	986,4	-
2008	13.909,3	138.393,1	19.185,0	1.292,3	3.110,5	18.473,8	856,6	-
2009	14.315,0	133.269,8	20.016,1	1.018,2	2.691,0	31.083,9	-	-
2010	345,4	155.586,9	9.713,8	893,6	1.962,6	85.424,3	-	-
2011	247,9	200.387,3	12.291,5	1.188,7	3.348,0	129.302,7	-	-
2012	298,4	237.834,9	13.770,4	1.359,1	3.114,4	109.529,7	6.788,9	-
2013	1.549,0	232.642,5	12.180,4	1.044,9	2.292,3	111.211,4	21.658,6	305,9
2014	6,2	227.450,0	5.362,7	1.000,0	2.001,1	86.422,2	23.300,9	2.018,3
2015	5,9	274.496,3	5.589,2	885,1	2.081,8	88.378,5	34.242,6	2.515,0
2016	5,9	289.033,5	6.669,9	830,9	1.900,0	92.638,8	39.517,1	2.540,5

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Para usar los datos del BNE se tuvieron que hacer algunos arreglos para mantener la consistencia de los datos entre todos los años de la serie. En el 2004, el BNE comenzó a reportar por separado los consumos de combustible en *Centros de transformación* y *Sector energético* (consumo propio de la industria energética). Para mantener la consistencia, se analizaron las tendencias de los consumos, tanto por subsector como por combustible. Para cada combustible se tomó un rango de años entre el 2004 y el 2013 en que se mantuvieran estables los datos y se calculó un factor de proporción. Con este valor proporcional se separó el sector *Centros de transformación*, entre 1990 y 2003, en *Centros de transformación* y *Sector energético*. La gran mayoría de los factores para cada combustible resultó ser 1 o 0, ya que en general, un combustible se utiliza particularmente en un subsector (ya sea para transformarlo o como consumo de la propia empresa). Las únicas excepciones fueron el gas natural para la refinería y gas licuado en producción de gas de fábrica. Los factores que se usaron en estos casos se presentan en la Tabla 53.

Tabla 53. 1.A.1. Industrias de la energía: factores para desagregación de Centros de transformación entre 1990 y 2003

Gas natural	Sector energético	Centro de transformación	Rango de años
Gas licuado - Producción de Gas de fábrica	13,8 %	86,2 %	2004 - 2013
Gas natural - Refinería	71,4 %	28,6 %	2004 - 2013

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Por otro lado, en 1990 y 1993 se observó que los BNE presentaban consumo de combustibles solo para *Autogeneración* y nulo para *Servicio público*. En este caso se calculó un factor por

combustible promediando los años 1992, 1994 y 1995 para obtener el consumo de *Servicio público*.

Adicionalmente, desde 2012 se agregaron dos energéticos al BNE: gas de coque y coque de petróleo. Antes, el primero se sumaba a gas de fábrica y el segundo a coque mineral. Para mantener la coherencia temporal, se agregaron de la misma manera que antes. El gas de coque se sumó a gas de fábrica y el coque de petróleo se sumó a coque mineral.

### 3.2.8.3.2. Factores de emisión

Los factores de emisión de los combustibles utilizados para la estimación de las emisiones de GEI de la subcategoría fueron los por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006*. La Tabla 54 presenta los factores de emisión utilizados.

Tabla 54. 1.A.1. Industrias de la energía: factores de emisión utilizados para la estimación de GEI de la subcategoría

Combustible	kg CO <sub>2</sub> /TJ	kg CH <sub>4</sub> /TJ	kg N <sub>2</sub> O/TJ
Gasolina para motor	69.300	3	0,6
Queroseno para motor a reacción	71.500	3	0,6
Otro queroseno	71.900	3	0,6
Gas/Diésel oil	74.100	3	0,6
Fuelóleo residual	77.400	3	0,6
Gases licuados de petróleo	63.100	1	0,1
Nafta	73.300	3	0,6
Alquitrán	80.700	3	0,6
Gas de refinería	57.600	1	0,1
Otro carbón bituminoso	94.600	1	1,5
Coque para horno de coque y coque de lignito	107.000	1	1,5
Gas de fábrica de gas	44.400	1	0,1
Gas de alto horno	260.000	1	0,1
Gas natural	56.100	1	0,1
Madera y desechos de madera	112.000	30	4,0
Biogás	54.600	1	0,1

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA con base en las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 2.2; Capítulo 2; Volumen 2)

### 3.2.8.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2016, se estimó para cada tipo de combustible y para cada GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 55.

Tabla 55. 1.A.1. Industrias de la energía: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
1.A.1.	Industrias de la energía - Biomasa	CH <sub>4</sub>	1,0%	1,0%	70,0%	230,0%	70,0%	230,0%
1.A.1.	Industrias de la energía - Biomasa	N <sub>2</sub> O	1,0%	1,0%	70,0%	230,0%	70,0%	230,0%
1.A.1.	Industrias de la energía - Combustibles gaseosos	N <sub>2</sub> O	1,0%	1,0%	70,0%	230,0%	70,0%	230,0%
1.A.1.	Industrias de la energía - Combustibles gaseosos	CH <sub>4</sub>	1,0%	1,0%	70,0%	230,0%	70,0%	230,0%
1.A.1.	Industrias de la energía - Combustibles gaseosos	CO <sub>2</sub>	1,0%	1,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%
1.A.1.	Industrias de la energía - Combustibles líquidos	CO <sub>2</sub>	1,0%	1,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%
1.A.1.	Industrias de la energía - Combustibles líquidos	CH <sub>4</sub>	1,0%	1,0%	70,0%	230,0%	70,0%	230,0%
1.A.1.	Industrias de la energía - Combustibles líquidos	N <sub>2</sub> O	1,0%	1,0%	70,0%	230,0%	70,0%	230,0%

1.A.1.	Industrias de la energía - Combustibles sólidos	N <sub>2</sub> O	1,0%	1,0%	70,0%	230,0%	70,0%	230,0%
1.A.1.	Industrias de la energía - Combustibles sólidos	CH <sub>4</sub>	1,0%	1,0%	70,0%	230,0%	70,0%	230,0%
1.A.1.	Industrias de la energía - Combustibles sólidos	CO <sub>2</sub>	1,0%	1,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

Con respecto a los datos de actividad, el BNE de Chile no cuenta con una estadística sobre la exactitud e incertidumbre de los datos. Dado esto, el Equipo Técnico de Energía (quienes además elaboran el BNE) aplicó los valores de incertidumbre recomendados por las *Directrices del IPCC de 2006* que para “sistema estadístico menos desarrollado” y por “Encuesta” debería ser  $\pm 1\%$  (Cuadro 2.15; Capítulo 2; Volumen 2). Tomando esta información como referencia y de acuerdo a los elaboradores del BNE se definió una incertidumbre del  $\pm 1\%$  para todos los combustibles de esta subcategoría.

Con respecto a los factores de emisión, se usaron FE por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006* por lo que se aplicaron valores de incertidumbre inferidos a partir de los valores superiores e inferiores reportados por las *Directrices del IPCC de 2006*. Para el CO<sub>2</sub> la incertidumbre usada es  $\pm 5\%$  (Cuadro 2.2; Capítulo 2; Volumen 2), mientras que para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O fueron entre  $-70\%$  y  $+230\%$  (Cuadro 2.2; Capítulo 2; Volumen 2). Para estimarlos se calcularon los porcentajes que representan los valores superiores e inferiores con respecto al valor central para los principales combustibles usados en Chile. Luego se tomó el mayor valor y se truncaron los decimales.

### 3.2.8.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. La principal fuente de datos, el BNE, contiene variaciones en su elaboración a lo largo del tiempo. Por lo tanto, el Equipo Técnico de Energía ha tenido que realizar cambios y ajustes, los cuales se detallan en la sección 3.2.8.3.1.

### 3.2.8.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

#### 3.2.8.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de Energía se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de Energía. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_1ENER*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

#### **Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos:**

- Revisión detallada de cada archivo anual del BNE, con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
- Generación de una planilla consolidada de datos de actividad que traduce mediante vínculos automatizados los valores del BNE al formato requerido por el software IPCC para la entrada de datos, evitando así la transcripción manual de datos y posibles errores asociados.

- Crear tablas de referencia automáticas para los valores comunes que se utilizan en los cálculos.
- Chequeo de la importación de datos desde los BNE a la planilla anual consolidada y luego desde la planilla al formato requerido por el software del IPCC.
- Verificar que los datos o parámetros que se repiten en varios años sean consistentes
- Verificar en manejo de datos que los totales coincidan (chequeo cruzado) tanto para traspasso de datos como para desagregaciones o agregaciones.

**Verificación de cálculos:**

- Verificar los cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos.
- Verificar si existe alguna tendencia inusual o inexplicable reportada para los datos de actividad u otros parámetros a través de la serie temporal. Comparación de resultados con procedimiento anterior y el actual
- Comparación de resultados del método sectorial versus *Método de referencia* para toda la categoría.

**Verificación de la documentación:**

- Verificar que existe documentación para respaldar y permitir la duplicación de los cálculos.
- Verificar que los datos de inventario, datos de respaldo y registros de inventarios sean archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada.
- Verificar que el archivo sea cerrado y se conserve en un lugar seguro tras la finalización del inventario.

**Verificación del informe:**

- Verificar que las tablas e imágenes del informe correspondan a los últimos valores actualizados.
- Verificar los títulos de las tablas y figuras para ver la exactitud y la coherencia del contenido.
- Verificar la coherencia de las referencias y que las citas de texto y referencias coincidan.

**3.2.8.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *Energía*, el Equipo Técnico de Energía ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de Energía como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_1ENER*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

**3.2.8.6.3. Verificación**

Como método de verificación se considera lo realizado en el punto 3.2.5 respecto a la comparación entre el total de la categoría con datos de la AIE. Esta comparación es por categoría y no subcategoría, pero es la única información disponible con la cual contrastar lo generado.

**3.2.8.7. Recálculos**

**3.2.8.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras**

Para esta subcategoría se realizaron las principales modificaciones respecto al INGEI2016, dada la redefinición de consumos en la actualización de los BNE desde el 2010 al 2015. En ella se reasignaron consumos asociados a los sectores de refinería e industrias de la energía, los que en su mayoría pasaron de ser consumos con fines energéticos a consumos con fines no energéticos, implicando una disminución de emisiones. Esto se ve reflejado en la Tabla 56, en donde se contrasta la variación de la producción bruta de energéticos en los BNE antiguos versus la actualización para los años indicados.

Tabla 56. Contraste entre los valores de producción bruta de energéticos primarios entre los BNE 2010-2015 (Tcal)

Producción Bruta	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Cifra original	90.916,0	92.485,8	126.018,0	143.703,6	136.450,0	131.566,7
Cifra corregida	77.467,6	77.534,5	108.072,6	125.596,4	125.444,1	123.081,3
<b>Diferencia</b>	<b>13.448,4</b>	<b>14.951,4</b>	<b>17.945,4</b>	<b>18.107,1</b>	<b>11.005,9</b>	<b>8.485,5</b>
<b>Diferencia %</b>	<b>17,4%</b>	<b>19,3%</b>	<b>16,6%</b>	<b>14,4%</b>	<b>8,8%</b>	<b>6,9%</b>

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

**3.2.8.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión**

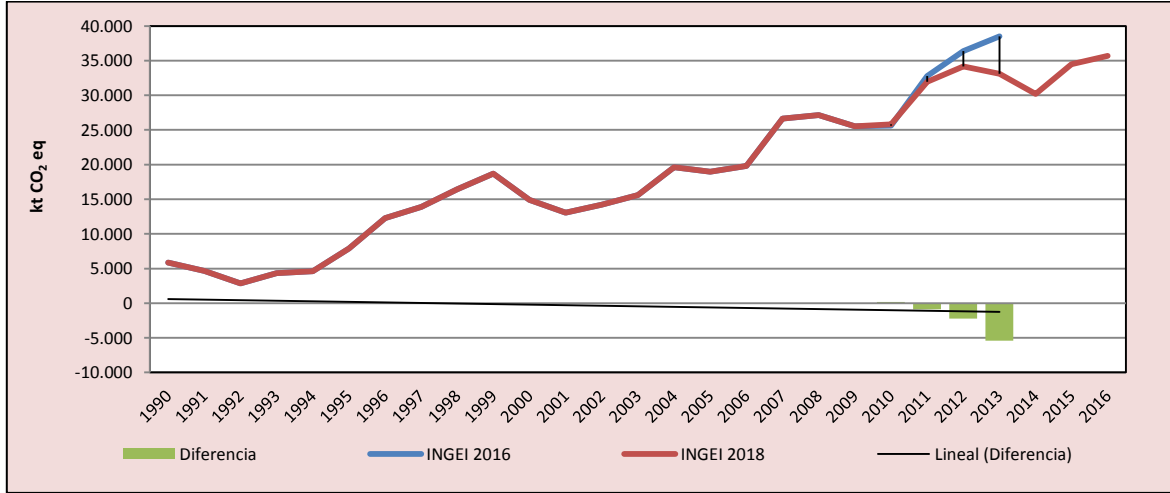
En la Tabla 57 y Figura 47 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de esta subcategoría respecto del inventario anterior (INGEI2016). La diferencia entre los resultados de ambos inventarios se debe a la actualización histórica de los BNE desde el 2010 al 2015, en donde existe un claro incremento en la diferencia de estos desde el 2010 al 2013, alcanzando una diferencia del 16,4 % en el año 2013. Los detalles de las modificaciones realizadas se presentan en la sección 3.1.5.1.

Tabla 57. 1.A.1. Industrias de la energía: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	5.843,8	14.909,2	25.623,4	38.518,4			
INGEI2018	5.843,4	14.908,3	25.809,8	33.097,1	30.196,9	34.500,0	35.711,1
<b>Diferencia</b>	<b>-0,4</b>	<b>-0,9</b>	<b>186,4</b>	<b>- 5.421,2</b>			
<b>Diferencia %</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,7%</b>	<b>-16,4%</b>			

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 47. 1.A.1. Industrias de la energía: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

### 3.2.8.8. Plan de mejoramiento

Con base en las recomendaciones como resultado de los procesos de revisión externa (garantía de la calidad) y al análisis propio del Equipo Técnico de Energía, el plan de mejoramiento de sector *Energía* se basa en su mayoría a acciones para lograr obtener los factores de emisión país específico de los combustibles utilizados a nivel nacional, dado su relevancia en el aporte de emisiones y por su categorización como categoría principal del país. Para ello se plantea analizar las importaciones de energéticos, y si se cuenta con cobertura suficiente de algún energético, la idea es usar factores específicos de los países de la procedencia de los combustibles.

Junto con esto, se debe realizar un esfuerzo en lograr una consistencia temporal respecto a los consumos declarados por ENAP en sus refinerías, por lo que se propone establecer conversaciones para definir criterios que permitan estandarizar esta información para toda la serie temporal.

### 3.2.9. Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2.)

#### 3.2.9.1. Descripción de la subcategoría

Esta subcategoría incluye las emisiones de GEI generadas por la quema de combustibles fósiles en la industria, incluyendo la quema para generación de electricidad y calor para el uso propio de estas industrias. Se excluyen las industrias del rubro energético consideradas en la subcategoría *Industrias de la energía*.

En la Tabla 58 se presentan sus componentes y respectivamente los sectores del BNE que lo comprenden. En la sección de aspectos metodológicos se explica por qué hay componentes que no se consideran.



Tabla 58. 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción: componentes y supuestos relevantes

Componente	Definiciones IPCC	Sector BNE	Observaciones
1.A.2.a. Hierro y acero	Grupo 271 y Clase 2731 de la ISIC	Siderurgia	Incluye industrias y fundiciones que trabajan con hierro y acero
1.A.2.c. Sustancias químicas	División 24 de la ISIC	Petroquímica	La fabricación de sustancias químicas y productos químicos, principalmente industria petroquímica,
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	Divisiones 21 y 22 de la ISIC	Papel y celulosa	No incluye imprenta, solo producción de celulosa y papel.
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	Divisiones 15 y 16 de la ISIC	Azúcar	Incluye solo la producción de azúcar. Las otras industrias de alimentos se reportan en Industrias varias.
1.A.2.f. Minerales no metálicos	Incluye productos tales como porcelana, cemento, etc.; división 26 de la ISIC	Cemento	Incluye solo la industria del cemento.
1.A.2.i. Minería (con excepción de combustibles) y cantería	Divisiones 13 y 14 de la ISIC	Cobre, Salitre, Hierro y Minas varias	Incluye las emisiones de la minería que se desarrolla en Chile (excepto la carbonífera) incluyendo la explotación, extracción y los procesos metalúrgicos asociados.
1.A.2.m. Industria no especificada	Toda la industria manufacturera y de la construcción no incluida más arriba o para la que no hay datos disponibles por separado.	Industrias Varias	Incluye todas las industrias no incluidas en las categorías ya mencionadas.

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

### 3.2.9.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 16.129,2 kt CO<sub>2</sub> eq (representando el 18,5 % de las emisiones de GEI del sector Energía), incrementándose en un 31,5 % desde 1990, y en un 10,7 % desde 2013 (Tabla 59 y Figura 48). Las principales causantes de las variaciones interanuales se deben a la minería del cobre, la desaparición de algunas industrias por la competencia internacional y los costos de producción (azúcar y siderurgia), y la *industria no especificada* que por su definición tiene alta variabilidad.

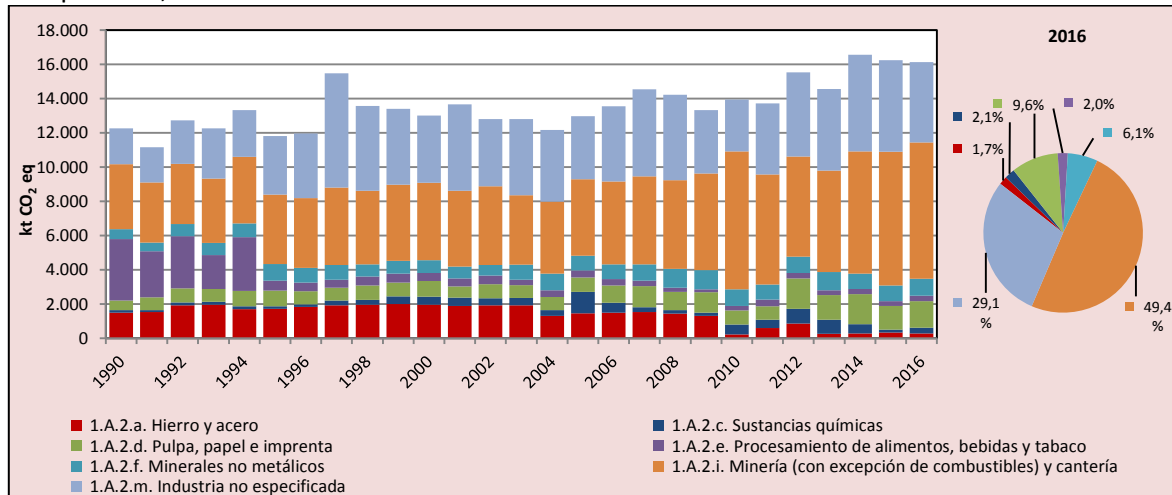
Respecto a los componentes, en el 2016 la *Minería (con excepción de combustibles) y cantería* es el de mayor relevancia con un 49,4 %, seguido de un 29,1 % de *Industria no especificada*, 9,6 % *Pulpa, papel e imprenta*, 6,1 % de *Minerales no metálicos*, 2,1 % de *Sustancias químicas*, 2,0 % *Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco*, y *Hierro y acero* un 1,7 %.

Tabla 59. 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
1.A.2.a. Hierro y acero	1.495,0	1.948,6	215,3	258,7	271,2	325,4	272,1
1.A.2.c. Sustancias químicas	141,1	472,1	585,7	817,8	533,8	170,3	337,1
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	557,5	909,8	808,7	1.442,5	1.774,5	1.375,8	1.543,1
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	3.600,3	471,3	263,9	286,0	292,3	294,0	328,3
1.A.2.f. Minerales no metálicos	572,7	745,9	985,9	1.054,5	892,5	911,5	985,6
1.A.2.i. Minería (con excepción de combustibles) y cantería	3.799,9	4.540,2	8.059,3	5.923,9	7.149,0	7.823,6	7.967,0
1.A.2.m. Industria no especificada	2.095,0	3.924,7	3.029,9	4.785,7	5.639,2	5.345,3	4.696,0
<b>Total</b>	<b>12.261,5</b>	<b>13.012,7</b>	<b>13.948,7</b>	<b>14.569,1</b>	<b>16.552,6</b>	<b>16.246,0</b>	<b>16.129,2</b>

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 48. 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

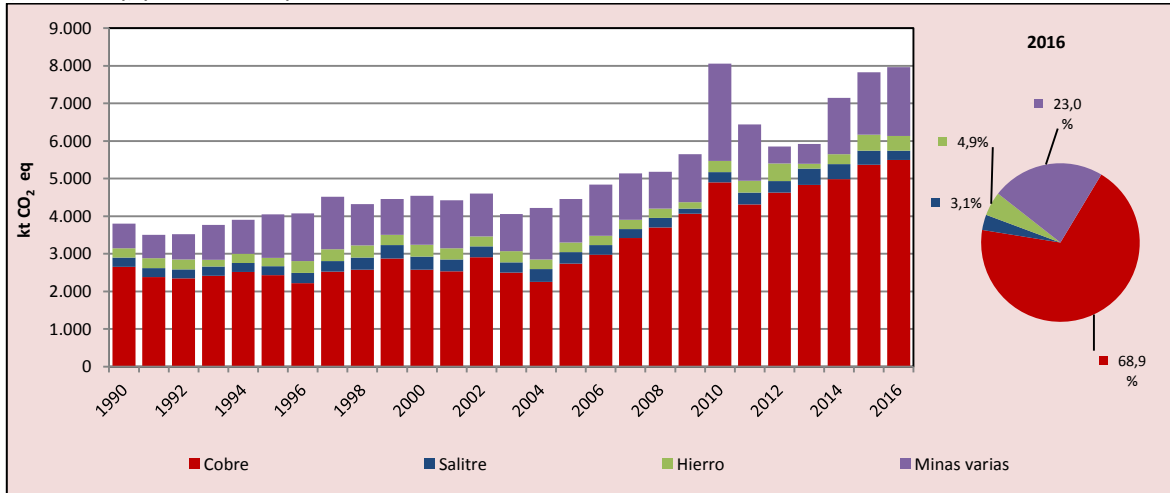
La principal industria en Chile es la minería, por lo que es importante conocer en detalle sus emisiones. La minería del cobre es el subcomponente de mayor consumo energético, por lo que representa un 68,9 % de las emisiones en 2016, seguido de un 23,0 % de minas variadas, 4,9 % de salitre y 3,1 % de hierro (Tabla 60 y Figura 49). El 2010 se presenta una anomalía en la tendencia de las emisiones de Minas variadas, proveniente del consumo de gas natural en dicho sector, que se debe a una diferencia en la metodología de elaboración del BNE para ese año. El aumento sostenido desde el año 2014 de la categoría de Minas Variadas se debe al aumento en el consumo de petróleo diésel para este tipo de minería.

Tabla 60. 1.A.2.i. Minería (con excepción de combustibles) y cantería: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcomponente, serie 1990-2016

Subcomponente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Cobre	2.650,0	2.574,3	4.900,6	4.829,4	4.985,7	5.363,7	5.491,4
Salitre	254,1	348,0	273,9	439,7	399,7	375,7	250,2
Hierro	239,6	320,4	291,2	124,8	259,0	424,3	390,6
Minas variadas	656,2	1.297,3	2.593,4	529,8	1.504,4	1.659,8	1.834,5
<b>Total</b>	<b>3.799,9</b>	<b>4.540,0</b>	<b>8.059,1</b>	<b>5.923,7</b>	<b>7.148,9</b>	<b>7.823,4</b>	<b>7.966,8</b>

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 49. 1.A.2.i. Minería (con excepción de combustibles) y cantería: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcomponente, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

### 3.2.9.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de esta subcategoría se aplicó el método Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* (descrito en la sección 3.2.3. *supra*) usando datos de actividad desde el BNE y factores de emisión por defecto.

La Tabla 61 resume los métodos que se aplicaron para cada componente de la subcategoría. Para la elaboración de esta subcategoría se tomó la desagregación que se realiza en el BNE la que solo incluye algunos de los componentes propuestos por las *Directrices del IPCC de 2006*. Sin embargo de acuerdo a los elaboradores del BNE se estableció que las categorías no desagregadas están incluidas en *Industria no especificada* y en el caso de los *Metales no ferrosos* se consideran dentro de *Minería*.

Tabla 61. 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción: métodos aplicados por componente

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
<b>1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción</b>	<b>T1, IE</b>	<b>D, IE</b>	<b>T1, IE</b>	<b>D, IE</b>	<b>T1, IE</b>	<b>D, IE</b>
1.A.2.a. Hierro y acero	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.2.b. Metales no ferrosos	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.2.c. Sustancias químicas	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.2.d. Pulpa, papel e imprenta	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.2.e. Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.2.f. Minerales no metálicos	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.2.g. Equipo de transporte	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.2.h. Maquinaria	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.2.i. Minería (con excepción de combustibles) y cantería	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.2.j. Madera y productos de la madera	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.2.k. Construcción	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.2.l. Textiles y cueros	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.2.m. Industria no especificada	T1	D	T1	D	T1	D

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través del *IPCC Inventory Software* versión 2.17.

### 3.2.9.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Todos los datos de actividad de la subcategoría provienen de los BNE de las series anuales desde 1990 hasta 2016. La Tabla 62 y Tabla 63 presentan los valores correspondientes por tipo de combustible. En el ANEXO 06.01 se encuentran los datos desagregados por componente.

Tabla 62. 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción: datos de actividad del consumo de combustible (TJ) por combustible, serie 1990-2016 (1 de 2)

Años	Gasolina para motor	Gasolina para la aviación	Queroseno para motor a reacción	Otro queroseno	Gas/Diésel oil	Fuelóleo residual	Gases licuados de petróleo	Nafta	Alquitrán
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
1990	-	-	-	2.088,16	28.284,22	40.580,85	2.363,87	43,75	-
1991	-	-	-	2.601,26	25.527,27	39.621,55	2.415,38	51,70	556,84
1992	-	-	-	2.239,31	27.447,38	45.401,44	2.841,16	59,66	580,71
1993	-	-	-	2.481,94	29.754,61	50.145,81	4.062,03	151,15	690,49
1994	-	-	-	1.849,52	31.810,03	53.401,20	3.530,72	234,67	680,15
1995	-	-	-	2.664,91	37.501,68	58.823,19	4.555,66	449,45	715,94
1996	-	-	-	6.523,04	43.985,41	49.102,54	4.789,29	182,96	799,47
1997	-	-	-	6.029,84	51.548,31	51.945,10	5.621,28	580,71	730,26
1998	-	-	-	5.866,75	48.160,45	44.920,80	9.231,90	652,30	751,74
1999	-	-	-	2.700,70	47.302,41	41.855,22	7.347,83	1.905,21	735,83
2000	-	-	-	2.398,40	45.654,50	38.374,34	6.435,95	270,46	696,06
2001	-	-	-	1.964,86	55.903,68	28.862,62	4.649,87	246,60	680,15
2002	-	-	-	1.622,81	53.413,52	24.682,02	6.088,56	250,58	715,94
2003	-	-	-	1.471,66	55.333,83	25.118,38	5.500,18	131,26	727,88
2004	-	-	-	1.063,43	58.809,00	18.974,38	5.619,46	74,97	-
2005	-	-	0,01	999,93	58.638,49	21.686,86	6.469,82	55,15	-
2006	-	-	-	1.043,66	73.369,79	25.068,51	6.863,97	9,27	-
2007	-	-	-	1.210,81	85.624,96	38.208,50	12.703,92	22,78	-
2008	-	-	-	1.137,36	87.055,26	40.768,04	13.033,13	69,67	-
2009	-	-	-	1.611,06	86.297,07	31.146,48	12.231,08	-	-
2010	-	-	930,13	1.289,35	82.180,99	27.377,01	12.871,11	-	-
2011	98,90	2,03	579,41	689,17	95.055,00	33.663,04	9.652,44	2,37	-
2012	-	2,09	608,52	1.039,91	104.050,46	33.598,11	12.567,73	-	-
2013	-	0,98	1.454,26	619,94	100.534,25	28.700,38	11.598,61	-	-
2014	-	24,47	5.634,51	1.030,62	116.994,60	27.191,22	19.142,77	-	-
2015	-	31,58	2.798,50	630,25	121.675,09	23.481,94	11.613,57	-	-
2016	-	27,27	1.730,72	443,00	125.357,51	18.843,17	11.385,18	-	-

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Tabla 63. 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción: datos de actividad del consumo de combustible (TJ) por combustible, serie 1990-2016 (2 de 2)

Años	Gas de refinería	Otros productos del petróleo	Otro carbón bituminoso	Coque para horno de coque y coque de lignito	Gas de fábrica de gas	Gas de alto horno	Gas natural	Madera y desechos de madera
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
1990	19,89	604,57	52.754,54	7.056,02	2.498,27	2.151,60	2.574,24	31.779,90
1991	19,89	409,68	42.690,08	6.483,26	3.233,04	2.543,48	1.998,68	39.193,88
1992	31,82	624,46	48.397,73	8.265,16	3.598,55	3.168,99	2.487,53	49.046,05
1993	27,84	731,85	35.847,93	9.000,98	4.065,81	3.161,45	2.586,33	34.965,86
1994	27,84	1.077,89	43.668,53	9.891,93	4.039,42	2.615,08	2.746,64	35.932,36
1995	23,86	938,68	16.120,63	11.323,83	4.160,00	2.543,48	2.605,15	39.512,08

Años	Gas de refinería	Otros productos del petróleo	Otro carbón bituminoso	Coque para horno de coque y coque de lignito	Gas de fábrica de gas	Gas de alto horno	Gas natural	Madera y desechos de madera
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
1996	27,84	1.010,27	18.065,62	9.569,77	4.303,20	2.999,42	2.690,02	42.391,77
1997	26,09	1.227,21	38.739,67	9.898,30	3.945,59	2.826,09	15.871,46	36.058,23
1998	27,84	1.244,94	23.522,70	10.997,67	3.651,30	2.852,47	15.805,47	47.216,43
1999	-	1.229,04	23.960,22	11.522,69	3.579,71	2.852,47	20.831,70	50.808,07
2000	-	1.400,07	20.437,10	8.913,48	3.628,70	2.660,29	35.993,33	57.035,01
2001	23,86	1.205,17	27.261,23	9.283,39	3.662,61	2.618,84	37.847,54	54.416,90
2002	23,86	1.594,96	21.110,05	9.132,26	3.447,83	2.713,05	40.290,33	56.850,23
2003	23,86	-	18.218,12	11.140,87	3.794,50	2.694,21	41.385,56	46.718,61
2004	19,00	-	19.934,15	7.944,20	3.128,82	1.386,19	44.962,89	55.635,45
2005	14,59	2.022,22	17.390,70	10.656,04	3.140,48	1.098,65	52.542,52	66.493,97
2006	0,02	2.199,03	17.567,75	10.576,54	3.359,80	972,62	38.062,27	71.274,88
2007	12,91	2.069,84	17.238,25	11.134,51	3.148,91	963,07	14.187,93	80.478,95
2008	12,23	2.053,77	15.608,33	11.622,69	2.821,97	659,66	6.056,74	85.312,59
2009	13,23	1.778,19	8.346,58	16.245,35	2.672,54	624,02	8.760,19	86.021,50
2010	8,88	-	9.745,04	7.222,22	1.974,95	275,65	48.547,33	75.687,74
2011	0,02	-	8.752,51	7.524,98	2.618,97	1.199,87	19.115,61	90.943,87
2012	-	-	7.373,49	11.192,98	2.462,48	1.088,46	27.817,08	207.544,03
2013	-	-	5.421,70	10.275,12	2.705,61	496,67	29.646,78	229.704,46
2014	0,01	-	9.228,19	9.963,15	2.121,99	355,68	25.180,09	257.233,32
2015	-	-	10.617,93	8.816,01	2.194,16	568,99	32.543,02	185.010,54
2016	-	-	9.384,95	9.228,88	2.409,16	487,47	34.800,18	201.699,64

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

La principal fuente de datos para esta subcategoría es el BNE; sin embargo, fue necesario usar información adicional para desagregar la autogeneración por industria, ya que en el BNE es parte de la generación eléctrica. Para esto se recurrió a la base de datos confidenciales que se encuentran en las planillas con las cuales se elabora el BNE, en donde se posee una mayor desagregación.

Según información del BNE, en Chile se usan ocho combustibles para la autogeneración; dentro de estos, la biomasa, gas de refinería, carbón, gas licuado y gas de fábrica son utilizados por solo una industria cada uno, por lo que se asignan directamente. Por otra parte, el diésel, gas natural y fuel oil son usados por variadas industrias, por lo que se deben desagregar con información adicional que solo se posee para la serie 2000-2016, y se extrapola hasta 1990. Para esto último, se calcularon los factores de desagregación por combustible para los datos disponibles (2000-2016), se analizó la estabilidad de los datos, los cuales no poseen grandes fluctuaciones, y se promedió para obtener un factor que se utilizó en el resto de la serie (Tabla 64).

Tabla 64. 1.A.2. Industria manufacturera y de la construcción: factores para desagregación de Autoprodutores entre 1990-1999

Sector del BNE	Diésel	Gas natural	Fueloil
Industrial y Minero :	87,9%	0,3%	97,3%
Cobre :	9,8%	0,0%	61,1%
Salitre :	11,7%	0,0%	1,9%
Hierro :	4,0%	0,0%	0,0%
Papel Y Celulosa :	5,9%	0,3%	29,9%
Siderurgia :	0,5%	0,0%	0,6%
Petroquímica :	0,1%	0,0%	0,0%
Cemento :	2,2%	0,0%	3,6%
Azúcar :	0,1%	0,0%	0,0%
Pesca :	14,4%	0,0%	0,0%

Sector del BNE	Diésel	Gas natural	Fueloil
Industrias Varias :	31,2%	0,0%	0,3%
Minas Varias :	8,1%	0,0%	0,0%
Centros De Transformación :	12,1%	99,7%	2,7%
Electricidad :	0,0%	0,0%	2,7%
Gas y Coque :	0,2%	55,4%	0,0%
Petróleo y Gas Natural :	11,6%	44,3%	0,0%
Gas Natural - Metanol	0,2%	0,3%	0,0%

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA con base en BNE 2000-2016

Los consumos para autogeneración se sumaron a los consumos directos reportados por las diversas industrias incluyendo industria energética, manufacturera, minería y pesca. La industria petroquímica incluye la producción de metanol, que utiliza gas natural para su elaboración, en donde se reporta que el 100 % de su uso es no energético; sin embargo, de acuerdo a los últimos reportes de la empresa productora, una parte se utiliza para consumo propio. Este consumo se empieza a ver reflejado desde el BNE del 2013. Para mantener una coherencia temporal, este consumo se extiende para toda la serie otorgándole un factor del 6 %. Este factor fue definido en el INGEI2014 basado en comunicaciones con la empresa y coincide con el porcentaje reportado en los BNE desde 2013 a la fecha.

Otro cambio realizado a los datos del BNE fue la desagregación de minas varias entre 1990-1996. En este período se reportó el consumo de minas varias dentro de industrias varias. Para esto se sumaron las categorías de minas varias e industrias varias por combustible para los años entre 1997-2011, calculando un factor de proporción y promediándolo para obtener un factor el que se aplicó entre 1990-1996.

### 3.2.9.3.2. Factores de emisión

Los factores de emisión de los combustibles usados para la estimación de las emisiones de GEI de la subcategoría fueron casi en su totalidad factores por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006*. La Tabla 65 presenta los factores de emisión utilizados.

Tabla 65. 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción: factores de emisión usados para la estimación de GEI de la subcategoría

Combustible	kg CO <sub>2</sub> /TJ	kg CH <sub>4</sub> /TJ	kg N <sub>2</sub> O/TJ
Gasolina para motor	69.300	3	0,6
Gasolina para la aviación	70.000	3	0,6
Queroseno para motor a reacción	71.500	3	0,6
Otro queroseno	71.900	3	0,6
Gas/Diésel oíl	74.100	3	0,6
Fuelóleo residual	77.400	3	0,6
Gases licuados de petróleo	63.100	1	0,1
Nafta	73.300	3	0,6
Alquitrán	80.700	3	0,6
Gas de refinería	57.600	1	0,1
Otros productos del petróleo (metanol)	63.864	3	0,6
Otro carbón bituminoso	94.600	10	1,5
Coque para horno de coque y coque de lignito	107.000	10	1,5
Gas de fábrica de gas	44.400	1	0,1
Gas de alto horno	260.000	1	0,1
Gas natural	56.100	1	0,1
Madera y desechos de madera	112.000	30	4,0

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA con base en las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 2.3; Capítulo 2; Volumen 2)

La única excepción es el metanol, ya que en Chile se utiliza como un energético y no así en las *Directrices del IPCC de 2006*. Este fue clasificado como *Otros productos del petróleo* según la lista de combustibles de las *Directrices del IPCC de 2006* para poder agregarlo al software pero con un factor de emisión distinto. Este se calculó utilizando el peso molecular del metanol (CH<sub>3</sub>OH) y su poder calorífico siguiendo el siguiente procedimiento:

Ecuación 3. Industrias manufactureras y de la construcción: factor de emisión del metanol

$$FE_{CH_3OH} = \text{Contenido de Carbono}_{CH_3OH} \left[ \frac{kg}{TJ} \right] \times \text{factor de oxidación}_{CH_3OH} \times \frac{\text{Peso molecular}_{CO_2}}{\text{Peso molecular}_C}$$

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA con base en las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 1.4; Capítulo 1; Volumen 2)

Ecuación 4. Industrias manufactureras y de la construcción: contenido de carbono del metanol

$$\text{Contenido de Carbono}_{CH_3OH} \left[ \frac{kg}{TJ} \right] = \frac{\text{Peso molecular}_C}{\text{Peso molecular}_{CH_3OH}} \div \text{Poder calorífico} \left[ \frac{TJ}{Gg} \right] \times 1.000.000 [kg/Gg]$$

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA con base en las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 1.4; Capítulo 1; Volumen 2)

Donde:

- $FE_{CH_3OH} = 63.864,40 \left[ \frac{kg}{TJ} \right]$
- $\text{factor de oxidación}_{CH_3OH} = 1$
- $\text{Peso molecular}_{CO_2} = 44$
- $\text{Peso molecular}_C = 12$
- $\text{Peso molecular}_{CH_3OH} = 32$
- $\text{Poder calorífico} = 21,53 \left[ \frac{TJ}{Gg} \right]$
- $\text{Contenido de Carbono}_{CH_3OH} = 17.417,56 \left[ \frac{kg}{TJ} \right]$

### 3.2.9.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2016, se estimó para cada tipo de combustible y para cada GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 66.

Tabla 66. 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - Biomasa	CH <sub>4</sub>	50,0%	50,0%	70,0%	230,0%	86,0%	235,4%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - Biomasa	N <sub>2</sub> O	50,0%	50,0%	70,0%	230,0%	86,0%	235,4%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles gaseosos	CH <sub>4</sub>	5,0%	5,0%	70,0%	230,0%	70,2%	230,1%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles gaseosos	CO <sub>2</sub>	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	7,1%	7,1%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles gaseosos	N <sub>2</sub> O	5,0%	5,0%	70,0%	230,0%	70,2%	230,1%

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles líquidos	CH <sub>4</sub>	5,0%	5,0%	70,0%	230,0%	70,2%	230,1%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles líquidos	CO <sub>2</sub>	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	7,1%	7,1%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles líquidos	N <sub>2</sub> O	5,0%	5,0%	70,0%	230,0%	70,2%	230,1%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles sólidos	CH <sub>4</sub>	5,0%	5,0%	70,0%	230,0%	70,2%	230,1%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles sólidos	CO <sub>2</sub>	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	7,1%	7,1%
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles sólidos	N <sub>2</sub> O	5,0%	5,0%	70,0%	230,0%	70,2%	230,1%

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

Con respecto a los datos de actividad para esta categoría, el BNE no cuenta con una estadística sobre la exactitud e incertidumbre de los datos generados. Dado esto, el Equipo Técnico de Energía (elaboradores del BNE) aplicó los valores de incertidumbre recomendados por las *Directrices del IPCC de 2006* que para un “sistema estadístico menos desarrollado” y por “Encuesta”, que debiese ser entre  $\pm 2\%$  y  $\pm 3\%$  para industrias de alto consumo energético y entre  $\pm 10\%$  y  $\pm 15\%$  para otras (Cuadro 2.15, Capítulo 2, Volumen 2). Se estableció una incertidumbre de  $\pm 5\%$  para toda la subcategoría a excepción de los datos de actividad de consumo de Biomasa, que se asignó en un  $\pm 50\%$ .

Con respecto a los factores de emisión, se usaron FE por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006*. Dado esto, se aplicaron valores de incertidumbre inferidos a partir de los valores superiores e inferiores reportados por las *Directrices del IPCC de 2006*. Para el CO<sub>2</sub> la incertidumbre usada es  $\pm 5\%$  (Cuadro 2.3; Capítulo 2; Volumen 2), mientras que para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O fueron  $-70\%$  y  $+230\%$  (Cuadro 2.3; Capítulo 2; Volumen 2). Para estimarlos se calcularon los porcentajes que representan los valores superiores e inferiores con respecto al valor central para los principales combustibles usados en Chile. Luego se tomó el mayor valor y se truncaron los decimales. Se asumió que el metanol también tiene esta incertidumbre.

### 3.2.9.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. La principal fuente de datos, el BNE, contiene variaciones en su elaboración a lo largo del tiempo. Por lo tanto, el Equipo Técnico de Energía ha tenido que realizar cambios y ajustes, los cuales se detallan en la sección 3.2.8.3.1. *supra*.

### 3.2.9.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación



#### **3.2.9.6.1. Control de la calidad**

Durante la actualización del ISGEI de Energía se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de Energía. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_1ENER*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

##### **Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos:**

- Revisión detallada de cada archivo anual del BNE, con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
- Generación de una planilla consolidada de datos de actividad que traduce mediante vínculos automatizados los valores del BNE al formato requerido por el software IPCC para la entrada de datos, evitando así la transcripción manual de datos y posibles errores asociados.
- Crear tablas de referencia automáticas para los valores comunes que se utilizan en los cálculos.
- Chequeo de la importación de datos desde los BNE a la planilla anual consolidada y luego desde la planilla al formato requerido por el software del IPCC.
- Verificar que los datos o parámetros que se repiten en varios años sean consistentes
- Verificar en manejo de datos que los totales coincidan (chequeo cruzado) tanto para traspaso de datos como para desagregaciones o agregaciones.

##### **Verificación de cálculos:**

- Verificar los cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos.
- Verificar si existe alguna tendencia inusual o inexplicable reportada para los datos de actividad u otros parámetros a través de la serie temporal. Comparación de resultados con procedimiento anterior y el actual
- Comparación de resultados del método sectorial versus *Método de referencia* para toda la categoría.

##### **Verificación de la documentación:**

- Verificar que existe documentación para respaldar y permitir la duplicación de los cálculos.
- Verificar que los datos de inventario, datos de respaldo y registros de inventarios sean archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada.
- Verificar que el archivo sea cerrado y se conserve en un lugar seguro tras la finalización del inventario.

##### **Verificación del informe:**

- Verificar que las tablas e imágenes del informe correspondan a los últimos valores actualizados.
- Verificar los títulos de las tablas y figuras para ver la exactitud y la coherencia del contenido.
- Verificar la coherencia de las referencias y que las citas de texto y referencias coincidan.

#### **3.2.9.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *Energía*, el Equipo Técnico de Energía ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del

ISGEI de Energía como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo 2018\_SGCC\_1ENER. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

### 3.2.9.6.3. Verificación

Como método de verificación se considera lo realizado en el punto 3.2.5 respecto a la comparación entre el total de la categoría con datos de la AIE. Esta comparación es por categoría y no subcategoría, pero es la única información disponible con la cual contrastar lo generado.

### 3.2.9.7. Recálculos

#### 3.2.9.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras

El principal cambio de esta subcategoría está explicado en la sección 3.1.5.1. *Balance Nacional de Energía*, en donde se explican las modificaciones realizadas a los BNE en el periodo 2010-2015, incluyendo modificaciones asociadas al sector de industrias manufactureras y de construcción.

#### 3.2.9.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión

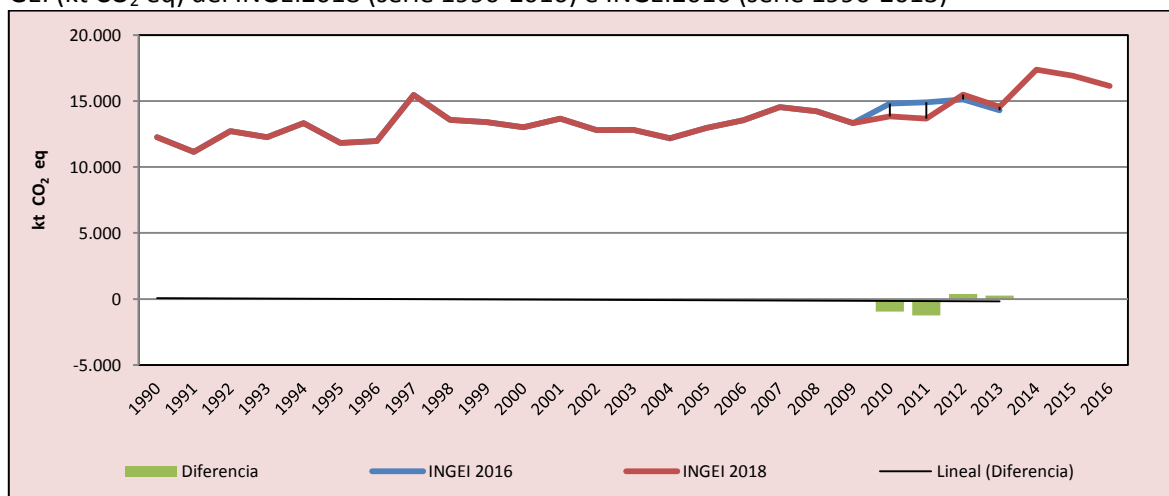
Como se observa en la Tabla 67 y Figura 50, el nivel de emisiones de esta subcategoría disminuyó en el INGEI2018 con respecto al INGEI2016, en especial los años 2010 y 2011, debido a la relocalización de consumos realizados en la actualización de los BNE entre 2010-2015. Esto, principalmente por la disminución de consumos de los sectores “Petroquímica” y “Siderúrgica” en ambos años por la relocalización de dichos consumos en otros usos.

Tabla 67. 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

Categoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	12.257,5	13.007,4	14.801,8	14.282,3			
INGEI2018	12.261,5	13.012,7	13.948,7	14.569,1	16.552,6	16.246,0	16.129,2
Diferencia	4,0	5,3	-853,1	286,7			
%	0,0%	0,0%	-6,1%	2,0%			

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 50. 1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

### 3.2.9.8. Plan de mejoramiento

Con base en las recomendaciones como resultado de los procesos de revisión externa (garantía de la calidad) y al análisis propio del Equipo Técnico de Energía, el plan de mejoramiento de sector *Energía* se basa en su mayoría a acciones para mejorar la calidad de las estadísticas energéticas nacionales mediante el mejoramiento del BNE.

Mejoras específicas para la presente subcategoría no se contemplan en la actualidad.

### 3.2.10. Transporte (1.A.3.)

#### 3.2.10.1. Descripción de la subcategoría

Esta subcategoría incluye las emisiones de GEI generadas por la quema de combustibles fósiles en todas las actividades del transporte nacional (aéreo, terrestre, ferrocarriles, navegación, etc.), excluyendo el transporte militar y el transporte internacional (marítimo y aéreo), que se reportan por separado (ver sección 3.2.6. *Combustible del transporte internacional*).

Para el caso del INGEI de Chile adicionalmente se excluye el combustible utilizado en transporte “dentro de la faena”, el cual es considerado como consumo dentro de cada industria respectiva o institución dado que es una condición que se recibe desde el BNE en donde no se pueden separar dichos consumos. En la Tabla 68 se presentan sus componentes y respectivamente los sectores del BNE que lo comprenden.

Tabla 68. 1.A.3. Transporte: componentes y sus supuestos relevantes

Componente	Definición IPCC	Sector BNE	Observaciones
1.A.3.a. Aviación nacional	Emisiones de tráfico civil de pasajeros y de carga con salida y llegada en el mismo país. Excluye militares	Transporte aéreo	Incluye el combustible reportado en el BNE descontando el Jet querosene reportado por Aduana como consumo tanques internacionales.
1.A.3.b. Transporte terrestre	Quema y evaporación del	Transporte terrestre	Basado en la oferta de distribuidoras de

Componente	Definición IPCC	Sector BNE	Observaciones
	uso de combustibles en vehículos terrestres, incluido el uso de vehículos agrícolas sobre carreteras pavimentadas.		combustible para vehículos terrestres de gasolina para motor y Diésel
1.A.3.b.i.1. Automóviles de pasajeros con catalizadores tridireccionales	Emisiones de automóviles para pasajeros (máx. 12 personas) con catalizadores	Transporte terrestre	Proporción equivalente a consumo de Automóviles, <i>station wagon</i> , taxi básico, taxi colectivo y taxi turismo inscritos después del 1 de septiembre de 1994.
1.A.3.b.i.2. Automóviles de pasajeros sin catalizadores tridireccionales	Emisiones de automóviles para pasajeros (máx. 12 personas) sin catalizadores	Transporte terrestre	Proporción equivalente a consumo de Automóviles, <i>station wagon</i> , taxi básico, taxi colectivo y taxi turismo inscritos antes del 1 de septiembre de 1994
1.A.3.b.ii.1. Camiones para servicio ligero con catalizadores tridireccionales	Emisiones de vehículos de carga o equipados (peso entre 3500 y 3900 kg) con catalizadores	Transporte terrestre	Proporción equivalente a consumo de Furgones, minibús, camioneta, otros con motor (casa rodante), taxibus, y furgón escolar y de trabajadores inscritos después del 1 de septiembre de 1994.
1.A.3.b.ii.2. Camiones para servicio ligero sin catalizadores tridireccionales	Emisiones de vehículos de carga o equipados (peso bruto entre 3500 y 3900 kg) sin catalizadores	Transporte terrestre	Proporción equivalente a consumo de Furgones, minibús, camioneta, otros con motor (casa rodante), taxibus, y furgón escolar y de trabajadores inscritos antes del 1 de septiembre de 1994.
1.A.3.b.iii. Camiones para servicio pesado y autobuses	Emisiones de vehículos de carga o equipados (peso bruto más de 3500 kg) y autobuses para más de 12 personas.	Transporte terrestre	Proporción equivalente a consumo de Bus, Bus escolar o trabajadores, ómnibus, microbús, camión simple (incluyendo furgón de más de 3.500 kg, tractocamión (camión chasis) y maquinaria especializada.
1.A.3.b.iv. Motocicletas	Vehículo motorizado con no más de 3 ruedas y que pese menos de 680 kg.	Transporte terrestre	Proporción equivalente a consumo de Motocicletas
1.A.3.c. Ferrocarriles	Emisiones del transporte por ferrocarriles, tanto en rutas de tráfico de carga como de pasajeros.	Transporte ferroviario	Incluye transporte ferroviario tanto para pasajeros como para carga sin embargo el consumo de metro está incluido en el total de transporte terrestre
1.A.3.d. Navegación nacional	Emisiones de barcos de todas las banderas que salen y llegan dentro de un mismo país (excluye la pesca y viajes militares).	Transporte marítimo	Incluye el combustible reportado en el BNE menos el Diésel y el Fueloil reportado por Aduana como consumo de tanques internacionales.
1.A.3.e. Otro tipo de transporte	Incluye transporte por tuberías, actividades en puertos y aeropuertos y rutas no pavimentadas que no se hayan declarado anteriormente.	Transporte terrestre	Incluye la proporción del Diésel y la Gasolina reportado en el BNE como transporte terrestre equivalente al consumo del parque vehicular de vehículos todo terreno o jeep. Los otros combustibles reportados en el BNE como consumo de transporte terrestre se asignaron arbitrariamente a esta categoría.

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

### 3.2.10.2. Tendencia de las emisiones de GEI

La subcategoría *Transporte* es la segunda principal subcategoría emisora del sector Energía, representando el 30,9% de las emisiones de GEI del sector; y la segunda principal fuente individual de emisiones a nivel nacional, representando el 24,1% de las emisiones de GEI totales del país (excluyendo UTCUTS). En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 26.936,4 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 191,8% desde 1990 y en un 8,4% desde 2013 (Tabla 69 y Figura 51). La principal causante del incremento sostenido en el tiempo es debido al

crecimiento del parque automotor inducido por la expansión de la población, el mayor poder adquisitivo y el mejoramiento de la infraestructura vial en el país.

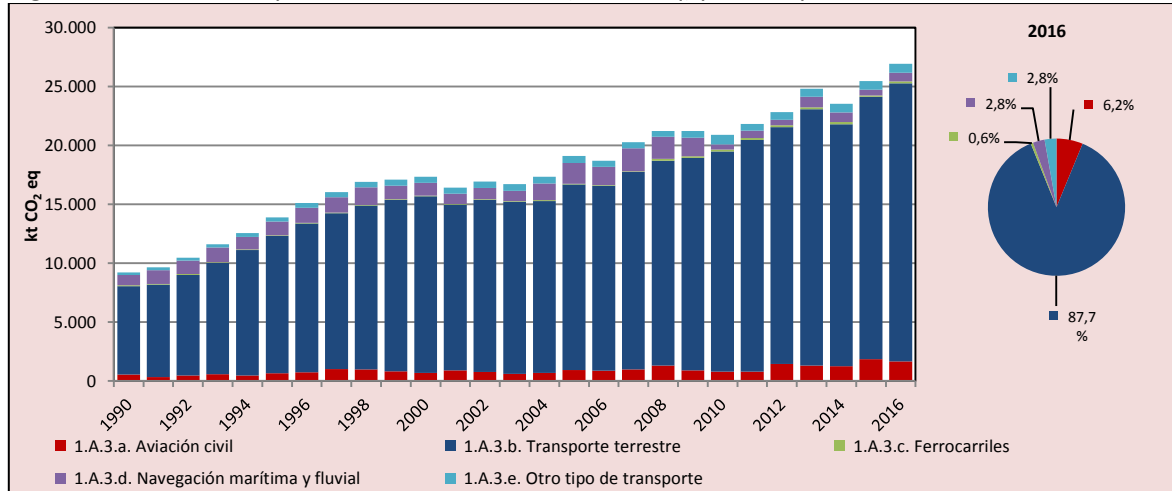
Respecto a los componentes, el *Transporte terrestre* es el de mayor relevancia con un 87,7 % de las emisiones de GEI, seguido de un 6,2 % de *Aviación nacional*, 2,8 % para *Navegación nacional* y 2,8 % para *Otro tipo de transporte*, cerrando con un 0,6 % de *Ferrocarriles*.

Tabla 69. 1.A.3. Transporte: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
1.A.3.a. Aviación civil	567,8	682,7	789,6	1.323,4	1.276,3	1.864,9	1.674,5
1.A.3.b. Transporte terrestre	7.493,7	14.939,8	18.710,7	21.756,9	20.530,6	22.256,6	23.611,4
1.A.3.c. Ferrocarriles	64,2	63,8	152,6	155,2	199,4	112,9	153,4
1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial	880,5	1.079,0	434,9	889,2	797,2	505,3	745,1
1.A.3.e. Otro tipo de transporte	223,7	570,1	859,9	735,7	749,0	736,3	752,0
<b>Total</b>	<b>9.229,9</b>	<b>17.335,6</b>	<b>20.947,6</b>	<b>24.860,4</b>	<b>23.552,5</b>	<b>25.476,0</b>	<b>26.936,4</b>

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 51. 1.A.3. Transporte: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

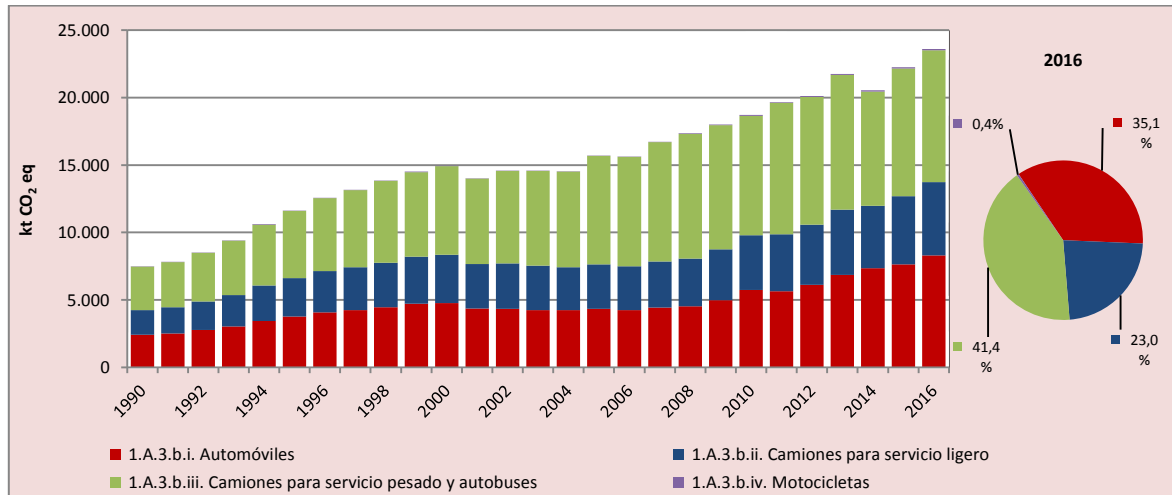
Como *Transporte terrestre* es el componente principal de la subcategoría, fue desagregado por subcomponentes (Tabla 70 y Figura 52). En 2016, el mayor porcentaje de emisiones fue de *Camiones para servicio pesado y autobuses* con un 41,4 %, seguido por *Automóviles* con un 35,1 %, *Camiones para servicio ligero* con un 23,0 %, y finalmente *Motocicletas* con un 0,4 %.

Tabla 70. 1.A.3.b. Transporte terrestre: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcomponente, serie 1990-2016

Subcomponente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
1.A.3.b.i. Automóviles	2.402,3	4.295,5	5.733,9	6.856,4	7.343,2	7.638,0	8.289,7
1.A.3.b.ii. Camiones para servicio ligero	1.844,5	3.098,9	4.057,2	4.829,6	4.624,3	5.042,1	5.441,6
1.A.3.b.iii. Camiones para servicio pesado y autobuses	3.217,9	7.577,8	8.860,7	9.992,4	8.473,3	9.485,3	9.784,8
1.A.3.b.iv. Motocicletas	29,0	23,9	58,7	78,4	89,7	91,1	95,2
<b>Total</b>	<b>7.493,7</b>	<b>14.996,0</b>	<b>18.710,4</b>	<b>21.756,9</b>	<b>20.530,5</b>	<b>22.256,5</b>	<b>23.611,4</b>

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 52. 1.A.3.b. Transporte terrestre: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcomponente, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

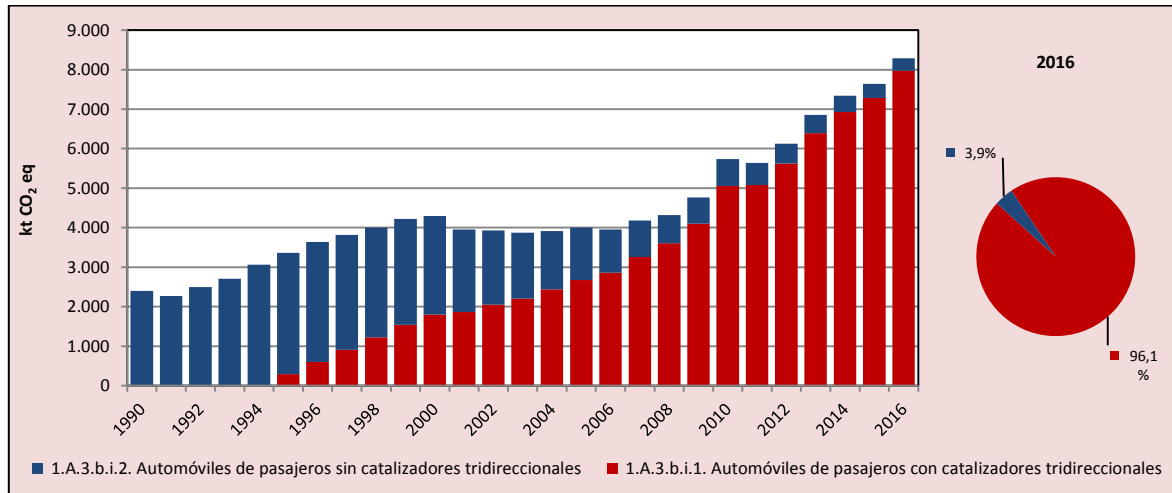
Se observa el cambio en la participación de los catalizadores en los subcomponentes *Automóviles* (Tabla 71 y Figura 53) y *Camiones para servicio ligero* (Tabla 72 y Figura 54) que comienza en 1994 con la introducción del Decreto 55 del Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (MTT). Cabe destacar que en motores de gasolina el efecto de los catalizadores en las emisiones de GEI varía dependiendo del GEI. En general las emisiones de CO<sub>2</sub> se mantienen, mientras que las de CH<sub>4</sub> disminuyen y las de N<sub>2</sub>O aumentan. Respecto a la tendencia global de la Figura 53, se aprecia que entre los años 2000 y 2010 se mantiene plano, debido al recambio vehicular ocurrido en dicho periodo, en donde el recambio tecnológico no solo afectó la entrada de catalizadores en los vehículos, sino que vino acompañada con una mejora en el rendimiento del parque vehicular, influyendo en la disminución de emisiones por el menor consumo de combustibles; Por otra parte, posterior al 2010 se presenta una alza de emisiones hasta el 2016, debido principalmente a un aumento del parque automotriz dado las mejores condiciones económicas en el país con una mayor oferta de vehículos con la entrada de automóviles provenientes de China a partir del 2007.

Tabla 71. 1.A.3.b.i. Automóviles: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por tecnología catalítica, serie 1990-2016

Tecnología	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
1.A.3.b.i.1. Automóviles de pasajeros con catalizadores tridireccionales	-	1.801,4	5.058,5	6.389,1	6.929,1	7.281,5	7.968,3
1.A.3.b.i.2. Automóviles de pasajeros sin catalizadores tridireccionales	2.402,3	2.494,0	675,3	467,3	414,2	356,5	321,4
<b>Total</b>	<b>2.402,3</b>	<b>4.295,5</b>	<b>5.733,9</b>	<b>6.856,4</b>	<b>7.343,2</b>	<b>7.638,0</b>	<b>8.289,7</b>

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 53. 1.A.3.b.i. Automóviles: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por tecnología catalítica, serie 1990-2016



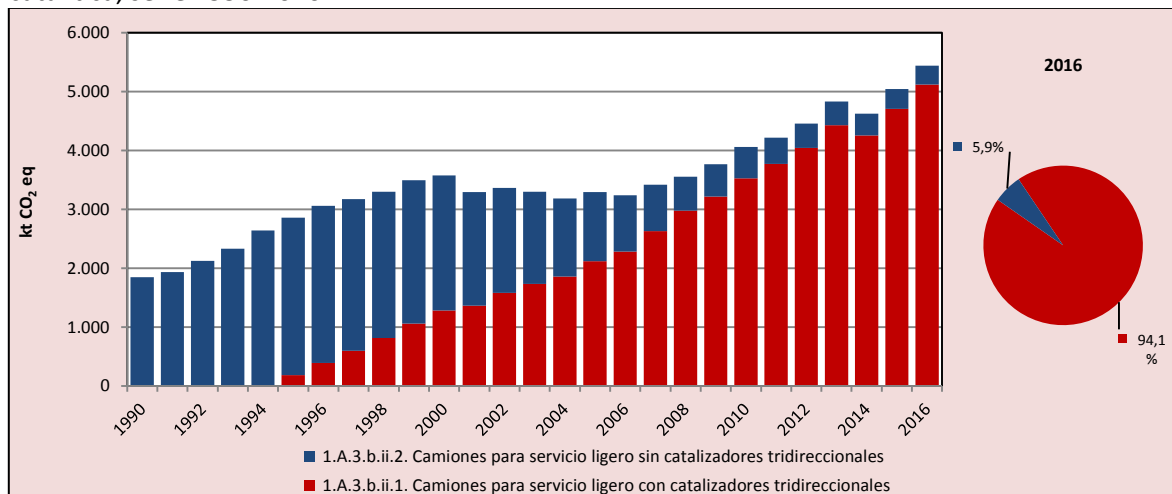
Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Tabla 72. 1.A.3.b.ii. Camiones para servicio ligero: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por tecnología catalítica, serie 1990-2016

Tecnología	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
1.A.3.b.ii.1. Camiones para servicio ligero con catalizadores tridireccionales	-	1.279,0	3.524,0	4.428,2	4.253,6	4.705,7	5.121,9
1.A.3.b.ii.2. Camiones para servicio ligero sin catalizadores tridireccionales	1.844,5	2.294,0	533,2	401,5	370,7	336,5	319,7
<b>Total</b>	<b>1.844,5</b>	<b>3.573,1</b>	<b>4.057,2</b>	<b>4.829,6</b>	<b>4.624,3</b>	<b>5.042,1</b>	<b>5.441,6</b>

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 54. 1.A.3.b.ii. Camiones para servicio ligero: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por tecnología catalítica, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Respecto a las emisiones de GEI por tipo de combustible usado en el *Transporte terrestre*, el *Gas/Diésel oil* es el de mayor relevancia con un 57,9 % en 2016, mientras que *Gasolina para motor* correspondió a un 42,1 % (Tabla 73 y Figura 55). Si bien la tendencia de su consumo de forma histórica es a la alza, en el año 2014 hubo una disminución en el consumo de Diésel para el sector,

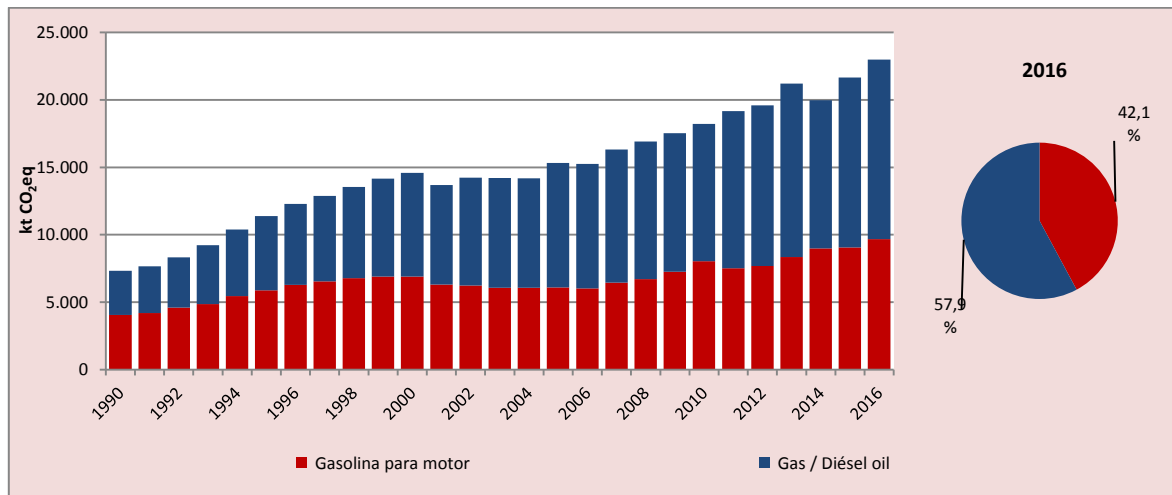
asociado principalmente a la desaceleración económica del periodo junto con el alza de precio del diésel para ese año.

Tabla 73. 1.A.3.b. Transporte terrestre: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por combustible, serie 1990-2016

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Gasolina para motor	4.051,0	6.904,0	8.045,0	8.341,5	8.993,2	9.055,7	9.686,5
Gas/Diésel oil	3.283,0	7.682,6	10.173,4	12.854,5	10.980,6	12.611,2	13.295,8
<b>Total</b>	<b>7.333,9</b>	<b>14.586,6</b>	<b>18.218,4</b>	<b>21.195,9</b>	<b>19.973,8</b>	<b>21.667,0</b>	<b>22.982,3</b>

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 55. 1.A.3.b. Transporte terrestre: emisiones de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) por combustible, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

### 3.2.10.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de esta subcategoría se aplicó en general el método Nivel 1 (excepto para el CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O del *Transporte terrestre*) de las *Directrices del IPCC de 2006* (descrito en la sección 3.2.3. *supra*) usando datos de actividad desde el BNE y factores de emisión por defecto.

La Tabla 74 resume los métodos que se usaron para cada componente de la subcategoría. En el caso particular del componente *Transporte terrestre* se aplicó método de Nivel 1 para el CO<sub>2</sub>, ya que no se cuenta con los contenidos de carbono específicos del país; y el método Nivel 2 para el CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, ya que fue posible desagregar los vehículos por tipo de tecnología, aunque no se cuenta con factores de emisión país específicos. Las categorías *Emisiones por evaporación procedentes de vehículos y catalizadores basados en Urea* no se estimaron ya que no se cuenta con la información requerida.



Tabla 74. 1.A.3. Transporte: métodos aplicados por componente

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
<b>1.A.3. Transporte</b>	<b>T1, IE, NE</b>	<b>D, IE, NE</b>	<b>T1, T2, IE, NE</b>	<b>D, IE, NE</b>	<b>T1, T2, IE, NE</b>	<b>D, IE, NE</b>
1.A.3.a. Aviación civil	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.3.a.i. Aviación internacional (tanques internacionales)	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.3.a.ii. Aviación de cabotaje	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.3.b. Transporte terrestre	T1, NE	D, NE	T2, NE	D, NE	T2, NE	D, NE
1.A.3.b.i. Automóviles	T1	D	T2	D	T2	D
1.A.3.b.i.1. Automóviles de pasajeros con catalizadores tridireccionales	T1	D	T2	D	T2	D
1.A.3.b.i.2. Automóviles de pasajeros sin catalizadores tridireccionales	T1	D	T2	D	T2	D
1.A.3.b.ii. Camiones para servicio ligero	T1	D	T2	D	T2	D
1.A.3.b.ii.1. Camiones para servicio ligero con catalizadores tridireccionales	T1	D	T2	D	T2	D
1.A.3.b.ii.2. Camiones para servicio ligero sin catalizadores tridireccionales	T1	D	T2	D	T2	D
1.A.3.b.iii. Camiones para servicio pesado y autobuses	T1	D	T2	D	T2	D
1.A.3.b.iv. Motocicletas	T1	D	T2	D	T2	D
1.A.3.b.v. Emisiones por evaporación procedentes de vehículos						
1.A.3.b.vi. Catalizadores basados en urea	NE	NE				
1.A.3.c. Ferrocarriles	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.3.d. Navegación marítima y fluvial	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.3.d.i. Navegación internacional (tanques internacionales)	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.3.d.ii. Navegación marítima y fluvial nacional	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.3.e. Otro tipo de transporte	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE
1.A.3.e.i. Transporte por gasoductos	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.3.e.ii. Todo terreno	T1	D	T1	D	T1	D

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través del *IPCC Inventory Software* versión 2.17.

### 3.2.10.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Todos los datos de actividad de las emisiones de la subcategoría provienen de los BNE de las series anuales desde 1990 hasta el 2016, presentados por tipo de combustible en la Tabla 75. En el ANEXO 06.01 se encuentran los datos desagregados por componente. Adicionalmente para la desagregación de transporte terrestre y de transporte marítimo y aéreo se utiliza información del Instituto Nacional de Estadísticas (INE) y del Servicio Nacional de Aduana.

Tabla 75. 1.A.3. Transporte: datos de actividad del consumo de combustible (TJ) por combustible, serie 1990-2016

Años	Gasolina para motor	Gasolina aviación	Queroseno para motor a reacción	Otro queroseno	Gas/Diésel oil	Fuelóleo residual	Gases licuados de petróleo	Nafta	Otro carbón bituminoso	Gas natural
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
1990	60.921,93	268,08	7.614,45	-	56.097,21	1.055,81	-	-	3,98	233,62
1991	63.054,30	253,92	4.352,73	-	62.840,23	806,03	-	-	-	286,38
1992	69.527,44	253,92	6.205,70	-	64.969,56	1.687,24	-	-	-	169,57
1993	73.368,90	253,92	7.823,35	-	73.366,25	3.190,72	-	-	-	222,32
1994	82.413,38	253,92	6.243,22	-	81.535,89	538,75	-	-	-	260,00
1995	89.174,59	253,92	8.873,67	-	88.523,41	2.221,81	-	-	-	260,00
1996	95.524,98	285,66	10.223,77	-	98.986,66	622,27	-	-	-	256,23
1997	99.377,12	285,66	13.893,50	-	103.531,61	1.060,79	-	-	-	218,55
1998	103.438,38	317,40	13.431,70	-	108.365,15	4.080,28	-	-	-	229,86
1999	105.561,61	253,92	11.094,40	-	112.373,56	2.748,03	-	-	-	237,39
2000	105.860,63	222,18	9.252,92	-	115.890,13	3.959,16	-	-	-	327,83
2001	96.846,25	222,18	12.355,32	-	112.560,14	350,81	-	-	-	418,26
2002	96.290,90	222,18	10.387,68	-	120.296,35	1.616,24	-	-	-	953,33
2003	93.544,46	158,70	8.143,66	-	121.392,11	2.279,45	-	-	-	968,41
2004	93.989,89	189,78	9.554,82	177,66	124.023,97	5.632,75	71,99	-	1,64	1.107,18
2005	93.774,19	185,84	11.735,80	607,99	140.573,50	9.805,69	25,56	0,22	0,37	1.290,22
2006	92.564,16	191,01	12.058,98	60,84	137.946,97	8.472,14	104,89	0,62	2,67	1.347,20
2007	99.050,52	179,30	13.566,57	90,70	147.437,08	12.250,26	163,36	0,22	1,53	953,24
2008	102.307,79	187,90	17.934,62	55,48	153.235,99	12.002,01	135,34	9,79	0,76	541,19
2009	111.005,21	223,80	12.246,79	273,86	152.898,41	8.991,00	259,43	-	-	841,42
2010	122.580,35	334,60	10.609,51	20,00	143.068,82	5.881,58	282,78	-	-	742,70
2011	114.378,54	149,46	10.996,17	30,57	160.946,32	7.242,08	597,94	8,87	-	709,50
2012	117.051,11	829,20	19.388,14	31,95	163.838,34	5.556,42	1.377,56	-	-	1.225,94
2013	126.943,77	774,84	17.527,76	196,62	178.979,21	8.914,93	1.551,20	-	-	1.177,28
2014	136.473,04	139,79	17.440,22	123,86	151.771,08	10.322,84	1.413,82	-	-	1.402,84
2015	137.170,84	241,69	22.783,26	289,36	178.374,25	3.557,76	1.397,48	-	-	1.118,00
2016	146.482,23	230,63	22.849,61	238,00	186.579,45	5.795,95	1.291,56	-	-	1.024,99

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Los datos de actividad tomados del Servicio Nacional de Aduana corresponden a las exportaciones realizadas dentro de cada año, cuyo código arancelario es 160000, correspondiente a *“combustibles, lubricantes, aparejos y demás mercancías, incluidas las provisiones destinadas al consumo de pasajeros y tripulantes, que requieran las naves, aeronaves y también los vehículos destinados al transporte internacional, en estado de viajar, para su propio mantenimiento, conservación y perfeccionamiento”*. Dentro de esta base de datos se toman las cantidades descritas como combustibles separados por transporte aéreo o marítimo cuyo nombre sea kerosene fueloil, diésel o variaciones similares. El resultado de esto se resta directamente al consumo reportado por el BNE.

Para la desagregación del combustible reportado por el BNE como transporte terrestre por tipo de vehículo, se solicitó información al INE sobre desagregación del parque vehicular (tipo de vehículo, motor diésel o gasolina y si tenían catalizador o no). Esta información no se tiene para toda la serie 1990-2016, por lo que los datos fueron proyectados. Para la serie 2008-2016 se cuenta con los datos solicitados; mientras que para la serie 1998-2007 se cuenta con el dato de número de vehículos por tipo, pero no el tamaño del motor ni si cuentan o no con catalizador. Entre 1990-1998 se cuenta solo con el consumo de combustible total.

Para mantener la consistencia temporal primero se proyectó el número de vehículos por tipo desde 1998 hasta 1990. Para esto se calculó una tasa de variación anual por tipo de vehículo entre los últimos 5 años y se aplicó al resto de la serie (Tabla 76).

Tabla 76. Tasa de crecimiento anual por tipo de vehículo

Tipo de vehículo	Tasa de crecimiento anual
Automóviles	2 %
Camiones livianos	2 %
Motocicletas	-5 %
todo terreno	5 %
Camiones	3 %
Buses	2 %
Agrícola	-2 %

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Para separar los vehículos que cuentan o no con motor catalítico, se supuso que en 1994 comienza su ingreso al país, por lo que el valor para ese año fue de 0. Luego, se dividió el porcentaje existente en 2008 en el número de años (1994-2007), realizando una tendencia lineal ya que no se cuenta con información suficiente para realizar una correlación real. El porcentaje de representación de cada tipo de vehículo para cada año está dado por la siguiente fórmula:

Ecuación 5. Transporte: proyección del parque vehicular desde 1994 hasta 2008 por tipo de vehículo para separar catalítico y no catalítico.

$$P_{\text{tipo vehículo, año}} = P_{\text{tipo vehículo, año+1}} - \left( \frac{P_{\text{tipo vehículo, 2008}}}{14} \right)$$

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Donde  $P_{\text{tipo vehículo, año}}$  es el porcentaje de representación del tipo de vehículo.

Para separar los vehículos que utilizan diésel o bencina, se tomó la variación del crecimiento del último año y se aplicó al resto de la serie. Por ejemplo: en el 2008 la proporción de gasolina en automóviles no catalíticos fue del 15,8 % y en el 2009 del 13,4 %, es decir que disminuyó la proporción en 2,4 %; Esta disminución se aplicó de forma retroactiva hasta 1990, quedando en el 2007 la proporción de gasolina en automóviles no catalíticos en 18,2 % y así sucesivamente. Esto se ve reflejado en la siguiente fórmula:

Ecuación 6. Transporte: proyección de parque vehicular desde 1990 hasta 2007 por tipo de vehículo para separar por tipo de motor

$$P_{\text{tipo vehículo, año}} = P_{\text{tipo vehículo, año+1}} + (P_{\text{tipo vehículo, año+1}} - P_{\text{tipo vehículo, año+2}})$$

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Para obtener la desagregación del combustible a partir del parque vehicular se realizaron los siguientes pasos:

- Se agruparon los tipos de vehículo por tipo de motor y con o sin catalizador.
- Se hizo el supuesto de que para toda la serie la proporción de vehículos con y sin catalizador era la misma para vehículos diésel y para vehículos a gasolina excepto para camiones ligeros, en donde se utilizó la proporción de automóviles. Este supuesto se hizo

con base en los datos solicitados al INE en que efectivamente se corroboró que se cumplía esta desagregación.

- Se tomó el número de vehículos por subcomponente y se multiplicó por un factor de actividad (km/año) y por su rendimiento (litros/km). Estos parámetros se obtuvieron de un estudio realizado por Sistemas Sustentables en noviembre de 2014 solicitado por el MTT (Sistemas Sustentables, 2014). El nivel de actividad se generó con el software MODAGEM para el año 2010, las categorías utilizadas en el estudio fueron todo terreno, furgón, minibús particular, camioneta, motocicleta, taxi, buses y camiones. El factor de consumo se obtuvo a través de COPERT 4 con velocidades promedio del 2012 y se usaron las categorías de Buses, Camiones, Motos, Comerciales y Pasajeros. Estos dos últimos se clasificaron como *Automóviles* y *camiones de servicios ligeros* respectivamente. Los vehículos todo terreno y agrícola se consideraron con un factor de actividad igual al de las motocicletas y con un rendimiento igual al de camiones. Estos parámetros además se encuentran desagregados por región, por lo que se realizó un promedio simple por categoría. Finalmente se obtuvieron los siguientes parámetros:

Tabla 77. 1.A.3.b. Transporte terrestre: parámetros utilizados para convertir el número de vehículos en consumo de combustible por año

Tipo de vehículo	Diésel	Gasolina
	Litros/año	Litros/año
AUTOMÓVIL	763	1.107
CAMION LIGERO	1.266	1.922
MOTO	238	238
TODO TERRENO	949	2.500
BUSES	18.918	24.294
CAMIONES	6.460	17.026
AGRÍCOLA <sup>21</sup>	949	2.500

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA con base en (Sistemas Sustentables, 2014)

- Luego se hizo un cuadro de proporciones de consumo de combustible por categoría y se multiplicó por los consumos del BNE para mantener coherencia con la fuente de datos de actividad.
- Al comparar los valores obtenidos por la estimación con los valores del BNE se obtiene que para los últimos años de la serie la diferencia es pequeña mientras que para los primeros años de la serie es más alta. El máximo se alcanza en 1990 con un 27 % de diferencia, pero en promedio el error es 8,5 %. Esto es debido a que se usaron parámetros de años recientes para toda la serie y que desde el 1997 hacia atrás se utilizó una proyección de los datos.

Es importante señalar que el consumo estimado para el sector agrícola corresponde al consumo principalmente de tractores, los cuales se ven representado en la componente 1.A.4.c.ii de la subcategoría *Otros sectores*.

El parque automotriz desagregado según componente y combustible se presenta en el ANEXO 06.02.

<sup>21</sup> El consumo asociado a la combustión del sector agrícola se presenta en el componente 1.A.4.c.ii

**3.2.10.3.2. Factores de emisión**

Los factores de emisión de los combustibles usados para la estimación de las emisiones de GEI de la subcategoría fueron factores por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006*. La Tabla 78 presenta los factores de emisión usados para el CO<sub>2</sub>, mientras que la Tabla 79 muestra los factores de emisión usados para el CH<sub>4</sub> y el N<sub>2</sub>O. Estos últimos se presentan por separado ya que varían dependiendo del subcomponente.

Tabla 78. 1.A.3. Transporte: resumen factores de emisión de CO<sub>2</sub>

Combustible	kg CO <sub>2</sub> /TJ
Gasolina para motor	69.300
Gasolina para la aviación	69.300
Queroseno para motor a reacción	71.500
Otro queroseno	71.900
Gas/Diésel oil	74.100
Fuelóleo residual	77.400
Gases licuados de petróleo	63.100
Nafta*	73.300
Otro carbón bituminoso	96.100
Gas de fábrica de gas*	44.400
Gas natural	56.100

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA con base en las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 3.2.1, 3.4.1, 3.5.2, 3.6.4; Cap. 3; Vol. 2) y (Cuadro 1.4; Cap. 1; Vol. 2)

Tabla 79. 1.A.3. Transporte: resumen factores de emisión de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O por subcomponente

Combustible	Subcomponente	kg CH <sub>4</sub> /TJ	kg N <sub>2</sub> O/TJ
Gasolina para motor	Todo terreno	120,0	2,0
Gasolina para la aviación	Todo terreno	0,5	2,0
Queroseno para motor reacción	Todo terreno	0,5	2,0
Otro queroseno*	Todo terreno	3,0	0,6
Gas/Diésel oil	Todo terreno	4,2	28,6
Fuelóleo residual	Todo terreno	0,8	0,3
Gases licuados de petróleo	Todo terreno	62,0	0,2
Nafta	Todo terreno	4,2	28,6
Gas natural	Todo terreno	92,0	3,0
Todos	Aviación doméstica	0,5	2,0
Gasolina para motor	Automóviles y Camiones ligeros catalíticos	25,0	8,0
Gas/Diésel oil	Automóviles y Camiones ligeros catalíticos	3,9	3,9
Gasolina para motor	Automóviles y Camiones ligeros no catalíticos y Camiones y Buses	33,0	3,2
Gas/Diésel oil	Automóviles y Camiones ligeros no catalíticos y Camiones y Buses	3,9	3,9
Gasolina para motor	Motocicletas	3,8	5,7
Todos	Navegación	7,0	2,0
Gasolina para motor	Ferrocarriles	33,0	3,2
Gas/Diésel oil	Ferrocarriles	4,2	28,6
Fuelóleo residual	Ferrocarriles	0,8	0,3
Nafta	Ferrocarriles	4,2	28,6
Otro carbón bituminoso	Ferrocarriles	2,0	1,5
Gas de fábrica de gas*	Ferrocarriles	1,0	0,1

Fuente: elaboración propia del Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA con base en Cuadros 3.5.3 (navegación), 3.6.5 (aviación), 3.4.1 (ferrocarriles), 3.2.2 (transporte terrestre), 3.3.1 (todo terreno) y con base en Cuadro 1.4; Cap. 2; Vol. 2 de las *Directrices del IPCC de 2006*

**3.2.10.4. Incertidumbre**

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2016, ha sido estimada para cada tipo de combustible y para cada GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 80.

Tabla 80. 1.A.3. Transporte: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
1.A.3.a.	Aviación civil	CH <sub>4</sub>	20,0%	20,0%	57,0%	100,0%	60,4%	102,0%
1.A.3.a.	Aviación civil	CO <sub>2</sub>	20,0%	20,0%	5,0%	5,0%	20,6%	20,6%
1.A.3.a.	Aviación civil	N <sub>2</sub> O	20,0%	20,0%	70,0%	150,0%	72,8%	151,3%
1.A.3.b.	Transporte Terrestre	CH <sub>4</sub>	5,0%	5,0%	60,0%	300,0%	60,2%	300,0%
1.A.3.b.	Transporte Terrestre	CO <sub>2</sub>	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	7,1%	7,1%
1.A.3.b.	Transporte Terrestre	N <sub>2</sub> O	5,0%	5,0%	60,0%	300,0%	60,2%	300,0%
1.A.3.c.	Ferrocarriles	CH <sub>4</sub>	5,0%	5,0%	60,0%	150,0%	60,2%	150,1%
1.A.3.c.	Ferrocarriles	CO <sub>2</sub>	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	7,1%	7,1%
1.A.3.c.	Ferrocarriles	N <sub>2</sub> O	5,0%	5,0%	50,0%	200,0%	50,2%	200,1%
1.A.3.d.	Navegación marítima y fluvial - Combustibles líquidos	CH <sub>4</sub>	20,0%	20,0%	50,0%	50,0%	53,9%	53,9%
1.A.3.d.	Navegación marítima y fluvial - Combustibles líquidos	CO <sub>2</sub>	20,0%	20,0%	5,0%	5,0%	20,6%	20,6%
1.A.3.d.	Navegación marítima y fluvial - Combustibles líquidos	N <sub>2</sub> O	20,0%	20,0%	40,0%	140,0%	44,7%	141,4%
1.A.3.e.	Otro Tipo de Transporte	CH <sub>4</sub>	5,0%	5,0%	60,0%	300,0%	60,2%	300,0%
1.A.3.e.	Otro Tipo de Transporte	CO <sub>2</sub>	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	7,1%	7,1%
1.A.3.e.	Otro Tipo de Transporte	N <sub>2</sub> O	5,0%	5,0%	60,0%	300,0%	60,2%	300,0%

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

Con respecto a los datos de actividad, el BNE de Chile no cuenta con una estadística sobre la exactitud e incertidumbre de los datos. Dado esto, el Equipo Técnico de Energía (quienes elaboran el BNE) aplicó los valores de incertidumbre recomendados por las *Directrices del IPCC de 2006* que para el *Transporte terrestre y Ferroviario* es del  $\pm 5\%$  (página 3.3; Capítulo 3; Volumen 2) mientras que para *Aviación y Navegación* es mayor ya que incluye datos externos, en este caso de Aduana, que no son necesariamente muy comparables. Se determinó esta incertidumbre en  $\pm 20\%$  basado en la variación en los datos de Aduana con respecto a los del BNE.

Con respecto a los factores de emisión, se usaron FE por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006*. Dado esto, se aplicaron valores de incertidumbre inferidos a partir de los valores superiores e inferiores reportados por las mismas. Para el CO<sub>2</sub> la incertidumbre usada es  $\pm 5\%$  (Cuadro 1.4; Capítulo 1; Volumen 2). Para estimarla se calcularon los porcentajes que representan los valores superiores e inferiores con respecto al valor central para los principales combustibles usados en Chile. Luego se tomó el mayor valor y se truncaron los decimales. La incertidumbre para los factores de emisión del CH<sub>4</sub> y el N<sub>2</sub>O varía para combustión estacionaria y móvil.

En conclusión, la mayor fuente de incertidumbre en las estimaciones de GEI de la subcategoría proviene del uso de factores de emisión por defecto.

### 3.2.10.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016, se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos como lo son el BNE y el parque automotriz elaborado por el INE. La principal fuente de datos, el BNE, contiene variaciones en su elaboración a lo largo del tiempo; por lo tanto, el Equipo Técnico de Energía ha tenido que realizar cambios y ajustes, los cuales se detallan en la sección 3.2.8.3.1. *supra*.

### 3.2.10.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

#### 3.2.10.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de Energía se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de Energía. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_1ENER*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

#### **Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos:**

- Revisión detallada de cada archivo anual del BNE, con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
- Generación de una planilla consolidada de datos de actividad que traduce mediante vínculos automatizados los valores del BNE al formato requerido por el software IPCC para la entrada de datos. Evitando la transcripción manual de datos y posibles errores asociados.
- Crear tablas de referencia automáticas para los valores comunes que se utilizan en los cálculos.
- Chequeo de la importación de datos desde los BNE a la planilla anual consolidada y luego desde la planilla al formato requerido por el software del IPCC.
- Verificar que los datos o parámetros que se repiten en varios años sean consistentes
- Verificar en manejo de datos que los totales coincidan (chequeo cruzado) tanto para traspaso de datos como para desagregaciones o agregaciones.

#### **Verificación de cálculos:**

- Verificar los cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos.
- Verificar si existe alguna tendencia inusual o inexplicable reportada para los datos de actividad u otros parámetros a través de la serie temporal. Comparación de resultados con procedimiento anterior y el actual
- Comparación de resultados del método sectorial versus *Método de referencia*.

#### **Verificación de la documentación:**

- Verificar que existe documentación para respaldar y permitir la duplicación de los cálculos.
- Verificar que los datos de inventario, datos de respaldo y registros de inventarios sean archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada.
- Verificar que el archivo sea cerrado y se conserve en un lugar seguro tras la finalización del inventario.

#### **Verificación del informe:**

- Verificar que las tablas e imágenes del informe correspondan a los últimos valores actualizados.
- Verificar los títulos de las tablas y figuras para ver la exactitud y la coherencia del contenido.
- Verificar la coherencia de las referencias y que las citas de texto y referencias coincidan.

#### **Verificación adicional:**

- Evaluar si las condiciones nacionales son similares a las utilizadas para desarrollar los factores por defecto del IPCC.
- Revisar cambios significativos (> 10%) en las estimaciones anuales para categorías y subcategorías.
- Comparar estimaciones realizadas con enfoques “top-down” y “bottom-up” para verificar que sean de similares órdenes de magnitudes.

### 3.2.10.6.2. Garantía de la calidad

Previo a la actualización del sector *Energía*, el Equipo Técnico de Energía ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de Energía como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo 2018\_SGCC\_1ENER. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

### 3.2.10.6.3. Verificación

Como método de verificación se considera lo realizado en el punto 3.2.5 respecto a la comparación entre el total de la categoría con datos de la AIE. Esta comparación es por categoría y no subcategoría, pero es la única información disponible con la cual contrastar lo generado.

### 3.2.10.7. Recálculos

#### 3.2.10.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras

En esta subcategoría no hubo cambio respecto al INGEI2016, a excepción de a la actualización de los potenciales de calentamiento global utilizados para este INGEI.

#### 3.2.10.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión

Como se observa en la Tabla 81 y Figura 56, no existen cambios significativos para esta categoría entre los INGEI2016 e INGEI2018, existiendo diferencias de hasta 1,1 %.

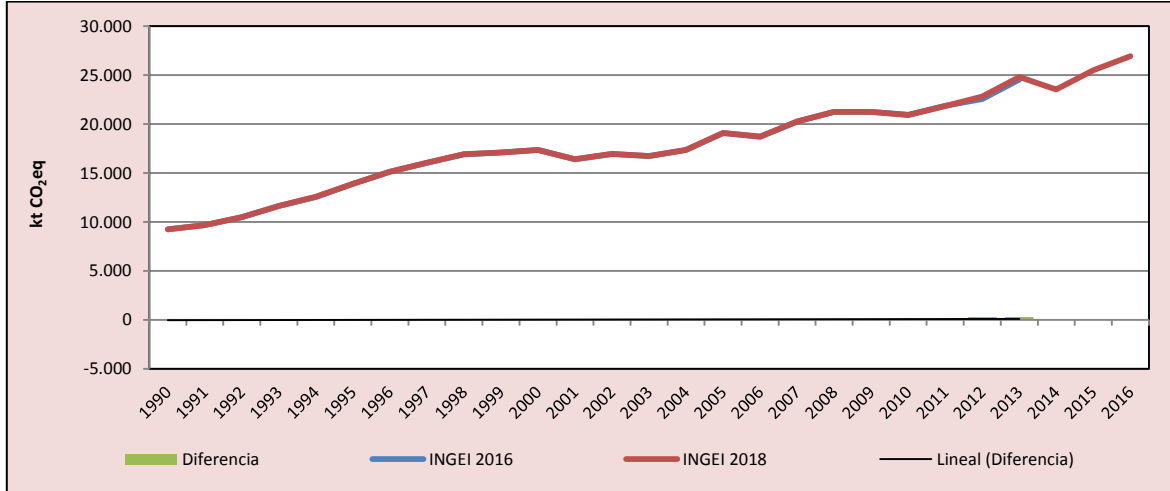
Tabla 81. 1.A.3. Transporte: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

Categoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	9.249,3	17.348,9	20.952,5	24.545,7			
INGEI2018	9.229,9	17.354,0	20.912,4	24.818,4	23.541,4	25.475,9	26.936,2
<b>Diferencia</b>	<b>-19,4</b>	<b>5,0</b>	<b>-40,1</b>	<b>272,7</b>			
<b>%</b>	<b>-0,2%</b>	<b>0,0%</b>	<b>-0,2%</b>	<b>1,1%</b>			

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA



Figura 56. 1.A.3. Transporte: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

### 3.2.10.8. Plan de mejoramiento

Con base en las recomendaciones como resultado de los procesos de revisión externa (garantía de la calidad) y al análisis propio del Equipo Técnico de Energía, el plan de mejoramiento de sector *Energía* se basa en su mayoría a acciones para mejorar la calidad de las estadísticas energéticas nacionales mediante el mejoramiento del BNE.

Mejoras específicas para la presente subcategoría son las siguientes:

- Establecimiento de arreglos institucionales con organismos que disponen de información que pudiese ser relevante (INE, MTT, Aduanas, etc.).
- Mejorar desagregación de *Transporte terrestre*: en el INGEI se pueden mejorar los datos asociados a *Transporte terrestre*, donde se destaca el desarrollo de:
  - Consumo de combustibles distintos al diésel y la gasolina a todo terreno.
  - Variación en los años de parámetros de rendimiento y nivel de actividad.
  - Usar promedio ponderado entre los datos paramétricos entregador por región.
- Realizar una consulta a Aduanas respecto al consumo de combustibles para la navegación internacional con el fin de determinar la variación de la información pública disponible, junto con revisar la metodología propuesta por el estudio realizado en 2010 por Sistemas Sustentables.

Estos resultados reflejan los datos de actividad de Aduanas; sin embargo no coinciden con los datos de exportación marítima presentados por la Cámara marítima y portuaria en su memoria anual (Camara marítima y portuaria de Chile, 2017). Esto se puede deber a que las variaciones en los datos de actividad dependen de otros factores, o a que dentro de Aduanas hubo un cambio metodológico no informado. Parte del plan de mejora continua es revisar con el fin de mejorar la estadística realizada.

### 3.2.11. Otros sectores (1.A.4.)

#### 3.2.11.1. Descripción de la subcategoría

Esta subcategoría incluye las emisiones de GEI generadas por la quema de combustibles fósiles en edificios comerciales e institucionales, en los hogares y en actividades relacionadas con la agricultura, la silvicultura, la pesca y la industria pesquera.

En la Tabla 82 se presentan sus componentes y respectivamente los sectores del BNE que lo comprenden.

Tabla 82. 1.A.4. Otros sectores: componentes y sus supuestos relevantes

Componente	Definiciones IPCC	Sector BNE	Observaciones
1.A.4.a. Comercial/Institucional.	Emisiones de la quema de combustibles en edificios comerciales e institucionales	Comercial y Público	El sector público incluye el combustible utilizado por Universidades, Fuerzas Armadas, alumbrado público entre otros
1.A.4.b. Residencial	Emisiones de la quema de combustibles en hogares	Residencial	Combustible utilizado en hogares principalmente para calefacción, cocina y calefón.
1.A.4.c. Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactorías	Quemas de combustible para uso energético incluyendo en bombas, secado de granos, maquinaria y pesca estacionaria y móvil.		
1.A.4.c.ii. Vehículos todo terreno y otra maquinaria	Emisiones de vehículos quemados en vehículos de tracción en granjas y en bosques.	Transporte Terrestre	Incluye la proporción del Diésel y la Gasolina reportado en el BNE como transporte terrestre equivalente al consumo del parque vehicular de vehículos agrícolas (tractores)
1.A.4.c.iii. Pesca	Combustible usado en pesca de cabotaje, costera y en alta mar. Cubre naves de todas las banderas y también pesca internacional	Pesca	Pesca en el BNE es parte de Sector Industrial y minero

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

#### 3.2.11.2. Tendencia de las emisiones de GEI

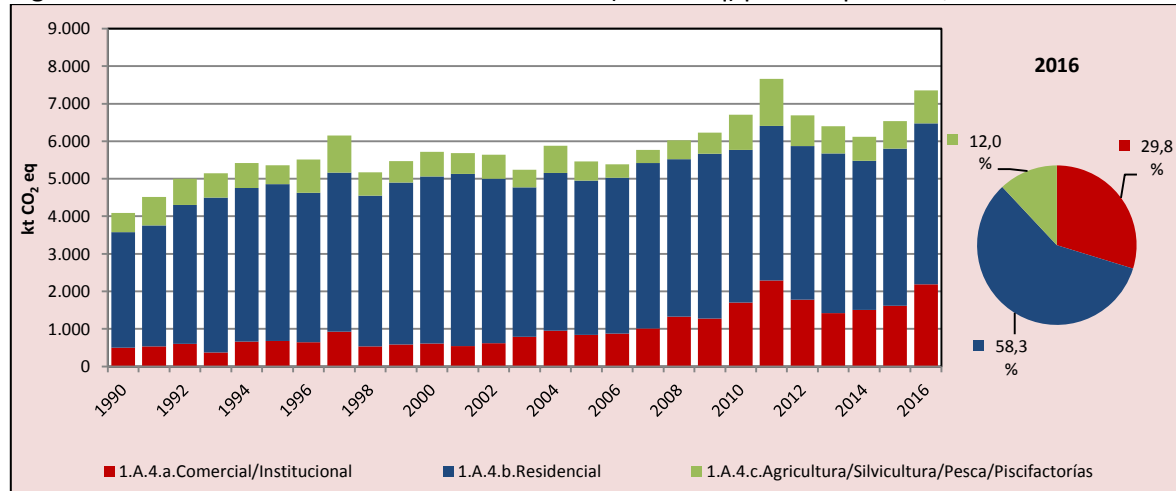
En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 7.357,0 kt CO<sub>2</sub> eq (representando el 8,4 % de las emisiones de GEI del sector Energía), incrementándose en un 79,9 % desde 1990 y en un 14,9 % desde 2013 (Tabla 83 y Figura 57). En 2011 se observa un incremento fuera de la tendencia atribuido a un aumento del consumo de diésel en los componentes *Comercial/Institucional* y *Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactorías*. Luego en 2012 y 2013 se observa una desaceleración en estos mismos, probablemente por un cambio metodológico en la construcción del BNE durante estos años. En 2014 existe una disminución pronunciada por la caída del consumo del sector *Residencial* asociada a una baja en el consumo de GLP y Queroseno, debido principalmente a los cambios metodológicos indicados previamente.

Respecto a los componentes, *Residencial* es el de mayor relevancia con un 58,3 % de las emisiones de GEI, seguido de un 29,8 % de *Comercial/Institucional* y de un 12,0 % de *Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactorías*.

Tabla 83. 1.A.4. Otros sectores: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
1.A.4.a.Comercial/Institucional	499,0	612,6	1.699,9	1.420,0	1.506,2	1.619,5	2.188,7
1.A.4.b.Residencial	3.080,3	4.451,9	4.067,2	4.255,5	3.969,5	4.185,3	4.286,8
1.A.4.c.Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactorías	510,9	649,2	940,9	727,7	643,3	730,5	881,8
<b>Total</b>	<b>4.090,2</b>	<b>5.713,7</b>	<b>6.708,0</b>	<b>6.403,2</b>	<b>6.119,0</b>	<b>6.535,3</b>	<b>7.357,3</b>

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 57. 1.A.4. Otros sectores: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

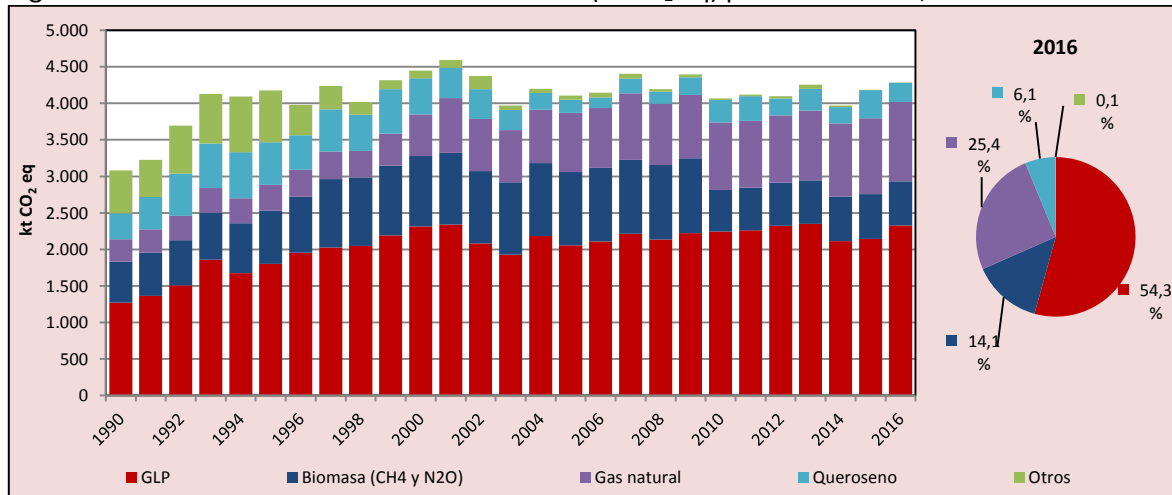
En lo que respecta al componente *Residencial* por tipo de combustible (Tabla 84 y Figura 58), el *Gas licuado de petróleo* es el de mayor importancia con un 54,3 %, seguido de un 25,4 % de *Gas natural*, 14,1 % de *Biomasa* (incluye solo emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O), 6,1 % de *Queroseno* y un 0,1 % de *Otros combustibles*.

Tabla 84. 1.A.4.b. Residencial: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por combustible, serie 1990-2016.

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
GLP	1.272,3	2.312,7	2.245,2	2.347,7	2.115,0	2.144,0	2.327,6
Biomasa (CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O)	561,9	964,2	569,9	597,8	605,0	611,6	603,7
Gas natural	304,9	570,8	922,3	954,2	1.006,5	1.040,3	1.087,2
Queroseno	355,2	493,9	307,2	299,1	224,3	384,3	261,8
Otros	585,1	108,8	21,9	55,8	17,8	4,4	5,7
<b>Total</b>	<b>3.079,5</b>	<b>4.450,5</b>	<b>4.066,4</b>	<b>4.254,6</b>	<b>3.968,7</b>	<b>4.184,5</b>	<b>4.285,9</b>

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 58. 1.A.4.b. Residencial: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por combustible, serie 1990-2016.



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

### 3.2.11.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de esta subcategoría se aplicó el método Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* (descrito en la sección 3.2.3. *supra*) usando datos de actividad desde el BNE y factores de emisión por defecto.

La Tabla 85 resume los métodos que se aplicaron para cada componente de la subcategoría. El componente *Estacionario de Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactorías*, que incluye quemas de la agricultura y la pesca estacionaria, se consideran en el BNE dentro de las industrias, es decir, en *Industria no especificada*. En el caso particular del componente *Vehículo todo terreno y otra maquinaria* se obtuvo dicha información del consumo de maquinaria para el sector agrícola a partir de los antecedentes del INE, lo que se explica con mayor detalle en la sección 3.2.10.3.1.

Tabla 85. 1.A.4. Otros sectores: métodos aplicados por componente

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
<b>1.A.4. Otros sectores</b>	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE
1.A.4.a. Comercial/Institucional	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.4.b. Residencial	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.4.c. Agricultura/Silvicultura/Pesca/Piscifactorías	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE	T1, IE	D, IE
1.A.4.c.i. Estacionaria	IE	IE	IE	IE	IE	IE
1.A.4.c.ii. Vehículo todo terreno y otra maquinaria	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.4.c.iii. Pesca (combustión móvil)	T1	D	T1	D	T1	D

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través del *IPCC Inventory Software* versión 2.17.

**3.2.11.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos**

Todos los datos de actividad de las emisiones de la subcategoría provienen de los BNE de las series anuales desde 1990 hasta el 2016. La Tabla 86 y Tabla 87 presenta los valores correspondientes. En el ANEXO 06.01 se encuentran los datos desagregados por componente.

Tabla 86. 1.A.4. Otros sectores: datos de actividad del consumo de combustible (TJ) por combustible, serie 1990-2016 (1 de 2)

Años	Gasolina para motor	Gasolina para la aviación	Queroseno para motor a reacción	Otro queroseno	Gas/Diésel oil	Fuelóleo residual	Gases licuados de petróleo
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
1990	295,16	-	-	5.707,66	7.498,63	3.500,17	23.381,18
1991	290,73	11,30	-	7.099,77	6.809,91	4.001,32	25.095,68
1992	304,83	-	-	9.323,17	8.305,17	4.526,35	27.759,74
1993	305,59	-	-	9.784,55	9.434,27	4.152,47	29.376,26
1994	325,74	-	-	10.174,35	10.161,95	5.019,55	30.751,63
1995	310,31	-	-	9.323,16	8.916,82	4.713,29	33.151,93
1996	292,03	-	-	7.589,00	4.636,75	6.721,92	35.959,18
1997	266,21	-	-	8.054,77	8.139,89	10.340,98	36.897,51
1998	242,07	-	-	6.924,76	4.816,12	4.096,79	36.810,76
1999	207,01	-	-	8.464,04	3.324,25	5.266,16	39.715,98
2000	174,48	-	-	6.833,28	5.610,61	5.174,68	40.944,39
2001	140,13	-	-	5.938,35	4.284,85	4.212,12	40.714,54
2002	118,75	-	-	5.667,88	5.218,62	4.808,75	38.088,16
2003	88,93	-	-	3.838,25	2.655,52	3.054,69	38.762,65
2004	73,79	-	-	3.487,59	8.976,47	3.414,22	39.406,73
2005	63,58	-	-	2.533,35	6.221,24	2.256,93	38.255,76
2006	54,86	-	-	2.046,47	5.773,96	2.218,06	37.827,62
2007	40,72	-	-	2.801,48	6.435,64	2.816,23	40.013,39
2008	35,52	-	-	2.295,48	10.836,78	4.961,22	38.617,19
2009	42,07	-	-	3.467,91	9.112,16	5.333,16	40.946,15
2010	140,22	-	258,34	4.293,34	19.001,83	6.840,40	40.993,83
2011	37,23	21,74	273,43	4.676,02	28.958,96	8.503,15	42.047,80
2012	40,74	62,64	1.573,06	3.195,35	19.560,25	3.714,58	43.346,41
2013	44,56	64,97	1.953,07	4.174,93	18.693,26	2.345,99	39.314,36
2014	38,20	29,58	1.849,78	3.164,77	14.227,56	2.243,18	39.017,94
2015	44,30	7,15	1.605,03	5.412,50	17.335,58	2.696,11	39.267,03
2016	39,96	3,98	122,60	3.780,03	26.316,17	3.391,91	44.194,01

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGÍA

Tabla 87. 1.A.4. Otros sectores: datos de actividad del consumo de combustible (TJ) por combustible, serie 1990-2016 (2 de 2)

Años	Nafta	Gas de refinería	Otro carbón bituminoso	Coque para horno de coque y coque de lignito	Gas de fábrica de gas	Gas natural	Madera y desechos de madera	Biogás
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
1990	-	-	2.394,43	-	2.068,70	6.300,30	75.372,87	-
1991	-	-	278,42	3.388,80	2.132,75	6.620,58	79.004,28	-
1992	-	-	3.631,42	-	2.347,54	6.876,82	82.178,30	-
1993	-	-	2.748,42	-	2.419,13	7.023,78	86.279,06	-
1994	-	-	2.565,45	-	2.513,34	7.087,83	91.465,67	-
1995	-	-	1.590,98	-	2.573,62	7.374,21	96.922,74	-
1996	-	-	3.555,86	-	2.690,44	7.566,38	102.721,88	-
1997	-	-	2.841,02	-	2.671,60	8.169,11	107.858,58	-
1998	-	-	1.336,42	-	2.848,70	7.913,05	107.844,85	-
1999	-	-	1.030,16	-	1.793,62	9.567,26	110.008,59	-
2000	-	-	529,01	-	1.616,52	12.540,31	111.106,36	-
2001	-	-	421,61	-	1.578,84	16.380,01	113.305,90	-

Años	Nafta	Gas de refinería	Otro carbón bituminoso	Coque para horno de coque y coque de lignito	Gas de fábrica de gas	Gas natural	Madera y desechos de madera	Biogás
	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ	TJ
2002	-	-	719,92	-	1.224,64	16.673,93	113.874,68	-
2003	-	-	326,15	-	1.239,71	17.533,06	114.443,46	-
2004	2,26	-	1.258,56	-	816,15	18.254,44	115.345,26	-
2005	44,44	-	683,38	-	797,35	19.626,67	115.614,44	-
2006	4,46	-	583,77	-	1.035,91	19.909,97	116.191,00	-
2007	9,77	-	462,71	-	1.149,84	21.654,30	116.775,44	-
2008	2,75	-	463,24	-	959,86	19.754,26	117.355,82	-
2009	-	-	345,84	-	882,35	21.181,70	117.942,60	-
2010	-	-	204,17	-	569,09	21.518,19	65.652,14	-
2011	-	0,09	100,93	-	674,71	21.243,87	66.811,20	-
2012	-	-	99,43	-	754,54	21.506,72	68.136,89	-
2013	-	-	97,34	-	674,21	22.238,53	68.963,06	-
2014	-	-	131,96	-	378,98	24.632,74	72.942,79	3,45
2015	-	-	135,36	-	294,24	24.822,71	70.938,07	617,57
2016	-	-	65,54	-	167,86	25.342,99	70.332,71	184,61

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

### 3.2.11.3.2. Factores de emisión

Los factores de emisión de los combustibles usados para la estimación de las emisiones de GEI de la subcategoría fueron casi en su totalidad factores por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006*. La Tabla 88 presenta los factores de emisión usados.

Tabla 88. 1.A.4. Otros sectores: factores de emisión usados para la estimación de GEI de la subcategoría

Combustible	kg CO <sub>2</sub> /TJ	kg CH <sub>4</sub> /TJ	kg N <sub>2</sub> O/TJ
Gasolina para motor	69.300	10	0,6
Gasolina para la aviación	70.000	10	0,6
Queroseno para motor a reacción	71.500	10	0,6
Otro queroseno	71.900	10	0,6
Gas/Diésel oil	74.100	10	0,6
Fuelóleo residual	77.400	10	0,6
Gases licuados de petróleo	63.100	5	0,1
Nafta	73.300	10	0,6
Gas de refinería	57.600	5	0,1
Otro carbón bituminoso*	94.600	300 (10)	1,5
Coque para horno de coque y coque de lignito*	107.000	300 (10)	1,5
Gas de fábrica de gas	44.400	5	0,1
Gas natural	56.100	5	0,1
Madera y desechos de madera	112.000	300	4,0
Biogás	54.600	5	0,1

(\*)Para el componente Comercial/Institucional se utiliza el número entre paréntesis.

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA con base en las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 2.4 y 2.5; Capítulo 2; Volumen 2)

### 3.2.11.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2016, ha sido estimada para cada tipo de combustible y para cada GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 89.

Tabla 89. 1.A.4. Otros sectores: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
1.A.4.	Otros sectores - Biomasa	CH <sub>4</sub>	50,0%	50,0%	70,0%	230,0%	86,0%	235,4%
1.A.4.	Otros sectores - Biomasa	N <sub>2</sub> O	50,0%	50,0%	70,0%	230,0%	86,0%	235,4%
1.A.4.	Otros sectores - Combustibles gaseosos	CH <sub>4</sub>	12,5%	12,5%	70,0%	230,0%	71,1%	230,3%
1.A.4.	Otros sectores - Combustibles gaseosos	CO <sub>2</sub>	12,5%	12,5%	5,0%	5,0%	13,5%	13,5%
1.A.4.	Otros sectores - Combustibles gaseosos	N <sub>2</sub> O	12,5%	12,5%	70,0%	230,0%	71,1%	230,3%
1.A.4.	Otros sectores - Combustibles líquidos	CH <sub>4</sub>	12,5%	12,5%	70,0%	230,0%	71,1%	230,3%
1.A.4.	Otros sectores - Combustibles líquidos	CO <sub>2</sub>	12,5%	12,5%	5,0%	5,0%	13,5%	13,5%
1.A.4.	Otros sectores - Combustibles líquidos	N <sub>2</sub> O	12,5%	12,5%	70,0%	230,0%	71,1%	230,3%
1.A.4.	Otros sectores - Combustibles sólidos	CH <sub>4</sub>	12,5%	12,5%	70,0%	230,0%	71,1%	230,3%
1.A.4.	Otros sectores - Combustibles sólidos	CO <sub>2</sub>	12,5%	12,5%	5,0%	5,0%	13,5%	13,5%
1.A.4.	Otros sectores - Combustibles sólidos	N <sub>2</sub> O	12,5%	12,5%	70,0%	230,0%	71,1%	230,3%

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

Con respecto a los datos de actividad, el BNE de Chile no cuenta con una estadística sobre la exactitud e incertidumbre de los datos. Dado esto, el Equipo Técnico de Energía (elaboradores del BNE) aplicaron los valores de incertidumbre recomendados por las *Directrices del IPCC de 2006* que para “sistema estadístico menos desarrollado” y por “Encuesta” debería ser entre  $\pm 10\%$  y  $\pm 15\%$  (Cuadro 2.15, Capítulo 2, Volumen 2). Con base en la construcción del BNE y de acuerdo a sus elaboradores, se definió una incertidumbre del  $\pm 12,5\%$  para todos los combustibles de esta subcategoría, excepto para la biomasa que según el mismo procedimiento se estableció en  $\pm 50\%$ .

Con respecto a los factores de emisión, se usaron FE por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006*. Dado esto, se aplicaron valores de incertidumbre inferidos a partir de los valores superiores e inferiores reportados por las *Directrices del IPCC de 2006*. Para el CO<sub>2</sub> la incertidumbre usada es  $\pm 5\%$  (Cuadro 2.3; Capítulo 2; Volumen 2), mientras que para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O fueron  $-70\%$  y  $+230\%$  (Cuadro 2.4 y Cuadro 2.5; Capítulo 2; Volumen 2). Para estimarlos se calcularon los porcentajes que representan los valores superiores e inferiores con respecto al valor central para los principales combustibles usados en Chile. Luego se tomó el mayor valor y se truncaron los decimales. Se asumió que el metanol también tiene esta incertidumbre.

En conclusión, la mayor fuente de incertidumbre en las estimaciones de GEI de la subcategoría proviene del uso de factores de emisión por defecto.

### 3.2.11.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. La principal fuente de datos, el BNE, contiene variaciones en su elaboración a lo largo del tiempo. Por lo tanto, el Equipo Técnico de Energía ha tenido que realizar cambios y ajustes, los cuales se detallan en la sección 3.2.8.3.1. *supra*.

### 3.2.11.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

#### 3.2.11.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de Energía se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de Energía. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_1ENER*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

#### **Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos:**

- Revisión detallada de cada archivo anual del BNE, con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
- Generación de una planilla consolidada de datos de actividad que traduce mediante vínculos automatizados los valores del BNE al formato requerido por el software IPCC para la entrada de datos. Evitando la transcripción manual de datos y posibles errores asociados.
- Crear tablas de referencia automáticas para los valores comunes que se utilizan en los cálculos.
- Chequeo de la importación de datos desde los BNE a la planilla anual consolidada y luego desde la planilla al formato requerido por el software del IPCC.
- Verificar que los datos o parámetros que se repiten en varios años sean consistentes
- Verificar en manejo de datos que los totales coincidan (chequeo cruzado) tanto para traspaso de datos como para desagregaciones o agregaciones.

#### **Verificación de cálculos:**

- Verificar los cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos.
- Verificar si existe alguna tendencia inusual o inexplicable reportada para los datos de actividad u otros parámetros a través de la serie temporal. Comparación de resultados con procedimiento anterior y el actual
- Comparación de resultados del método sectorial versus *Método de referencia*.

#### **Verificación de la documentación:**

- Verificar que existe documentación para respaldar y permitir la duplicación de los cálculos.
- Verificar que los datos de inventario, datos de respaldo y registros de inventarios sean archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada.
- Verificar que el archivo sea cerrado y se conserve en un lugar seguro tras la finalización del inventario.

#### **Verificación del informe:**

- Verificar que las tablas e imágenes del informe correspondan a los últimos valores actualizados.
- Verificar los títulos de las tablas y figuras para ver la exactitud y la coherencia del contenido.
- Verificar la coherencia de las referencias y que las citas de texto y referencias coincidan.



**3.2.11.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *Energía*, el Equipo Técnico de Energía ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de Energía como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo 2018\_SGCC\_1ENER. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

**3.2.11.6.3. Verificación**

Como método de verificación se considera lo realizado en el punto 3.2.5 respecto a la comparación entre el total de la categoría con datos de la AIE. Esta comparación es por categoría y no subcategoría, pero es la única información disponible con la cual contrastar lo generado.

**3.2.11.7. Recálculos****3.2.11.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras**

En esta subcategoría no hubo cambio significativos respecto al INGEI2016, a excepción de a la actualización de los potenciales de calentamiento global utilizados para este INGEI y los cambios en los datos de actividad previamente descritos.

**3.2.11.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión**

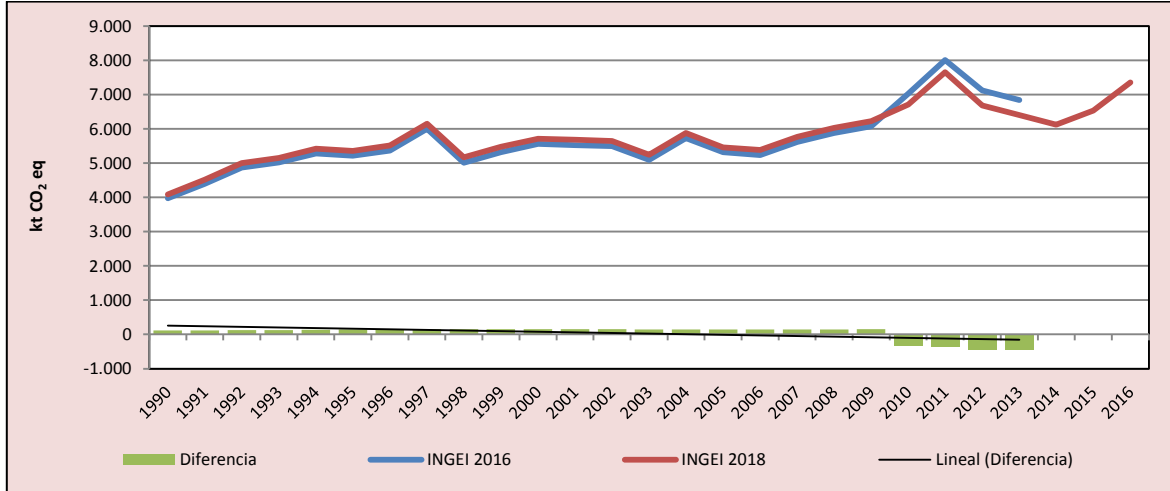
Como se observa en la Tabla 90 y Figura 59, los cambios realizados presentan variaciones a lo largo de toda la serie en las emisiones de GEI de la subcategoría, especialmente entre los años 2010 y 2013. La diferencia en emisiones en esta subcategoría promedia 1,2 % al alza, asociado principalmente a la actualización de los potenciales de calentamiento global utilizados para este INGEI entre los años 1990 y 2009; por otra parte, la disminución presentada entre los años 2010 y 2013 se debe principalmente a la reducción del consumo de biomasa en el sector residencial acorde a lo indicado en el punto 3.1.5.1, lo cual implicó una reducción en las emisiones de los gases CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O.

Tabla 90. 1.A.4. Otros sectores: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

Categoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	3.974,8	5.562,1	7.028,2	6.846,4			
INGEI2018	4.090,2	5.713,7	6.708,0	6.403,2	6.119,0	6.535,3	7.357,3
Diferencia	115,4	151,6	-320,2	443,2			
%	2,8%	2,7%	-4,8%	-6,9%			

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 59. 1.A.4. Otros sectores: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

### 3.2.11.8. Plan de mejoramiento

Con base en las recomendaciones como resultado de los procesos de revisión externa (garantía de la calidad) y al análisis propio del Equipo Técnico de Energía, el plan de mejoramiento de sector *Energía* se basa en su mayoría a acciones para mejorar la calidad de las estadísticas energéticas nacionales mediante el mejoramiento del BNE.

Mejoras específicas para la presente subcategoría no se contemplan en la actualidad.

### 3.2.12. No especificado (1.A.5.)

Esta subcategoría incluye todas las emisiones de quema de combustible que no se hayan declarado en otra categoría. En particular considera la quema de combustible de militares dentro del país y de manera informativa en operaciones multilaterales.

La quema de combustible de esta subcategoría se reporta en la subcategoría 1.A.4.a. *Comercial/institucional*. Por lo que el país lo reporta con la nomenclatura IE (incluido en otro lugar). No es posible desagregar esta información ya que de la forma en que se presentan actualmente se resguarda la confidencialidad de ellos.

## 3.3. Emisiones fugitivas (1.B.)

### 3.3.1. Descripción de la categoría

Se consideran emisiones fugitivas a todas las emisiones intencionales o no intencionales de GEI liberadas durante la extracción, el procesamiento, almacenamiento y la distribución de combustibles fósiles.

En el contexto nacional, las actividades que se consideran dentro de esta categoría son, en el caso de los combustibles sólidos, minería y posminería del carbón, tanto para minas subterráneas como superficiales. Para el petróleo se consideran las emisiones fugitivas producto del venteo, la producción y refinación (cuando son procesos integrados), el transporte de crudo y la refinación para la generación de productos finales refinados. En el caso del gas natural se consideran las emisiones del venteo, la producción, el procesamiento, la transmisión, almacenamiento y distribución.

### 3.3.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2016, las emisiones de GEI de ambas subcategorías contabilizaron 1.001,6 kt CO<sub>2</sub> eq (el 1,1 % de las emisiones de GEI del sector Energía), disminuyendo en un 55,6 % desde 1990 y en un 5,9 % desde 2013 (Tabla 91 y Figura 60). Las principales causantes de la disminución son la reducción de la producción de carbón de la minería subterránea y superficial, y la caída de la oferta de gas natural desde Argentina desde el año 2007.

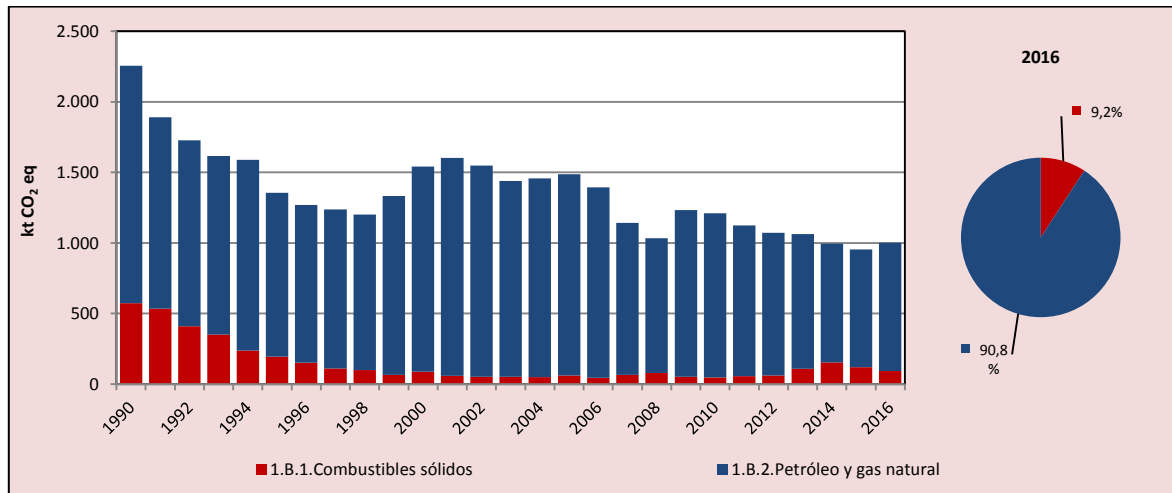
Respecto a las subcategorías, el *Petróleo y gas natural* es la de mayor relevancia con un 90,8 %, seguido de *Combustibles sólidos* con un 9,2 % restante. Las variaciones interanuales observadas se deben principalmente a cambios en la oferta del gas natural, en especial en el periodo entre el año 2000 y 2007 por el ingreso y posterior corte de gas natural desde Argentina.

Tabla 91. 1.B. Emisiones fugitivas de combustibles: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016

Subcategoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
1.B.1. Combustibles sólidos	573,2	88,3	47,6	109,6	153,4	119,3	91,9
1.B.2. Petróleo y gas natural	1.681,5	1.453,2	1.161,9	954,3	842,6	835,8	909,7
<b>Total</b>	<b>2.254,7</b>	<b>1.541,6</b>	<b>1.209,5</b>	<b>1.064,0</b>	<b>996,0</b>	<b>955,2</b>	<b>1.001,6</b>

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 60. 1.B. Emisiones fugitivas de combustibles: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

### 3.3.3. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de la categoría *Emisiones fugitivas* se aplicó una metodología Nivel 1 de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006* con factores de emisión por defecto. Las ecuaciones presentadas en las *Directrices*, a diferencia de la categoría *Actividades de Quema de combustible*, se encuentran descritas por subcategoría por lo que en este informe se presentan de la misma forma. En la Tabla 92 se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 92. 1.B. Emisiones fugitivas de combustibles: métodos aplicados por subcategoría

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
1.B. Emisiones fugitivas de combustibles	T1, NA, NE	D, NA, NE	T1, NA, NE, NO	D, NA, NE, NO	NA, NE	NA, NE
1.B.1. Combustibles sólidos	NA, NE	NA, NE	T1, NA, NE, NO	D, NA, NE, NO	NA	NA
1.B.2. Petróleo y gas natural	T1, NE	D, NE	T1, NE	D, NE	NA, NE	NA, NE
1.B.3. Otras emisiones provenientes de la producción de energía	NE	NE	NE	NE	NE	NE

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través del *IPCC Inventory Software* versión 2.17.

### 3.3.4. Combustibles sólidos (1.B.1.)

#### 3.3.4.1. Descripción de la subcategoría

En la formación del carbón los procesos geológicos producen a la vez metano (CH<sub>4</sub>) el que se libera durante la extracción, procesamiento y distribución del carbón e incluso después de abandonada la mina.

En la Tabla 93 se presentan los componentes y su relación con los datos nacionales que lo comprenden.

Tabla 93. 1.B.1. Combustibles sólidos: componentes y supuestos relevantes

Componente	Definición IPCC	Observaciones
1.B.1.a. Minería carbonífera y manejo del carbón	Incluye todas las emisiones fugitivas de carbón.	
1.B.1.a.i. Minas subterráneas	Incluye la extracción, pos-extracción, minas abandonadas y quema de gas de metano	Producción de carbón en las regiones VIII y X
1.B.1.a.i.1. Minería	Incluye emisiones de gas por las grietas venteado por sistema de ventilación y desgasificación	
1.B.1.a.i.2. Emisiones de gas de carbono posteriores a la minería	Emisiones de CH <sub>4</sub> y CO <sub>2</sub> del carbón extraído, procesado, almacenado y transportado	
1.B.1.a.ii. Minas de superficie	Incluye emisiones de gas por grietas.	Producción de carbón en la región XII
1.B.1.a.ii.1. Minería	Emisiones de CH <sub>4</sub> y CO <sub>2</sub> en la extracción, de los estratos involucrados y por fuga.	
1.B.1.a.ii.2. Emisiones de gas de	Emisiones de CH <sub>4</sub> y CO <sub>2</sub> del carbón extraído,	

Componente	Definición IPCC	Observaciones
carbón posteriores a la minería	procesado, almacenado y transportado	

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

### 3.3.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI

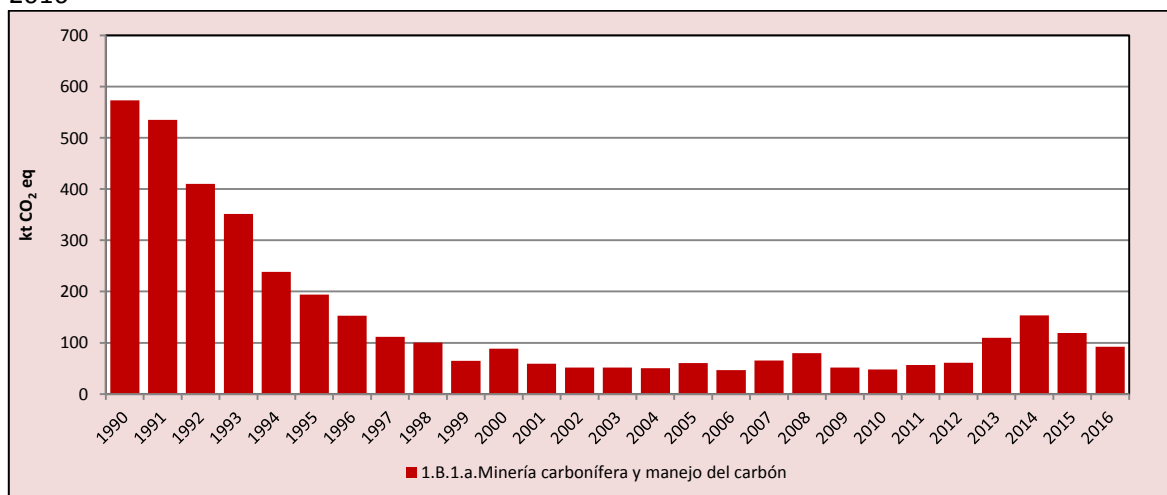
En 2016, las emisiones de GEI de la subcategoría contabilizaron 91,9 kt CO<sub>2</sub> eq, disminuyendo en un 84,0 % desde 1990 y en un 16,1 % desde 2013 (Tabla 94 y Figura 61). Esta disminución se debe a que la producción de carbón en Chile ha ido disminuyendo de forma considerable, proceso por el cual se han cerrado minas, debido al aumento de producción internacional y a la falta de competitividad del sector. El aumento de producción de 2013 y 2014 se debe a la apertura de la mina Invierno, principal mina de extracción de carbón en Chile ubicada en la región de Aysén.

Tabla 94. 1.B.1. Combustibles sólidos: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
1.B.1.a. Minería carbonífera y manejo del carbón	573,2	88,3	47,6	109,6	153,4	119,3	91,9
Total	573,2	88,3	47,6	109,6	153,4	119,3	91,9

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 61. 1.B.1. Combustibles sólidos: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

### 3.3.4.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de esta subcategoría se aplicó el método Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* (Ecuación 7) usando datos de actividad desde la producción de carbón de anuarios de la Comisión Chilena del Cobre (COCHILCO) y factores de emisión por defecto.

Ecuación 7. 1.B.1. Combustibles sólidos: emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de las emisiones fugitivas Nivel 1

$$Emisión_{GEI} = Producción\ de\ carbón_{tipo\ de\ mina} \times Factor\ de\ emisión_{GEI} \times Poder\ Calorífico\ del\ carbón$$

Fuente: Ecuación 4.1.1; Capítulo 4; Volumen 2; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- **Emisión<sub>GEI</sub>** = emisiones de un gas de efecto invernadero (kt).
- **Producción de carbón** = cantidad de carbón producido (t).
- **Factor de emisión** = factor de emisión por defecto para un gas de efecto invernadero (kg/TJ)
- **Poder Calorífico del carbón** = 27.800 TJ/t<sup>22</sup>

La Tabla 95 resume los métodos que se usaron para cada componente de la subcategoría. En las minas de carbón no se libera espontáneamente N<sub>2</sub>O por lo que en esta subcategoría no aplica calcular sus emisiones. Emisiones de CO<sub>2</sub> se espera que existan, pero en niveles no significativos por lo que tampoco se calculan.

Tabla 95. 1.B.1. Combustibles sólidos: métodos aplicados por componente

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
1.B.1. Combustibles sólidos	NA, NE	NA, NE	T1, NA, NE, NO	D, NA, NE, NO	NA	NA
1.B.1.a. Minería carbonífera y manejo del carbón	NA	NA	T1, NE, NO	D, NE, NO		
1.B.1.a.i. Minas subterráneas	NA	NA	T1, NE, NO	D, NE, NO		
1.B.1.a.i.1. Minería	NA	NA	T1	D		
1.B.1.a.i.2. Emisiones de gas de carbono posteriores a la minería	NA	NA	T1	D		
1.B.1.a.i.3. Minas subterráneas abandonadas	NA	NA	NE	NE		
1.B.1.a.i.4. Quema en antorcha de metano drenado o conversión de metano en CO <sub>2</sub>	NA	NA	NO	NO		
1.B.1.a.ii. Minas de superficie	NA	NA	T1	D		
1.B.1.a.ii.1. Minería	NA	NA	T1	D		
1.B.1.a.ii.2. Emisiones de gas de carbono posteriores a la minería	NA	NA	T1	D		
1.B.1.b. Combustión espontánea y vertederos para quema de carbón	NE	NE	NA	NA	NA	NA

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través del *IPCC Inventory Software* versión 2.17.

### 3.3.4.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

La fuente de datos de actividad para la subcategoría *Combustibles sólidos* fue el *Anuario estadístico del cobre y otros minerales*, elaborado por la COCHILCO. Este anuario informa una serie de tiempo de 20 años, por lo que se consultaron las series 1990-2009, 1991-2010 y 1992-2017 (COCHILCO, 2017). En este se reportan las toneladas de carbón extraído en un año por región y se asume que la extracción de las regiones VIII y X son subterráneas y la de la XIII superficial. Esto debido a las minas existentes en cada región (Catamutun, 1999). La Tabla 96 presenta los valores correspondientes.

<sup>22</sup> Valor obtenido del Poder calorífico indicado por el BNE, transformado a TJ y traspasado de PCS a PCI.

Tabla 96. 1.B.1. Combustibles sólidos: datos de actividad de producción de carbón (t) por componente, serie 1990-2016

Años	1.B.1.a.i.1	1.B.1.a.i.2	1.B.1.a.ii.1	1.B.1.a.ii.2
	Minería	Posminería	Minería	Posminería
1990	1.597.430,0	1.597.430,0	1.131.870,0	1.131.870,0
1991	1.477.720,0	1.477.720,0	1.262.850,0	1.262.850,0
1992	1.133.200,0	1.133.200,0	974.890,0	974.890,0
1993	971.800,0	971.800,0	821.270,0	821.270,0
1994	629.540,0	629.540,0	1.033.420,0	1.033.420,0
1995	502.980,0	502.980,0	981.940,0	981.940,0
1996	377.030,0	377.030,0	1.067.050,0	1.067.050,0
1997	250.870,0	250.870,0	1.162.300,0	1.162.300,0
1998	225.880,0	225.880,0	1.046.515,0	1.046.515,0
1999	167.060,0	167.060,0	340.290,0	340.290,0
2000	240.600,0	240.600,0	262.750,0	262.750,0
2001	145.270,0	145.270,0	422.820,0	422.820,0
2002	129.940,0	129.940,0	321.690,0	321.690,0
2003	136.500,0	136.500,0	210.780,0	210.780,0
2004	140.190,0	140.190,0	98.120,0	98.120,0
2005	138.056,0	138.056,0	594.309,0	594.309,0
2006	98.673,0	98.673,0	575.071,0	575.071,0
2007	184.122,0	184.122,0	103.871,0	103.871,0
2008	212.375,0	212.375,0	321.417,0	321.417,0
2009	118.305,0	118.305,0	517.769,0	517.769,0
2010	106.018,0	106.018,0	512.775,0	512.775,0
2011	131.430,0	131.430,0	522.672,0	522.672,0
2012	141.120,0	141.120,0	570.594,0	570.594,0
2013	144.313,0	144.313,0	2.758.131,0	2.758.131,0
2014	194.747,0	194.747,0	3.973.438,0	3.973.438,0
2015	157.017,0	157.017,0	3.004.709,0	3.004.709,0
2016	114.887,0	114.887,0	2.410.284,0	2.410.284,0

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

En el software los datos se ingresan en toneladas por lo que no se utilizan datos paramétricos ni fórmulas además de la fórmula general para el cálculo de emisiones con el método Nivel 1.

### 3.3.4.3.2. Factores de emisión

Los factores de emisión usados para el cálculo de las emisiones de GEI fueron los valores por defecto proporcionados por las *Directrices del IPCC de 2006*, diferenciando las actividades consideradas, las características socioeconómicas del país (en vías de desarrollo) y se aplicó el factor promedio. La Tabla 97 presenta los factores de emisión usados.

Tabla 97. 1.B.1. Combustibles sólidos: factores de emisión usados para la estimación de GEI de la subcategoría

Tipo de mina	Característica	CH <sub>4</sub> (m <sup>3</sup> /t)
Subterránea	Minería	18,0
Subterránea	Posminería	2,5
Superficie	Minería	1,2
Superficie	Posminería	0,1

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA con base en las *Directrices del IPCC de 2006* (página 4.12, 4.18 y 4.19; Capítulo 4; Volumen 2)

### 3.3.4.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2016, se presenta en la Tabla 98.

Tabla 98. 1.B.1. Combustibles sólidos: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
1.B.1.	Combustibles sólidos	CH <sub>4</sub>	2,0%	2,0%	60,0%	300,0%	60,0%	300,0%

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

La incertidumbre de los datos de actividad proviene de los datos por defecto de las *Directrices del IPCC 2006*. Como solo se trata de tres datos por año, y estas cantidades provienen de una fuente confiable, el error asociado es bastante bajo, siendo  $\pm 2$  % (página 4.16; Capítulo 4; Volumen 2).

Con respecto a los factores de emisión, se usaron FE por defecto de las *Directrices del IPCC 2006*. Se determinó usar un error proporcional a un factor 3 lo que equivale entre -60 % a +300 % (Cuadro 4.1.2; Capítulo 4; Volumen 2).

### 3.3.4.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos.

### 3.3.4.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

#### 3.3.4.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de Energía se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de Energía. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_1ENER*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

#### **Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos:**

- Revisión detallada de cada archivo de los anuarios de COCHILCO, con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
- Crear tablas de referencia automáticas para los valores comunes que se utilizan en los cálculos.
- Chequeo de la importación de datos desde los anuarios de COCHILCO a la planilla anual consolidada y luego desde la planilla al formato requerido por el software del IPCC.
- Verificar que los datos o parámetros que se repiten en varios años sean consistentes
- Verificar en manejo de datos que los totales coincidan (chequeo cruzado) tanto para traspaso de datos como para desagregaciones o agregaciones.

#### **Verificación de cálculos:**

- Verificar si existe alguna tendencia inusual o inexplicable reportada para los datos de actividad u otros parámetros a través de la serie temporal. Comparación de resultados con procedimiento anterior y el actual



**Verificación de la documentación:**

- Verificar que existe documentación para respaldar y permitir la duplicación de los cálculos.
- Verificar que los datos de inventario, datos de respaldo y registros de inventarios sean archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada.
- Verificar que el archivo sea cerrado y se conserve en un lugar seguro tras la finalización del inventario.

**Verificación del informe:**

- Verificar que las tablas e imágenes del informe correspondan a los últimos valores actualizados.
- Verificar los títulos de las tablas y figuras para ver la exactitud y la coherencia del contenido.
- Verificar la coherencia de las referencias y que las citas de texto y referencias coincidan.

**3.3.4.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector Energía, el Equipo Técnico de Energía ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de Energía como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_1ENER*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

**3.3.4.6.3. Verificación**

Por el momento no se tienen datos de otras fuentes con los cuales se pueda comparar los resultados.

**3.3.4.7. Recálculos**

En esta subcategoría no hubo cambio respecto al INGEI2016, a excepción de a la actualización de los PCG utilizados para este INGEI.

**3.3.4.8. Plan de mejoramiento**

Mejoras específicas para la presente subcategoría no se contemplan en la actualidad.

**3.3.5. Petróleo y gas natural (1.B.2.)**

**3.3.5.1. Descripción de la subcategoría**

Esta subcategoría comprende las emisiones fugitivas provenientes de todas las actividades de petróleo y gas natural con excepción de los aportes de la quema de combustible. Estos sistemas comprenden toda la infraestructura necesaria para producir, recopilar, procesar o refinar y llevar al mercado el gas natural y los productos derivados del petróleo. Las fuentes primarias de estas emisiones pueden incluir las fugas de equipos, pérdidas por evaporación, el venteo, la quema y las emisiones accidentales. En la Tabla 99 se presentan los componentes y su relación con los datos nacionales que lo comprenden.

Tabla 99. 1.B.2. Petróleo y gas natural: componentes y supuestos relevantes

Componente	Definición IPCC	Observaciones
1.B.2.a. Petróleo	Emisiones por venteo, quema en antorcha y emanaciones por exploración, producción, transmisión, concentración, refinación del petróleo crudo y distribución de productos.	
1.B.2.a.i. Venteo	Venteo de corrientes y desecho de gas vinculadas a instalaciones petroleras	(Balance Primario de energía en unidades físicas) Producción bruta de petróleo
1.B.2.a.iii. Todos los demás	Incluye fugas de equipos, pérdidas en almacenamiento, fugas en oleoductos, explosiones de pozos y todas las emisiones fugitivas no justificadas como venteo o quema de antorcha.	
1.B.2.a.iii.2. Producción y refinación	Emisiones fugitivas desde los pozos o minas hasta inicio sistema de transmisión.	(Balance Primario de energía en unidades físicas) Producción bruta de petróleo
1.B.2.a.iii.3. Transporte	Transporte de crudo para su comercialización a refinerías incluyendo oleoductos, buques, camiones. Considera evaporación en descarga y llenado.	(Balance Primario de energía en unidades físicas) Consumo bruto de petróleo
1.B.2.a.iii.4. Refinación	Emisiones fugitivas en refinerías de petróleo.	(Balance Primario de energía en unidades físicas) Consumo bruto de petróleo
1.B.2.b. Gas natural	Emisiones por venteo, quema en antorcha y emanaciones por exploración, producción, transmisión, procesamiento y almacenamiento del gas natural.	
1.B.2.b.i. Venteo	Venteo de corrientes y desecho de gas vinculadas a instalaciones de gas.	(Balance Primario de energía en unidades físicas) Producción bruta de gas natural
1.B.2.b.iii. Todos los demás	Incluye fugas de equipos, pérdidas en almacenamiento, fugas en gasoductos, explosiones de pozos y todas las emisiones fugitivas no justificadas como venteo o quema de antorcha.	
1.B.2.b.iii.2. Producción y refinación	Emisiones fugitivas desde los pozos hasta plantas procesadoras o inicio sistema de transmisión.	(Balance Primario de energía en unidades físicas) Producción bruta de gas natural
1.B.2.b.iii.3. Procesamiento	Emisiones fugitivas de instalaciones de procesamiento de gas.	(Balance Primario de energía en unidades físicas) Consumo bruto de gas natural
1.B.2.b.iii.4. Transmisión y almacenamiento	Emanaciones en sistemas de transporte de gas natural procesado a los mercados (sistemas de distribución o grandes consumidores) y el almacenamiento.	(Balance Primario de energía en unidades físicas) Consumo bruto de gas natural
1.B.2.b.iii.5. Distribución	Emanaciones en la distribución a usuarios finales.	(Balance Primario de energía en unidades físicas) Consumo bruto de gas natural

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

### 3.3.5.2. Tendencia de las emisiones de GEI

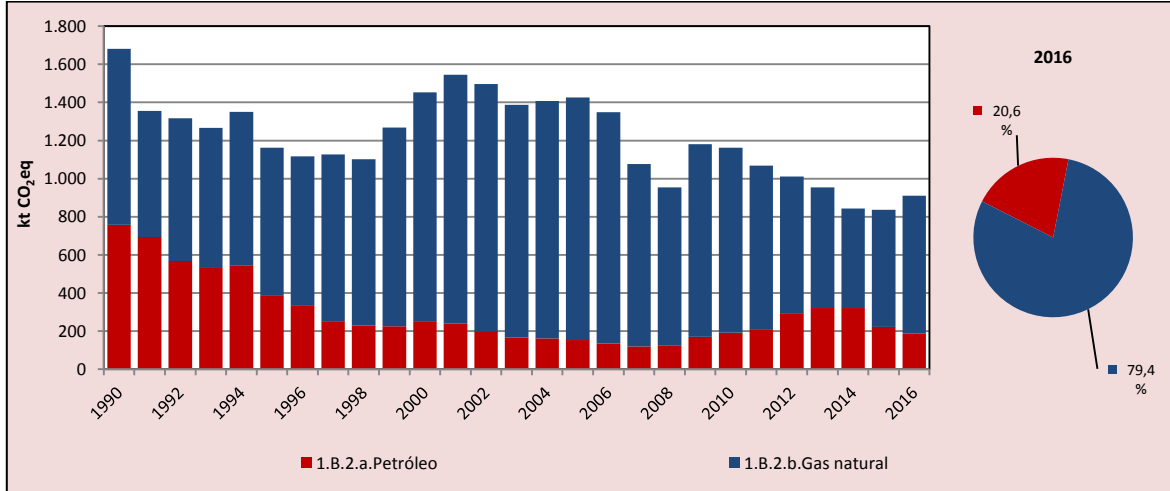
En 2016, las emisiones de GEI de la subcategoría contabilizaron 909,7 kt CO<sub>2</sub> eq, disminuyendo en un 45,9 % desde 1990 y en un 4,7 % desde 2013 (Tabla 100 y Figura 62). Respecto a los componentes, el *Gas natural* representó el 79,4 % mientras que el *Petróleo* el restante 20,6 %.

Tabla 100. 1.B.2. Petróleo y gas natural: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
1.B.2.a. Petróleo	757,5	253,0	192,1	322,0	321,9	222,9	187,2
1.B.2.b. Gas natural	924,0	1.200,3	969,8	632,3	520,7	613,0	722,5
<b>Total</b>	<b>1.681,5</b>	<b>1.453,2</b>	<b>1.161,9</b>	<b>954,3</b>	<b>842,6</b>	<b>835,8</b>	<b>909,7</b>

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Figura 62. 1.B.2. Petróleo y gas natural: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016.



Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

### 3.3.5.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de esta subcategoría se aplicó el método Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* (Ecuación 7) usando datos de actividad desde el BNE y factores de emisión por defecto.

Ecuación 8. 1.B.2. Petróleo y gas natural: emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de las emisiones fugitivas Nivel 1

$$Emisión_{GEI,industria} = actividad_{industria} \times Factor\ de\ emisión_{GEI,industria}$$

Fuente: Ecuación 4.2.1; Capítulo 4; Volumen 2; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- **Emisión<sub>GEI,industria</sub>** = emisiones por gas de efecto invernadero y por industria (kt).
- **actividad<sub>industria</sub>** = valor de la actividad por industria (unidades de actividad).
- **Factor de emisión<sub>GEI,industria</sub>** = factor de emisión por defecto por gas de efecto invernadero y por industria (kt/unidades de actividad).

La Tabla 101 resume los métodos que se usaron para cada componente de la subcategoría. En varios componentes las emisiones de N<sub>2</sub>O no aplican ya que emisiones de este GEI no ocurren en emisiones fugitivas, solo se generan en la quema de antorcha. En general muchas de las subcategorías o componentes no se estimaron ya que, por ser una categoría que tiene baja incidencia en el resultado final, los esfuerzos se enfocaron en mejorar aquellas categorías de mayor impacto.

Tabla 101. 1.B.2. Petróleo y gas natural: métodos aplicados por componente

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
1.B.2. Petróleo y gas natural	T1, NE,	D, NE,	T1, NE	D, NE	NA, NE	NA, NE
1.B.2.a. Petróleo	T1, NE	D, NE	T1, NE	D, NE	NA, NE	NA, NE

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
1.B.2.a.i. Venteo	T1	D	T1	D		
1.B.2.a.ii. Quema en antorcha	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.2.a.iii. Todos los demás	T1, NE	D, NE	T1, NE	D, NE	NA	NA
1.B.2.a.iii.1. Exploración	NE	NE	NE	NE		
1.B.2.a.iii.2. Producción y refinación	T1	D	T1	D	NA	NA
1.B.2.a.iii.3. Transporte	NE	NE	T1	D	NA	NA
1.B.2.a.iii.4. Refinación	NE	NE	T1	D		
1.B.2.a.iii.5. Distribución de productos de petróleo	NE	NE	NE	NE		
1.B.2.a.iii.6. Otros	NE	NE	NE	NE		
1.B.2.b. Gas natural	T1, NE	D, NE	T1, NE	D, NE	NE	NE
1.B.2.b.i. Venteo	T1	D	T1	D		
1.B.2.b.ii. Quema en antorcha	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.2.b.iii. Todos los demás	T1, NE	D, NE	T1, NE	D, NE	NE	NE
1.B.2.b.iii.1. Exploración	NE	NE	NE	NE		
1.B.2.b.iii.2. Producción y refinación	T1	D	T1	D		
1.B.2.b.iii.3. Procesamiento	T1	D	T1	D		
1.B.2.b.iii.4. Transmisión y almacenamiento	NE	NE	T1	D		
1.B.2.b.iii.5. Distribución	T1	D	T1	D		
1.B.2.b.iii.6. Otros	NE	NE	NE	NE		

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través del *IPCC Inventory Software* versión 2.17.

### 3.3.5.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

La fuente de datos de actividad para la subcategoría *Petróleo y gas natural* provienen de los BNE de las series anuales desde 1990 hasta el 2016, en donde se usaron los datos de producción de petróleo y gas natural respectivamente. Estos se obtienen en miles de m<sup>3</sup> para el petróleo y en millones de m<sup>3</sup> para el gas natural y se utilizan con estas mismas unidades en el software del IPCC a excepción del *Venteo de gas natural* que fue llevado de millones a miles de m<sup>3</sup>. La Tabla 102 y Tabla 103 presentan los valores correspondientes.

Tabla 102. 1.B.2. Petróleo y gas natural: datos de actividad de producción de *Petróleo* (miles de m<sup>3</sup>) por componente, serie 1990-2016

Años	1.B.2.a.i.	1.B.2.a.iii.2.	1.B.2.a.iii.3.	1.B.2.a.iii.4.
	Venteo	Producción y refinación	Transporte	Refinación
	Miles m <sup>3</sup>	Miles m <sup>3</sup>	Miles m <sup>3</sup>	Miles m <sup>3</sup>
1990	1.000,4	1.000,4	7.329,5	7.329,5
1991	915,0	915,0	7.214,0	7.214,0
1992	748,0	748,0	7.423,0	7.423,0
1993	706,0	706,0	7.927,0	7.927,0
1994	714,0	714,0	8.451,0	8.451,0
1995	503,0	503,0	9.033,0	9.033,0
1996	438,0	438,0	9.394,0	9.394,0
1997	327,3	327,3	9.852,3	9.852,3
1998	294,0	294,0	10.680,0	10.680,0
1999	290,0	290,0	11.291,0	11.291,0
2000	326,0	326,0	11.345,0	11.345,0
2001	309,0	309,0	11.375,0	11.375,0
2002	257,0	257,0	11.311,0	11.311,0
2003	210,0	210,0	12.053,0	12.053,0
2004	205,3	205,3	12.034,8	12.034,8

Años	1.B.2.a.i.	1.B.2.a.iii.2.	1.B.2.a.iii.3.	1.B.2.a.iii.4.
	Venteo	Producción y refinación	Transporte	Refinación
	Miles m <sup>3</sup>	Miles m <sup>3</sup>	Miles m <sup>3</sup>	Miles m <sup>3</sup>
2005	192,0	192,0	12.173,4	12.173,4
2006	168,7	168,7	12.585,4	12.585,4
2007	148,0	148,0	11.435,4	11.435,4
2008	153,5	153,5	11.894,9	11.894,9
2009	216,4	216,4	11.474,1	11.474,1
2010	246,6	246,6	9.711,8	9.711,8
2011	270,4	270,4	10.026,6	10.026,6
2012	383,5	383,5	9.887,1	9.887,1
2013	418,0	418,0	11.087,8	11.087,8
2014	417,8	417,8	11.238,8	11.238,8
2015	287,2	287,2	10.026,8	10.026,8
2016	239,9	239,9	9.947,3	9.947,3

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Tabla 103. 1.B.2. Petróleo y gas natural: datos de actividad de producción de *Gas natural* (millones de m<sup>3</sup>) por componente, serie 1990-2016

Años	1.B.2.b.i.	1.B.2.b.iii.2.	1.B.2.b.iii.3.	1.B.2.b.iii.4.	1.B.2.b.iii.5.
	Venteo	Producción y refinación	Procesamiento	Transmisión y almacenamiento	Distribución
	Millones m <sup>3</sup>	Millones m <sup>3</sup>	Millones m <sup>3</sup>	Millones m <sup>3</sup>	Millones m <sup>3</sup>
1990	2.358,4	2.358,4	2.707,4	2.707,4	2.707,4
1991	1.772,0	1.772,0	1.567,0	1.567,0	1.567,0
1992	1.999,0	1.999,0	1.784,0	1.784,0	1.784,0
1993	1.951,0	1.951,0	1.717,0	1.717,0	1.717,0
1994	2.185,0	2.185,0	1.777,0	1.777,0	1.777,0
1995	2.103,0	2.103,0	1.722,0	1.722,0	1.722,0
1996	2.112,0	2.112,0	1.743,0	1.743,0	1.743,0
1997	2.227,0	2.227,0	2.579,2	2.579,2	2.579,2
1998	1.992,0	1.992,0	3.661,0	3.661,0	3.661,0
1999	2.246,0	2.246,0	5.001,0	5.001,0	5.001,0
2000	2.436,0	2.436,0	6.456,0	6.456,0	6.456,0
2001	2.582,0	2.582,0	7.318,0	7.318,0	7.318,0
2002	2.539,0	2.539,0	7.380,0	7.380,0	7.380,0
2003	2.176,0	2.176,0	7.984,0	7.984,0	7.984,0
2004	2.104,4	2.104,4	8.666,6	8.666,6	8.666,6
2005	2.294,0	2.294,0	8.383,8	8.383,8	8.383,8
2006	2.198,9	2.198,9	7.758,4	7.758,4	7.758,4
2007	2.064,3	2.064,3	4.573,2	4.573,2	4.573,2
2008	2.108,4	2.108,4	2.654,4	2.654,4	2.654,4
2009	2.523,1	2.523,1	3.218,8	3.218,8	3.218,8
2010	1.948,1	1.948,1	5.310,8	5.310,8	5.310,8
2011	1.581,5	1.581,5	5.372,6	5.372,6	5.372,6
2012	1.231,6	1.231,6	4.879,5	4.879,5	4.879,5
2013	965,3	965,3	4.890,2	4.890,2	4.890,2
2014	790,1	790,1	4.049,3	4.049,3	4.049,3
2015	1.006,5	1.006,5	4.440,8	4.440,8	4.440,8
2016	1.204,6	1.204,6	5.172,0	5.172,0	5.172,0

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

**3.3.5.3.2. Factores de emisión**

Los factores de emisión usados para el cálculo de las emisiones de GEI fueron los valores por defecto proporcionados por las *Directrices del IPCC de 2006*, diferenciando las actividades consideradas y las características socioeconómicas del país (en vías de desarrollo). La Tabla 104 y la Tabla 105 presentan los factores de emisión utilizado.

Tabla 104. 1.B.2. Petróleo y gas natural: factores de emisión usados para la estimación de GEI del componente *Petróleo*

Segmento de la Industria	Característica	Factor de emisión escogido	
		CO <sub>2</sub> (kt/10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	CH <sub>4</sub> (kt/10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
Venteo	Valor ponderado	0,00215	0,0104
Producción y mejora	Petróleo convencional	0,002	0,03
Transporte	Tuberías	0	0,000005
Refinamiento	Todo	0	0,000022

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA con base en las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 4.2.5; Capítulo 4; Volumen 2)

Tabla 105. 1.B.2. Petróleo y gas natural: factores de emisión usados para la estimación de GEI del componente *Gas natural*

Segmento de la Industria	Característica	Factor de emisión escogido	
		CO <sub>2</sub> (kt/10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )	CH <sub>4</sub> (kt/10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> )
Venteo	Transmisión	0,0000052	0,0003900
Producción	Todo	0,0000970	0,1220000
Procesamiento	Transmisión	0,0000200	0,0002500
Transmisión y almacenamiento	Valor Ponderado de transmisión	0	0,0006330
Distribución	Todo	0,0000950	0,0018000

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA con base en las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 4.2.5; Capítulo 4; Volumen 2)

### 3.3.5.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2016, ha sido estimada para cada componente y para cada GEI. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 106.

Tabla 106. 1.B.2. Petróleo y gas natural: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
1.B.2.a.	Petróleo	CH <sub>4</sub>	5,0%	5,0%	75,0%	75,0%	75,2%	75,2%
1.B.2.a.	Petróleo	CO <sub>2</sub>	5,0%	5,0%	75,0%	75,0%	75,2%	75,2%
1.B.2.b.	Gas natural	CH <sub>4</sub>	5,0%	5,0%	40,0%	250,0%	40,3%	250,0%
1.B.2.b.	Gas natural	CO <sub>2</sub>	5,0%	5,0%	40,0%	250,0%	40,3%	250,0%

Fuente: Equipo Técnico de Energía del MINENERGIA

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

La incertidumbre de los datos de actividad proviene de los datos por defecto de las *Directrices del IPCC 2006*. Como son datos provenientes del BNE, la incertidumbre se fijó en  $\pm 5\%$  (Sección 4.2.2.7.2; Capítulo 4; Volumen 2).

Con respecto a los factores de emisión, se usaron FE por defecto de las *Directrices del IPCC 2006*. Se determinó usar para *Petróleo*  $\pm 75\%$  y para *Gas natural*  $-40\%$  y  $+250\%$  (Cuadro 4.1.5; Capítulo 4; Volumen 2).

En conclusión, la mayor fuente de incertidumbre en las estimaciones de GEI de la subcategoría proviene del uso de factores de emisión por defecto.

### **3.3.5.5. Consistencia de la serie temporal**

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos.

### **3.3.5.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación**

#### **3.3.5.6.1. Control de la calidad**

Durante la actualización del ISGEI de Energía se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de Energía. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_1ENER*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

#### **Verificación de manejo, entrada y recopilación de datos:**

- Revisión detallada de cada archivo anual del BNE, con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
- Generación de una planilla consolidada de datos de actividad que traduce mediante vínculos automatizados los valores del BNE al formato requerido por el software IPCC para la entrada de datos, evitando así la transcripción manual de datos y posibles errores asociados.
- Crear tablas de referencia automáticas para los valores comunes que se utilizan en los cálculos.
- Chequeo de la importación de datos desde los BNE a la planilla anual consolidada y luego desde la planilla al formato requerido por el software del IPCC.
- Verificar que los datos o parámetros que se repiten en varios años sean consistentes
- Verificar en manejo de datos que los totales coincidan (chequeo cruzado) tanto para traspaso de datos como para desagregaciones o agregaciones.

#### **Verificación de cálculos:**

- Verificar si existe alguna tendencia inusual o inexplicable reportada para los datos de actividad u otros parámetros a través de la serie temporal. Comparación de resultados con procedimiento anterior y el actual

#### **Verificación de la documentación:**

- Verificar que existe documentación para respaldar y permitir la duplicación de los cálculos.
- Verificar que los datos de inventario, datos de respaldo y registros de inventarios sean archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada.
- Verificar que el archivo sea cerrado y se conserve en un lugar seguro tras la finalización del inventario.

#### **Verificación del informe:**

- Verificar que las tablas e imágenes del informe correspondan a los últimos valores actualizados.
- Verificar los títulos de las tablas y figuras para ver la exactitud y la coherencia del contenido.

Verificar la coherencia de las referencias y que las citas de texto y referencias coincidan.

#### **3.3.5.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *Energía*, el Equipo Técnico de Energía ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de Energía como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_1ENER*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

#### **3.3.5.6.3. Verificación**

Por el momento no se tienen datos de otras fuentes con los cuales se pueda comparar los resultados.

#### **3.3.5.7. Recálculos**

En esta subcategoría no hubo cambio respecto al INGEI2016, a excepción de a la actualización de los potenciales de calentamiento global utilizados para este INGEI.

#### **3.3.5.8. Plan de mejoramiento**

Con base en las recomendaciones como resultado de los procesos de revisión externa (garantía de la calidad) y al análisis propio del Equipo Técnico de Energía, el plan de mejoramiento de sector *Energía* se basa en su mayoría a acciones para mejorar la calidad de las estadísticas energéticas nacionales mediante el mejoramiento del BNE.

Mejoras específicas para la presente subcategoría no se contemplan en la actualidad.

#### **3.3.6. Otras emisiones provenientes de la producción de energía (1.B.3.)**

Esta categoría no ocurre en el país.

#### **3.4. Transporte y almacenamiento de CO<sub>2</sub> (1.C.)**

Esta categoría no ocurre en el país.



## **4. SECTOR PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS (2)**

## 4.1. Panorama general

### 4.1.1. Introducción

El sector Procesos industriales y uso de productos (IPPU) incluye las emisiones de GEI producidas por una gran variedad de actividades industriales que transforman materias primas por medios químicos o físicos. Además, considera el uso de GEI en los productos y los usos no energéticos del carbono contenido en los combustibles. Las principales fuentes de emisión son las descargas provenientes de los procesos industriales que transforman materias primas por medios químicos o físicos. Además, con frecuencia se usan GEI en productos tales como refrigeradores, espumas o latas de aerosol y en equipos eléctricos.

Durante los procesos mencionados puede producirse una gran variedad de GEI, incluidos el CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>).

En el contexto nacional, en este sector se incluyen las emisiones de los procesos de la industria química, industria de los metales, industria de los minerales, uso de productos no energéticos de combustible; y emisiones asociadas al uso y consumo de productos como sustitutos para las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO), estos últimos presentes en el país desde el año 1999.

### 4.1.2. Tendencia de las emisiones de GEI

El sector IPPU representó el 6,2 % de las emisiones de GEI totales (Figura 63) y el 3,9 % del balance de GEI del país (Figura 64) para el 2016.

Figura 63. Sector IPPU: participación del sector en las emisiones de GEI totales (excluyendo UTCUTS)



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 64. Sector IPPU: participación del sector en el balance de GEI (incluyendo UTCUTS)



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

En el 2016, las emisiones de GEI del sector contabilizaron 6.939,3 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 110,6 % desde 1990 y en un 12,9 % desde 2013 (Tabla 107 y Figura 65). Los principales causantes del incremento entre 1990 y 2006 son el crecimiento sostenido de la producción de metanol, la industria del cemento, la industria del ácido nítrico y la industria del hierro y acero. Desde 2006 se observa una abrupta caída de las emisiones, debido a dos eventos: la disminución de la oferta de gas natural, materia prima para la producción de metanol; y el uso de sistemas de abatimiento para las emisiones de N<sub>2</sub>O de la industria del ácido nítrico. En 2008 se produce otra fuerte disminución de la actividad industrial del país debido a la crisis económica internacional (Banco Central de Chile, 2015), afectando a la producción de cemento y cal y, especialmente, a la industria del hierro y acero. Esta crisis se mantiene hasta 2010, momento en que se produce una reactivación económica que disminuye nuevamente en 2013. Adicionalmente el consumo de HFC para la refrigeración y climatización aumenta fuertemente a partir de 2011, adquiriendo importancia en los últimos años.

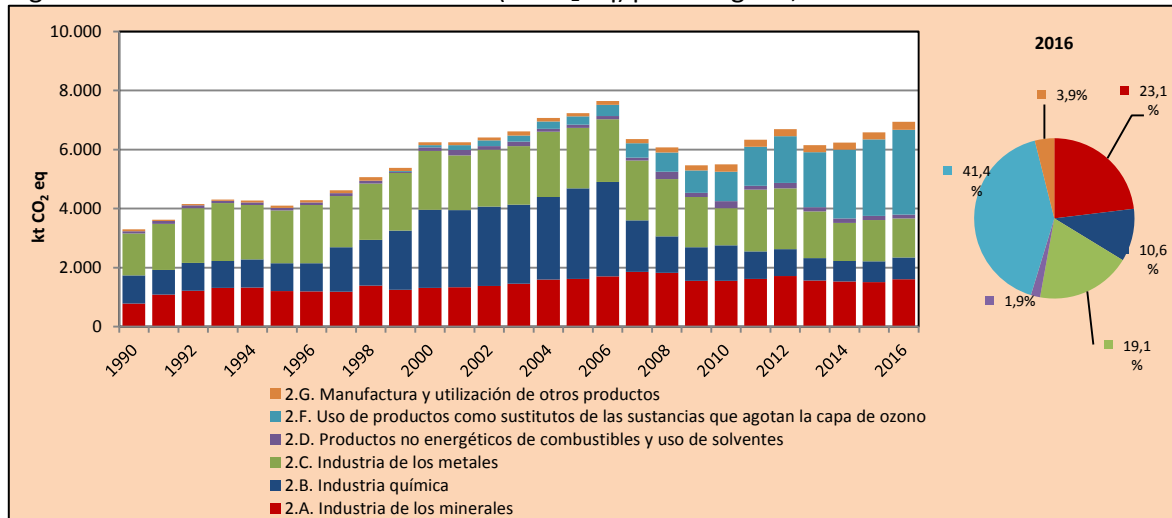
Respecto a las categorías, el 41,4 % de las emisiones de GEI del sector corresponden a la categoría *Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono*, seguido de un 23,1 % de *Industria de los minerales*, 19,1 % de *Industria de los metales*, 10,6 % de *Industria química*, un 3,9 % de *Manufactura y utilización de otros productos* y, finalmente, un 1,9 % de *Productos no energéticos de combustible y uso de solventes*.

Tabla 107. Sector IPPU: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por categoría, serie 1990-2016

Categoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
2.A. Industria de los minerales	780,3	1.312,2	1.551,1	1.559,8	1.527,2	1.503,4	1.601,7
2.B. Industria química	953,2	2.645,3	1.206,3	762,8	696,9	712,2	738,3
2.C. Industria de los metales	1.425,4	1.995,4	1.251,4	1.577,4	1.293,2	1.392,9	1.327,6
2.D. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	75,1	114,8	241,0	142,0	146,2	145,2	129,9
2.F. Uso de productos como sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	NO	81,9	1.000,1	1.868,1	2.337,4	2.588,8	2.869,5
2.G. Manufactura y utilización de otros productos	61,3	94,1	242,7	233,8	232,9	242,3	272,3
<b>Total</b>	<b>3.295,4</b>	<b>6.243,6</b>	<b>5.492,5</b>	<b>6.144,0</b>	<b>6.233,9</b>	<b>6.584,8</b>	<b>6.939,3</b>

NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 65. Sector IPPU: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por categoría, serie 1990-2016

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

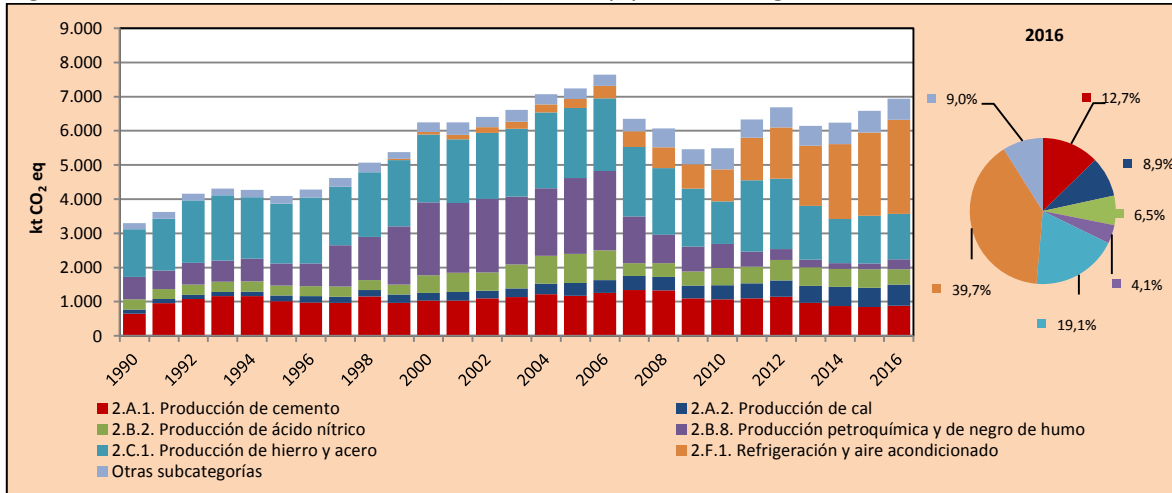
Respecto a las subcategorías (Tabla 108 y Figura 66), *Refrigeración y aire acondicionado* es la de mayor importancia con un 39,7 %, seguido de un 19,1 % de *Producción de hierro y acero*, 12,7 % de *Producción de cemento*, 8,9 % de *Producción de cal*. La subcategoría *Producción de ácido nítrico* contabilizó un 6,5 % y *Producción petroquímica y de negro de humo* un 4,1 %. El restante 9,0 % corresponde a otras subcategorías como *Equipos eléctricos*, *Uso de lubricantes*, *Producción de vidrio*, *Aerosoles*, *Protección contra incendios*, y *Uso de cera de parafina*.

Tabla 108. Sector IPPU: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016

Subcategoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
2.A.1. Producción de cemento	650,1	1.028,6	1.065,3	966,4	870,9	841,9	882,0
2.A.2. Producción de cal	118,2	231,0	412,4	498,7	560,7	564,8	616,7
2.A.3. Producción de vidrio	12,0	52,6	73,4	94,6	95,7	96,7	103,0
2.B.2. Producción de ácido nítrico	295,7	513,3	504,0	541,3	528,2	538,7	452,2
2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo	657,5	2.132,0	702,3	221,5	168,8	173,5	286,1
2.C.1. Producción de hierro y acero	1.393,7	1.986,9	1.251,2	1.577,4	1.293,2	1.392,9	1.327,6
2.C.2. Producción de ferroaleaciones	31,7	8,5	0,2	0,1	0,0	0,0	0,0
2.D.1. Uso de lubricantes	68,1	105,7	231,8	130,3	136,2	134,4	119,9
2.D.2. Uso de la cera de parafina	7,1	9,1	9,3	11,7	10,0	10,7	10,0
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	NO	77,7	931,8	1.760,3	2.192,5	2.435,2	2.753,2
2.F.2. Agentes espumantes	NO	0,00	8,3	12,9	11,9	21,9	25,5
2.F.3. Protección contra incendios	NO	0,74	16,5	29,1	36,0	45,3	56,5
2.F.4. Aerosoles	NO	0,00	30,8	44,8	75,5	62,3	15,9
2.F.5. Solventes	NO	3,45	11,7	14,7	13,2	14,9	11,2
2.F.6. Otras aplicaciones (especificar)	NO	0,00	1,0	6,4	8,3	9,2	7,1
2.G.1. Equipos eléctricos	61,3	94,1	242,7	233,8	232,9	242,3	272,3
<b>Total</b>	<b>3.295,4</b>	<b>6.243,6</b>	<b>5.492,5</b>	<b>6.144,0</b>	<b>6.233,9</b>	<b>6.584,8</b>	<b>6.939,3</b>

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 66. Sector IPPU: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

En 2016, el principal GEI emitido por el sector fue el CO<sub>2</sub>, representando un 47,9 % de las emisiones totales de GEI del sector. Lo siguen los HFC con un 41,4 % y el N<sub>2</sub>O con un 6,5 %. El SF<sub>6</sub> alcanza un 3,9 % de las emisiones, y el CH<sub>4</sub> un 0,3 %. Las emisiones de los PFC no se estimaron (Tabla 109 y Figura 67).

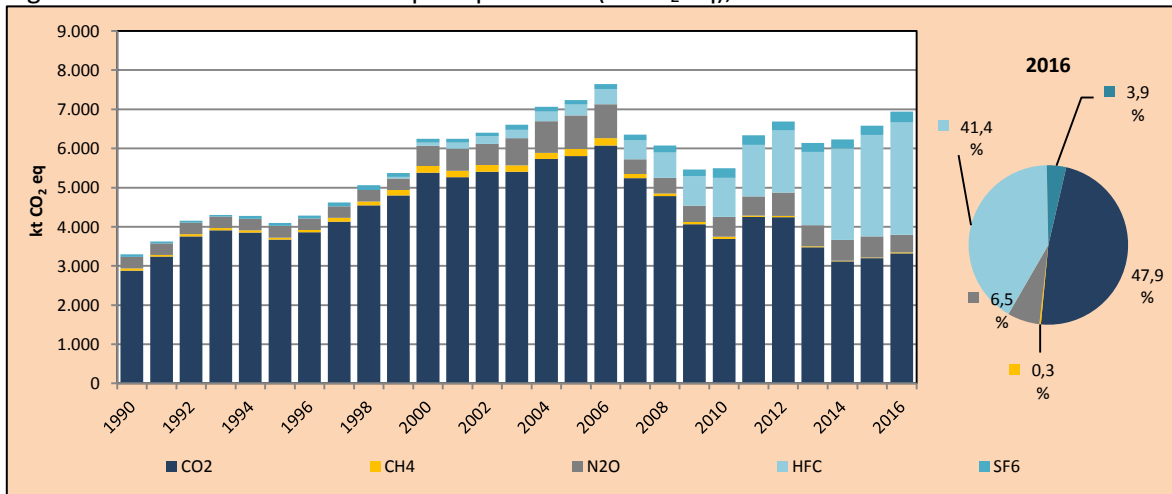
Tabla 109. Sector IPPU: emisiones por tipo de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016

GEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
CO <sub>2</sub>	2.884,1	5.383,3	3.688,6	3.479,7	3.119,7	3.200,0	3.322,5
CH <sub>4</sub>	54,3	171,0	57,1	21,0	15,7	15,0	22,8
N <sub>2</sub> O	295,7	513,3	504,0	541,3	528,2	538,7	452,2
HFC	NO	81,9	1.000,1	1.868,1	2.337,4	2.588,8	2.869,5
PFC	NO	NE	NE	NE	NE	NE	NE
SF <sub>6</sub>	61,3	94,1	242,7	233,8	232,9	242,3	272,3
<b>Total</b>	<b>3.295,4</b>	<b>6.243,6</b>	<b>5.492,5</b>	<b>6.144,0</b>	<b>6.233,9</b>	<b>6.584,8</b>	<b>6.939,3</b>

NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 67. Sector IPPU: emisiones por tipo de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

### 4.1.3. Aspectos metodológicos generales del sector

Para la estimación de las emisiones de GEI del sector IPPU se aplicaron los métodos Nivel 1 y Nivel 2 propuestos por las *Directrices del IPCC del 2006*. El método Nivel 2 se aplicó para las emisiones de CO<sub>2</sub> de la categoría *Industria de los minerales*, y por primera vez para las subcategorías *Producción de hierro y acero* y *Producción de ácido nítrico*. Es importante destacar que se mejoró la desagregación de uso por aplicaciones de gases HFC para la categoría *Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono* y se consideraron todas las fuentes a partir de 1999. En la Tabla 110 se observa un resumen de los métodos aplicados por categoría y por tipo de GEI.

Tabla 110. Sector IPPU: métodos aplicados por categoría

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		HFC		PFC		SF <sub>6</sub>	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
2. Procesos industriales y uso de productos	T1, T2, NE, NO	D, NE, NO	T1, IE, NO	D, IE, NO	T2, NA, NE, NO	D, NA, NE, NO	T1, NO	D, NO	NA, NE, NO	NA, NE, NO	T1, NA, NO	D, NA, NO
2.A. Industria de los minerales	T2, NE, NO	D, NE, NO										
2.B. Industria química	T1, NO	D, NO	T1, NO	D, NO	T2, NO	D, NO	NO	NO				
2.C. Industria de los metales	T1, T2, NO	D, CS, NO	IE, NO	IE, NO					NO	NO	NO	NO
2.D. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	T1	D										
2.E. Industria electrónica							NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.F. Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono							T1	D	NE	NE		
2.G. Manufactura y utilización de otros productos					NA, NE	NA, NE			NA, NO	NA, NO	T1, NA, NO	D, NA, NO
2.H. Otros												

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

El cálculo de las emisiones para las subcategorías en las que se aplicó el método Nivel 1 se realizó a través del *IPCC Inventory Software* versión 2.54 mientras que el cálculo de las emisiones de las subcategorías en donde se aplicó el método Nivel 2 se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de IPPU con base en las hojas de trabajo de las *Directrices del IPCC de 2006*. Para la estimación de las emisiones de HFC se utilizaron las hojas de cálculo dispuestas por el IPCC en dicho reporte.

### 4.1.4. Datos de actividad del sector

En el sector IPPU los datos de actividad son en su mayoría producción de las diferentes industrias cuyo proceso conlleva a la emisión de GEI, o bien son cantidades de productos cuyo uso genera la emisión de GEI. Por lo tanto, se cuenta con una gran cantidad de fuentes de datos de actividad estadísticos y paramétricos que incluyen tanto al sector privado (empresas, asociaciones gremiales, etc.) como al sector público (encuestas, anuarios estadísticos, etc.). Mayoritariamente, y de forma muy general, para la estimación de las emisiones del sector se usan las toneladas de sustancia producida o usada. El detalle de los datos de actividad utilizados se podrá encontrar en las secciones correspondientes a cada categoría.

## 4.2. Industria de los minerales (2.A.)

### 4.2.1. Descripción de la categoría

La categoría *Industria de los minerales* incluye las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con los procesos que resultan del uso de materias primas carbonatadas en la producción y el uso de una variedad de productos minerales industriales. Las subcategorías asociadas son las siguientes:

- 2.A.1. *Producción de cemento.*
- 2.A.2. *Producción de cal.*
- 2.A.3. *Producción de vidrio.*
- 2.A.4. *Otros usos de carbonatos en los procesos.*

En el contexto nacional, esta categoría incluye las emisiones de los procesos productivos siguientes:

- Producción de cemento,
- Producción de cal, y
- Producción de vidrio.

### 4.2.2. Tendencia de las emisiones de GEI

La categoría *Industria de los minerales* es la segunda categoría emisora de GEI del sector *IPPU*, representando el 23,1 % de las emisiones de GEI del sector. En 2016, sus emisiones de GEI contabilizaron 1.601,7 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 105,3 % desde 1990 y en un 2,7 % desde 2013. El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es el aumento de la industria de la cal, que ha crecido fuertemente desde 2009. También han influido la disminución de la producción de cemento a partir del 2009, debido a la baja de la actividad de construcción, producto de la crisis económica, la que se recupera a partir del 2010 y para volver a bajar en 2013 (Tabla 111 y Figura 68).

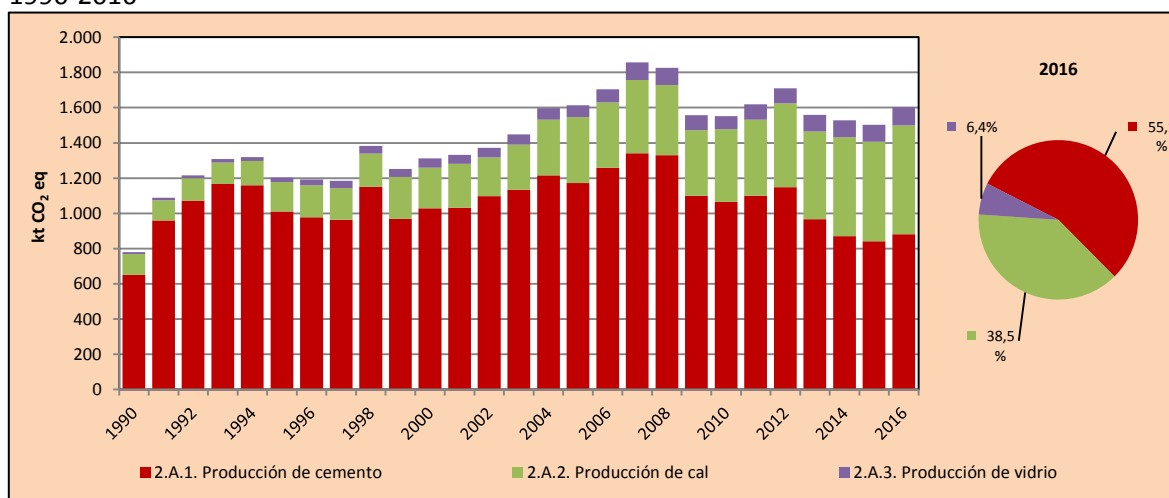
Respecto a las subcategorías, la *Producción de cemento* es la de mayor relevancia con un 55,1 %, seguida de un 38,5 % de *Producción de cal* y un 6,4 % de *Producción de vidrio* (Figura 68).

Tabla 111. 2.A. Industria de los minerales: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016

Subcategoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
2.A.1. Producción de cemento	650,1	1.028,6	1.065,3	966,4	870,9	841,9	882,0
2.A.2. Producción de cal	118,2	231,0	412,4	498,7	560,7	564,8	616,7
2.A.3. Producción de vidrio	12,0	52,6	73,4	94,6	95,7	96,7	103,0
<b>Total</b>	<b>780,3</b>	<b>1.312,2</b>	<b>1.551,1</b>	<b>1.559,8</b>	<b>1.527,2</b>	<b>1.503,4</b>	<b>1.601,7</b>

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 68. 2.A. Industria de los minerales: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

#### 4.2.3. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de la categoría se aplicó el método Nivel 2 para todas las subcategorías, usando datos de actividades país específicos desagregados y factores de emisión por defecto de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006*. Esto constituye una mejora para las subcategorías *Producción de cemento* y *Producción de vidrio* con respecto al inventario anterior. La subcategoría *Otros usos de los carbonatos* no fue estimada por falta de información. En la Tabla 112 se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 112. 2.A. Industria de los minerales: métodos aplicados por subcategoría

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
2.A. Industria de los minerales	T2, NE, NO	D, NE, NO	NA, NO	NA, NO	NO	NO
2.A.1. Producción de cemento	T2	D	NA	NA		
2.A.2. Producción de cal	T2	D	NA	NA		
2.A.3. Producción de vidrio	T2	D	NA	NA		
2.A.4. Otros usos de carbonatos en los procesos	NE	NE	NA	NA		
2.A.5. Otros (sírvase especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

El cálculo de las emisiones para las subcategorías en las que se aplicó el método Nivel 2 se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de IPPU con base en las hojas de trabajo de las *Directrices del IPCC de 2006*.



#### 4.2.4. Producción de cemento (2.A.1.)

##### 4.2.4.1. Descripción de la subcategoría

En la fabricación del cemento, el CO<sub>2</sub> se genera durante la producción de clínker, un producto intermedio constituido de nódulos, que es sometido a una molturación fina conjuntamente con una pequeña proporción de sulfato de calcio [yeso (CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O) o anhidruo (CaSO<sub>4</sub>)], para formar el cemento hidráulico (generalmente, el cemento portland). Durante la producción del clínker, se calienta o calcina la piedra caliza, compuesta esencialmente de carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>), para producir cal (CaO) y CO<sub>2</sub> como productos derivados.

El cemento puede fabricarse completamente (por molturación) a partir de clínker importado, en cuyo caso la planta de producción de cemento puede ser considerada libre de toda emisión de CO<sub>2</sub> relacionada con el proceso de fabricación.

Entre 1990 y 2016, la producción de cemento en Chile aumentado, lo que se atribuye a tres empresas principales que acaparan la totalidad de la producción de cemento nacional, aunque en los últimos años de la serie ha habido una contracción.

##### 4.2.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 882,0 kt CO<sub>2</sub> eq (representando el 55,1 % de las emisiones de GEI de la categoría), incrementándose en un 35,7 % desde 1990, pero disminuyendo en un 8,7 % desde 2013 (Tabla 111 y Figura 68). El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la demanda de cemento desde la construcción y la importación de clínker, lo que condiciona la producción nacional de clínker. Es importante mencionar que, si bien en los últimos años la importación de clínker ha mostrado un aumento constante, para la estimación de las emisiones de GEI solo se considera la producción de clínker nacional.

##### 4.2.4.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de emisiones de la subcategoría *Producción de cemento* se aplicó el método Nivel 2 de las *Directrices del IPCC del 2006*, basado en los datos de actividad de la producción nacional de clínker. La estimación considera lo siguiente:

Ecuación 9. 2.A.1. Producción de cemento: emisiones basadas en los datos sobre producción de clínker (Nivel 2)

$$Emisiones\ de\ CO_2 = M_{cl} \cdot EF_{cl} \cdot CF_{CKD}$$

Fuente: Ecuación 2.2; Capítulo 2; Volumen 3; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- Emisiones de CO<sub>2</sub>: emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la producción, toneladas de CO<sub>2</sub>
- M<sub>cl</sub>: peso del clínker producido, toneladas
- EF<sub>cl</sub>: factor de emisión para el clínker, toneladas de CO<sub>2</sub>/toneladas de clínker
- CF<sub>CKD</sub>: factor de corrección para las emisiones de polvo de horno de cemento (CKD, por sus siglas en inglés), sin dimensión.

**4.2.4.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos**

Los datos de actividad de la producción de clínker fueron entregados directamente por las tres principales empresas productoras de cemento del país. Sin embargo, esta información presenta brechas para la serie 1990-1994 y 2013-2016, por lo que se aplicó un tratamiento de datos para completar los vacíos. El tratamiento aplicado consistió en promediar la relación consumo de clínker/producción de cemento para la serie 1995-2012 y extrapolar esta relación para el resto de la serie. Con esta relación y la producción de cemento, se puede estimar el consumo de clínker para los años con brecha. Luego, se puede despejar la producción de acuerdo a la importación y exportación de clínker.

El consumo de clínker es equivalente al clínker producido más el clínker importado menos el clínker exportado, como se muestra en la Ecuación 10. La producción de cemento para toda la serie viene del documento *Despachos de Cemento* de la Cámara Chilena de la Construcción (CCHC)<sup>23</sup>. La Tabla 113 muestra los valores de consumo de clínker y producción de cemento.

Ecuación 10. 2.A.1. Producción de cemento: consumo de clínker y producción de cemento

$$\text{Consumo} = \text{Producción} + \text{Importación} - \text{Exportación}$$

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Tabla 113. 2.A.1. Producción de cemento: producción, importación, exportación y consumo de clínker (t), producción de cemento (t) y relación clínker/cemento, serie 1990-2016

Año	Producción de clínker (t)	Importaciones (t)	Exportaciones (t)	Consumo clínker (t)	Producción de cemento (t)	Relación Cl/Cm
1990	1.251.194,0	21,0	0,0	1.251.215,0	2.017.082,0	
1991	1.369.691,0	0,0	0,0	1.369.691,0	2.977.907,2	
1992	1.522.433,0	59.612,0	0,0	1.582.045,0	3.329.337,8	
1993	1.647.057,0	219.594,9	0,0	1.866.651,9	3.618.607,4	
1994	1.705.093,0	92.067,8	0,0	1.797.160,8	3.595.170,7	
1995	1.940.830,0	103.185,3	0,0	2.044.015,2	3.805.326,0	53,7%
1996	1.880.936,0	533.246,4	0,0	2.414.182,4	4.070.386,9	59,3%
1997	1.851.090,0	681.113,6	0,0	2.532.203,6	4.156.951,4	60,9%
1998	2.212.737,0	369.768,6	0,0	2.582.505,6	4.232.642,0	61,0%
1999	1.860.632,0	40.100,0	0,0	1.900.732,0	3.622.945,5	52,5%
2000	1.977.267,0	291.935,7	0,0	2.269.202,7	3.877.587,4	58,5%
2001	1.982.709,0	276.680,0	0,1	2.259.388,9	3.979.282,3	56,8%
2002	2.111.742,0	265.429,2	0,0	2.377.171,1	3.944.157,1	60,3%
2003	2.178.615,0	150.042,6	2,6	2.328.655,0	4.061.654,7	57,3%
2004	2.335.509,0	247.095,2	1,1	2.582.603,1	4.187.937,4	61,7%
2005	2.254.223,0	403.231,2	0,0	2.657.454,2	4.325.043,5	61,4%
2006	2.419.367,0	362.677,7	8.124,2	2.773.920,5	4.407.081,7	62,9%
2007	2.576.089,8	437.809,4	28.168,4	2.985.730,8	4.629.191,9	64,5%
2008	2.558.472,3	632.233,6	3.002,0	3.187.703,9	4.745.136,6	67,2%
2009	2.114.637,6	527.558,9	0,0	2.642.196,5	4.279.948,6	61,7%
2010	2.047.785,2	859.748,6	5.760,0	2.901.773,8	4.237.097,7	68,5%
2011	2.113.566,3	1.270.654,2	11.840,0	3.372.380,6	4.829.104,7	69,8%
2012	2.206.324,2	1.450.385,0	20.527,4	3.636.181,9	4.716.897,0	77,1%

<sup>23</sup> <http://www.cchc.cl>

Año	Producción de clínker (t)	Importaciones (t)	Exportaciones (t)	Consumo clínker (t)	Producción de cemento (t)	Relación Cl/Cm
2013	1.522.752,6	1.356.196,7	2.920,0	2.876.029,3	4.614.981,5	
2014	1.380.107,8	1.279.264,7	7,8	2.659.364,7	4.190.305,0	
2015	1.416.963,1	1.509.723,4	0,0	2.926.686,6	4.382.339,0	
2016	1.586.478,9	1.422.002,5	3,1	3.008.478,3	4.313.188,0	

Nota: valores en rojo es información incompleta

Fuente: La producción de cemento proviene del sitio web de la CCHC (<http://www.cchc.cl>). Los datos de importación y exportación de clínker fueron suministrados por el Servicio Nacional de Aduanas. Los datos de producción de clínker fueron suministrados por las empresas.

El valor promedio, específico de Chile, de la relación consumo de clínker/producción de cemento fue de 62,0 %. Este valor está por debajo de la relación por defecto indicado en las *Directrices del IPCC del 2006* (Sección 2.2.1.3.; Capítulo 2; Volumen 3), correspondiente a un 75 %.

Por lo tanto, los datos de actividad usados para la estimación de las emisiones de GEI son los correspondientes a la Tabla 114.

Tabla 114. 2.A.1. Producción de cemento: producción nacional de clínker (t), serie 1990-2016

Año	Producción de clínker (t)
1990	1.249.686,6
1991	1.844.967,6
1992	2.062.697,0
1993	2.241.914,5
1994	2.227.394,2
1995	1.940.830,0
1996	1.880.936,0
1997	1.851.090,0
1998	2.212.737,0
1999	1.860.632,0
2000	1.977.267,0
2001	1.982.709,0
2002	2.111.742,0
2003	2.178.615,0
2004	2.335.509,0
2005	2.254.223,0
2006	2.419.367,0
2007	2.576.089,8
2008	2.558.472,3
2009	2.114.637,6
2010	2.047.785,2
2011	2.113.566,3
2012	2.206.324,2
2013	1.857.827,4
2014	1.674.070,1
2015	1.618.390,1
2016	1.695.572,9

Nota: valores en rojo es información tratada

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

**4.2.4.3.2. Factores de emisión**

El factor de emisión de CO<sub>2</sub> de la producción de clínker depende de su contenido de CaO y la entrada de fuentes no carbonatadas de CaO. Ante la falta de información país específica, se asume que el clínker contiene un 65 % de CaO, que este proviene en un 100 % del CaCO<sub>3</sub> y que se alcanza un 100 % de calcinación en el horno de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 2.2.1.2; Capítulo 2; Volumen 3). Por lo tanto, el factor de emisión (EF<sub>cl</sub>) sin incluir el factor de corrección del CKD es de 0,51 t CO<sub>2</sub>/t clínker.

El factor corrector del CKD (CF<sub>CKD</sub>) tiene por objeto sumar a las emisiones del clínker las emisiones de las materias primas carbonatadas calcinadas. Ante la falta de información país específico que permita estimar este factor, se considera un factor corrector por defecto de un 2 por ciento, es decir, un factor de 1,02.

**4.2.4.4. Incertidumbre**

La incertidumbre combinada de la subcategoría es  $\pm 26,5\%$ . En general no se cuenta con información nacional de la incertidumbre de los datos de actividad y los factores de emisión, por lo que consideraron las recomendadas por las *Directrices del IPCC del 2006* (Sección 2.2.2; Capítulo 2; Volumen 3). Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 115.

Tabla 115. 2.A.1. Producción de cemento: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
2.A.1.	Producción de cemento	CO <sub>2</sub>	2,0%	2,0%	26,4%	26,4%	26,5%	26,5%

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

Se concluye de la tabla anterior que, a pesar de mejorar el método de estimación, la mayor fuente de incertidumbre corresponde a la relacionada con los factores de emisión por defecto y, por lo tanto, a la ausencia de factores país específico.

**4.2.4.5. Consistencia de la serie temporal**

Para mantener la consistencia de la serie 1990-2016, se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. La principal fuente de los datos de actividad son las tres grandes empresas productoras nacionales de cemento, y el Servicio Nacional de Aduanas. Estos datos de actividad fueron tratados según lo descrito en la sección 4.2.4.3.1. *supra*.

#### **4.2.4.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación**

##### **4.2.4.6.1. Control de la calidad**

Durante la actualización del ISGEI de IPPU se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de IPPU. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

- Desarrollo de planillas de información base en la cual se especifican los datos de actividad, factores de emisión, fuentes y supuestos utilizados. Esto permite mantener la información ordenada y documentada para futuras actualizaciones.
- Verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación presentes en las planillas de información base, y el informe para garantizar que, en los archivos, la información es consistente.
- Confirmación de referencias bibliográficas citadas.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Chequeos cruzados de la tendencia de la información reportada por la industria para la producción de clínker versus la tendencia de la producción de cemento.
- Chequeos cruzados de la tendencia de la información reportada por la industria para la producción de clínker versus la producción de clínker estimada bajo los supuestos de Nivel 1, que considera las importaciones, exportaciones y un contenido de clínker del 75 % para el cemento producido en el país.
- Comparación entre las emisiones calculadas en Nivel 1 versus Nivel 2.
- Comparación de las estimaciones actuales con las del ISGEI anterior, de manera de identificar posibles errores de entrada o cálculo. Las divergencias fueron justificadas.

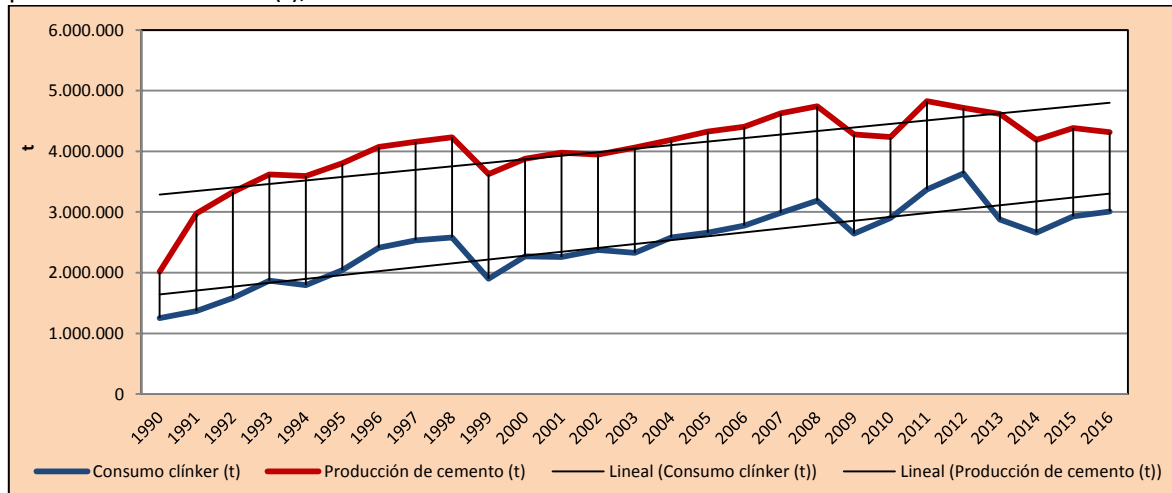
##### **4.2.4.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *IPPU*, el Equipo Técnico de IPPU ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de IPPU como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

##### **4.2.4.6.3. Verificación**

Para verificar los datos de producción de clínker entregados por las empresas, estos se compararon con la producción de cemento para la serie 1995-2012, dado que los datos de clínker estaban completos para este período de tiempo. Sin embargo el resultado de la comparación, muestra diferencias para algunos años las que se deben principalmente al aumento en las importaciones del clínker. Para mejorar la verificación se comparó la tendencia de la producción de cemento con la tendencia del consumo de clínker (entendido como la producción de clínker, más las importaciones y menos las exportaciones) para 1990-2016 (Figura 69). Se observa que ambas producciones presentan la misma tendencia, teniendo las mismas alzas y disminuciones además de una diferencia que oscila entre un 53,7 % y 77,1 % lo que es esperable por la naturaleza del proceso de producción del cemento.

Figura 69. 2.A.1. Producción de cemento: comparación entre producción de cemento (t) y producción de clinker (t), serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

#### 4.2.4.7. Recálculos

##### 4.2.4.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras

Se cambió la fuente de datos de la producción de cemento nacional, considerándose en este proceso la información levantada por el CCHC. La información del CCHC considera un refinamiento de los datos de despacho generados por el Instituto del Cemento y del Hormigón considerados en el proceso anterior, incluyendo datos del INE para generar una serie de valores hasta el 2016.

##### 4.2.4.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión

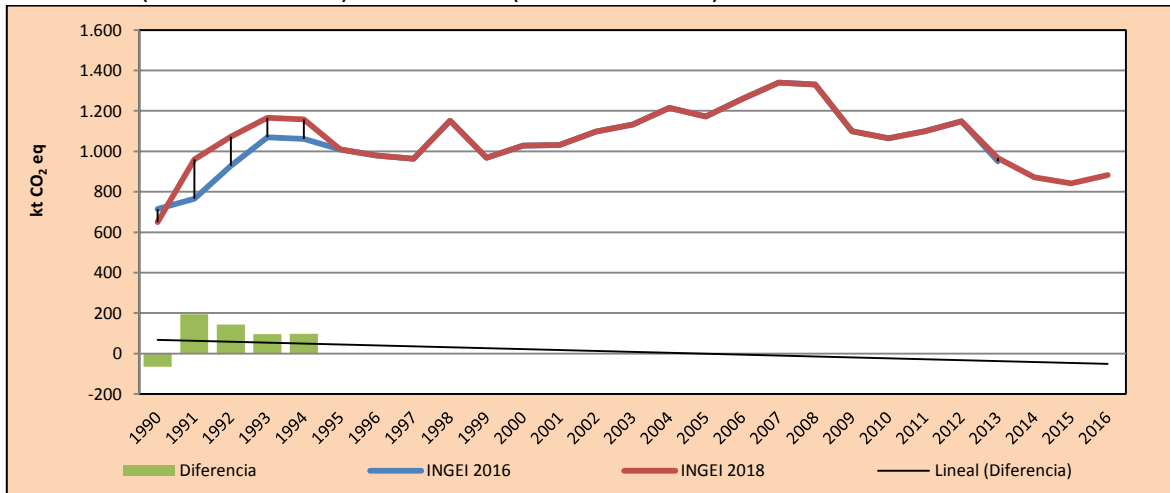
En la Tabla 116 y Figura 70 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de la subcategoría respecto al inventario anterior (INGEI2016) siendo la mayor diferencia de 194,3 kt CO<sub>2</sub> eq en 1991. La diferencia se debe al cambio en la fuente de datos de producción de cemento utilizada para proyectar los valores de producción de clinker para completar la serie, extrapolando los años 1990 a 1994 y 2013 a 2016. Esto se ve reflejado en la Figura 70 observándose una diferencia sólo en los años de la serie en que se usaron datos proyectados.

Tabla 116. 2.A.1. Producción de cemento: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	714,5	1.028,6	1.065,3	950,7			
INGEI2018	650,1	1.028,6	1.065,3	966,4	870,9	841,9	882,0
<b>Diferencia</b>	- 64,4	-	-	15,7			
<b>Diferencia %</b>	-9,9%	0,0%	0,0%	1,6%			

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 70. 2.A.1. Producción de cemento: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

#### 4.2.4.8. Plan de mejoramiento

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de IPPU y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Conformación de mesas de trabajo con las empresas, o asociaciones gremiales, que tengan participación en la subcategoría, para levantar información estadística y paramétrica de primera fuente, y verificar la información oficial del país, especialmente aquella relacionada con el contenido de CaO del clínker y los valores necesarios para mejorar el factor corrector de CKD.
- Oficializar las mesas de trabajo con el sector privado por medio del establecimiento algún convenio de cooperación, en el que se incluyan, además, otros procedimientos referidos a la calidad de los datos entregados.

#### 4.2.5. Producción de cal (2.A.2.)

##### 4.2.5.1. Descripción de la subcategoría

La *Producción de cal* se realiza en una serie de etapas, incluida la extracción de las materias primas, la trituración y el calibrado, la calcinación de las materias primas para producir cal y (si se requiere) la hidratación de la cal para obtener hidróxido de calcio. El óxido de calcio (CaO o cal viva) se forma durante el proceso de calcinación, al calentar la piedra caliza para descomponer los carbonatos. Dicho proceso se hace generalmente en hornos de caña u hornos rotatorios a altas temperaturas, liberándose CO<sub>2</sub>.

En Chile los proveedores tradicionales de cal más importantes son cuatro empresas (*Revista Minería Chilena, 2009*). Sin embargo, existen también empresas que producen gran cantidad de cal para consumo propio. Considerando los diferentes usos de este producto, la industria productora de cal en Chile ha crecido considerablemente en los últimos años, presentando una

recuperación en los niveles de producción desde el 2011 en adelante, en comparación con la gran desaceleración ocurrida entre 2008 y 2010.

#### 4.2.5.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 616,7 kt CO<sub>2</sub> eq, (representando el 38,5 % de las emisiones de la categoría) incrementándose en un 421,7 % desde 1990 y en un 23,6 % desde 2013 (Tabla 111 y Figura 68). La principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la demanda de cal por las diferentes industrias, como la minería, lo que condiciona la producción nacional de cal, que ha ido en un sucesivo aumento.

#### 4.2.5.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de emisiones de la subcategoría *Producción de cal* se aplicó el método Nivel 2 de las *Directrices del IPCC de 2006*, basado en los datos de la producción nacional de cal por tipo. La estimación considera lo siguiente:

Ecuación 11. 2.A.2. Producción de cal: emisiones basadas en los datos de producción nacional de cal, por tipos (Nivel 2)

$$Emisiones\ de\ CO_2 = \sum_i (EF_{cal,i} \cdot M_{l,i} \cdot CF_{lkd,i} \cdot C_{h,i})$$

Fuente: Ecuación 2.6; Capítulo 2; Volumen 3; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- Emisiones de CO<sub>2</sub>: emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la producción de cal, toneladas de CO<sub>2</sub>
- EF<sub>cal,i</sub>: factor de emisión para la cal tipo *i*, toneladas de CO<sub>2</sub>/toneladas de cal
- M<sub>l,i</sub>: producción de cal de tipo *i*, toneladas
- CF<sub>lkd,i</sub>: factor de corrección para las emisiones del polvo de horno de cal (LKD, por sus siglas en inglés) para la cal de tipo *i*, sin dimensión
- C<sub>h,i</sub>: factor corrector para la cal hidratada del tipo de cal *i*, sin dimensión.

#### 4.2.5.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Los datos de actividad de la producción de cal fueron entregados por las grandes empresas productoras. Es importante mencionar que en el país solo se produce cal viva (con fuerte proporción de calcio). En la Tabla 117 se presenta el total de la producción nacional para toda la serie.

Tabla 117. 2.A.2. Producción de cal: producción nacional de cal viva (t), serie 1990-2016

Año	Producción de cal viva (t)
1990	160.201,0
1991	154.010,0
1992	170.819,6
1993	165.345,3
1994	186.968,0
1995	227.581,7
1996	244.862,4



Año	Producción de cal viva (t)
1997	244.136,1
1998	254.581,9
1999	324.329,6
2000	313.039,3
2001	338.450,0
2002	296.530,0
2003	347.497,0
2004	428.916,0
2005	505.657,0
2006	503.189,0
2007	564.205,0
2008	537.355,0
2009	503.054,0
2010	558.918,0
2011	586.770,0
2012	645.973,0
2013	675.940,0
2014	759.871,0
2015	765.463,0
2016	835.745,0

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

#### 4.2.5.3.2. Factores de emisión

El factor de emisión de CO<sub>2</sub> depende de la relación estequiométrica entre el CO<sub>2</sub> y el CaO (SR<sub>CaO</sub>), y del contenido de CaO de la cal. Para la cal viva o cal con fuerte proporción de calcio, el cociente estequiométrico es de 0,785 mientras que el valor por defecto para el contenido de CaO de la cal es de 0,95 (Cuadro 2.4; Capítulo 2; Volumen 3; *Directrices del IPCC de 2006*). Se utilizan estos valores por defecto al no contar con valores país específicos. De acuerdo a lo anterior, el factor de emisión queda calculado por la ecuación siguiente:

Ecuación 12. 2.A.2. Producción de cal: factores de emisión para la producción de cal (Nivel 2)

$$EF_{cal,a} = SR_{CaO} \cdot \text{Contenido CaO}$$

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA con base en Ecuación 2.9; Capítulo 2; Volumen 3; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- EF<sub>cal,a</sub>: factor de emisión para la cal viva, toneladas de CO<sub>2</sub>/toneladas de cal
- SR<sub>CaO</sub>: cociente estequiométrico del CO<sub>2</sub> y CaO, toneladas de CO<sub>2</sub>/toneladas de CaO
- Contenido CaO: proporción de CaO en la cal, toneladas de CaO/toneladas de cal

La Tabla 118 detalla el factor de emisión para la cal viva. Además, incluye los factores correctores para el LKD generado como producto derivado; y para la cal viva “apagada” que se transforma en cal hidratada. Ante la falta de información adicional, ambos factores correctores son por defecto.

Tabla 118. 2.A.2. Producción de cal: valores usados para la estimación del factor de emisión de CO<sub>2</sub> de la producción de cal viva (con fuerte proporción de calcio)

Tipo de cal	Factor corrector para LKD por defecto (*)	Factor corrector para la cal hidratada por defecto (*)	Factor de emisión (t CO <sub>2</sub> /t cal) (**)
Cal viva (con fuerte proporción de calcio)	1,02	0,97	0,75

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA con base en (\*) Sección 2.3.1.3.; Capítulo 2; Volumen 3; *Directrices del IPCC de 2006* (\*\*) Cuadro 2.4; Capítulo 2; Volumen 3; *Directrices del IPCC de 2006*

#### 4.2.5.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de la subcategoría es de  $\pm 36,4\%$ . En general no se cuenta con información nacional de la incertidumbre de los datos de actividad y los factores de emisión, por lo que consideraron las recomendadas por las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 2.3.2.; Capítulo 2; Volumen 3). Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 119.

Tabla 119. 2.A.2. Producción de cal: resumen de la incertidumbre combinada, 2013

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
2.A.2.	Producción de cal	CO <sub>2</sub>	2,0%	2,0%	36,3%	36,3%	36,4%	36,4%

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

Se concluye de la tabla anterior que, a pesar de mejorar el método de estimación, la mayor fuente de incertidumbre corresponde a la relacionada con los factores de emisión por defecto y, por lo tanto, a la ausencia de factores país específico.

#### 4.2.5.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Adicionalmente los valores de la serie temporal fueron revisados y, de acuerdo a lo informado por las empresas, no contiene mayores problemas o vacíos.

#### 4.2.5.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

##### 4.2.5.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de IPPU se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de IPPU. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

- Desarrollo de planillas de información base en la cual se especifican los datos de actividad, factores de emisión, fuentes y supuestos utilizados. Esto permite mantener la información ordenada y documentada para futuras actualizaciones.
- Verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación presentes en las planillas de información base, y el informe para garantizar que, en los archivos, la información es consistente.
- Confirmación de referencias bibliográficas citadas.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Comparación entre las emisiones calculadas en Nivel 1 versus Nivel 2.
- Comparación de las estimaciones actuales con las del ISGEI anterior, de manera de identificar posibles errores de entrada o cálculo. Las divergencias fueron justificadas.

#### 4.2.5.6.2. Garantía de la calidad

Previo a la actualización del sector IPPU, el Equipo Técnico de IPPU ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de IPPU como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo 2018\_SGCC\_2IPPU. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

#### 4.2.5.6.3. Verificación

Se compararon las emisiones resultantes de la aplicación del método Nivel 1 y el método Nivel 2 para la categoría (Tabla 120 y Figura 71), la diferencia porcentual entre ambos métodos no supera el 1,6 %, quedando el Nivel 1 por sobre el Nivel 2. Además, no se observan diferencias significativas en la tendencia de las emisiones.

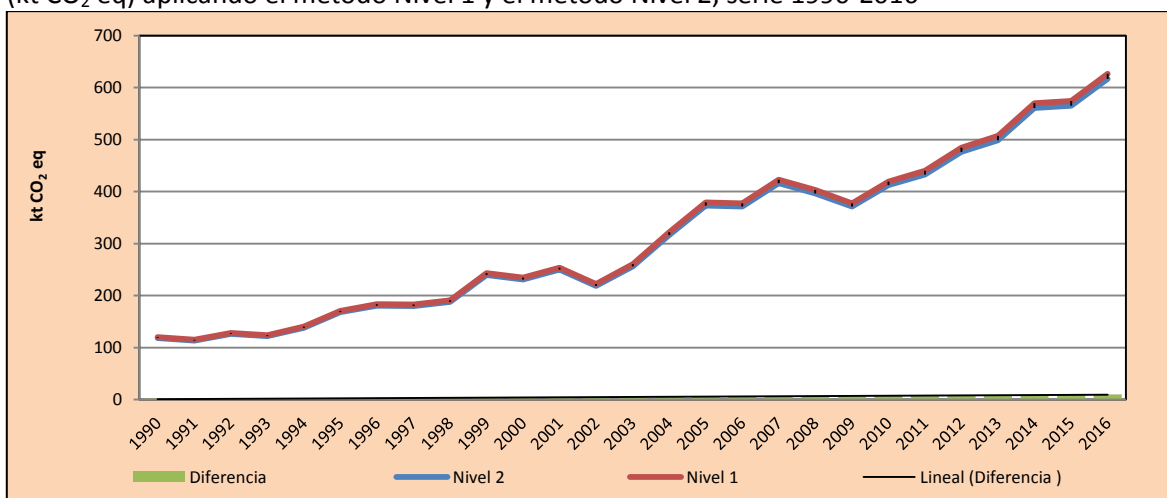
Tabla 120. 2.A.2. Producción de cal: comparación entre la estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) aplicando el método Nivel 2 y el método Nivel 1, serie 1990-2016

Año	Nivel 2	Nivel 1	Diferencia
1990	118,2	120,2	1,9
1991	113,6	115,5	1,9
1992	126,0	128,1	2,1
1993	122,0	124,0	2,0
1994	138,0	140,2	2,3
1995	167,9	170,7	2,8
1996	180,7	183,6	3,0
1997	180,1	183,1	3,0
1998	187,8	190,9	3,1
1999	239,3	243,2	3,9
2000	231,0	234,8	3,8
2001	249,7	253,8	4,1
2002	218,8	222,4	3,6
2003	256,4	260,6	4,2
2004	316,5	321,7	5,2
2005	373,1	379,2	6,1
2006	371,3	377,4	6,1
2007	416,3	423,2	6,9
2008	396,5	403,0	6,5

Año	Nivel 2	Nivel 1	Diferencia
2009	371,2	377,3	6,1
2010	412,4	419,2	6,8
2011	432,9	440,1	7,1
2012	476,6	484,5	7,9
2013	498,7	507,0	8,2
2014	560,7	569,9	9,2
2015	564,8	574,1	9,3
2016	616,7	626,8	10,2

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 71. 2.A.2. Producción de cal: comparación entre la estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) aplicando el método Nivel 1 y el método Nivel 2, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

#### 4.2.5.7. Recálculos

##### 4.2.5.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras

Se refinaron los datos de la producción de cal nacional, teniéndose en consideración que el proceso de calcinación del carbonato de calcio para la producción de cal de consumo interno de la industria de la celulosa y el azúcar incluye la recuperación del CO<sub>2</sub> emitido por este proceso. Eso implicó que, comparativamente, la producción de cal considerada en el presente INGEI fuese menor a la considerada en el INGEI2016.

##### 4.2.5.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión

En la Tabla 116 Figura 70 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de la subcategoría respecto al inventario anterior (INGEI2016), manteniendo una creciente disminución en las emisiones y siendo el año de mayor diferencia el 2013 con un 191,0 % menor, lo que se debe al cambio en los datos de actividad de producción de cal.

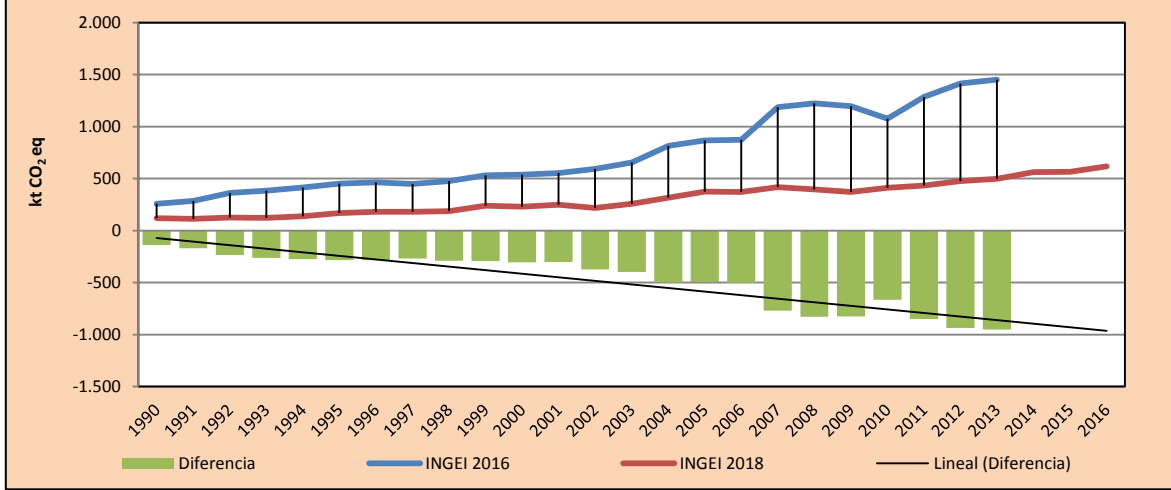
Tabla 121. 2.A.2. Producción de cal: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	256,3	537,9	1.076,4	1.451,3			
INGEI2018	118,2	231,0	412,4	498,7	560,7	564,8	616,7
Diferencia	138,1	307,0	664,0	952,6			

Diferencia %	-116,8%	-132,9%	-161,0%	-191,0%			
--------------	---------	---------	---------	---------	--	--	--

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 72. 2.A.2. Producción de cal: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

#### 4.2.5.8. Plan de mejoramiento

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de IPPU y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Oficializar las mesas de trabajo con el sector privado por medio del establecimiento algún convenio de cooperación, en el que se incluyan, además, otros procedimientos referidos a la calidad de los datos entregados.

#### 4.2.6. Producción de vidrio (2.A.3.)

##### 4.2.6.1. Descripción de la subcategoría

Las principales materias primas del vidrio que emiten CO<sub>2</sub> durante el proceso de fundición son: la piedra caliza (CaCO<sub>3</sub>), la dolomita Ca, Mg(CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> y la ceniza de sosa (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>). Estos materiales, allí donde se extraen como carbonatos minerales para ser utilizados en la industria del vidrio, representan una producción primaria de CO<sub>2</sub> y deben incluirse en las estimaciones de emisiones.

El vidrio producido en el país se usa para fabricar diversos productos, entre estos, botellas, iluminación, recipientes, vajilla e instrumentos de laboratorio, siendo usado también como material de construcción. Considerando los diferentes usos de este producto, la industria ha crecido considerablemente en los últimos años, presentando una recuperación en los niveles de producción desde el 2011 en adelante, en comparación con la gran desaceleración ocurrida entre 2008 y 2010.

#### 4.2.6.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2016, las emisiones de GEI contabilizaron 103,0 kt CO<sub>2</sub> eq (representando el 6,4 % de las emisiones de GEI de la categoría), incrementándose en un 756,5 % desde 1990 y en un 8,9 % desde 2013 (Tabla 111 y Figura 68). La principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la demanda de vidrio tipo recipiente por parte de la industria, efecto ligado al crecimiento económico del país. Esta relación explica el estancamiento de la producción hacia el 2008 y la disminución durante el 2010 debido al terremoto.

#### 4.2.6.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de emisiones de la subcategoría *Producción de vidrio* se utilizó el método Nivel 2 de las *Directrices del IPCC del 2006*, basado en la producción de vidrio y porcentaje de cullet o chatarra de vidrio reciclada por tipo de vidrio, y la aplicación de factor de emisión por defecto. Lo anterior queda representado por la ecuación siguiente:

Ecuación 13. 2.A.3. Producción de vidrio: emisiones basadas en el proceso de fabricación del vidrio (Nivel 2)

$$Emisiones\ de\ CO_2 = \sum_i [M_{g,i} \cdot EF_i \cdot (1 - CR_i)]$$

Fuente: Ecuación 2.11; Capítulo 2; Volumen 3; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- Emisiones de CO<sub>2</sub>: emisiones totales de CO<sub>2</sub> de la producción total nacional de vidrio
- M<sub>g,i</sub>: masa de vidrio fundido de tipo *i*, toneladas
- EF<sub>i</sub>: factor de emisión para la fabricación de vidrio del tipo *i*, toneladas de CO<sub>2</sub>/toneladas de producción de vidrio tipo *i*
- CR<sub>i</sub>: es la proporción de cullet para la fabricación de vidrio tipo *i*, fracción sin dimensión.

##### 4.2.6.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

En el país se producen dos tipos de vidrio: recipiente y flotado. Los datos de actividad de cada tipo se obtuvieron directamente de los grandes fabricantes. Adicionalmente reportaron el porcentaje de cullet anual, el cual fue ponderado para obtener el promedio nacional por tipo de vidrio. La Tabla 122 presenta el total de la producción nacional y el porcentaje de cullet para toda la serie.

Tabla 122. 2.A.3. Producción de vidrio: producción nacional de vidrio (t) por tipo y porcentaje de cullet, serie 1990-2016

Año	Recipiente		Flotado	
	Producción (t)	% de cullet	Producción (t)	% de cullet
1990	55.272,0	39,0%	29.473,8	20,0%
1991	72.788,0	36,9%	29.473,8	20,0%
1992	90.304,0	35,5%	29.473,8	20,0%
1993	107.820,0	34,6%	29.473,8	20,0%
1994	125.336,0	34,0%	29.473,8	20,0%
1995	146.757,0	35,3%	29.473,8	20,0%
1996	188.852,0	34,5%	49.598,0	30,0%
1997	211.939,0	37,0%	89.468,0	25,0%
1998	221.235,0	35,3%	88.001,0	23,0%

Año	Recipiente		Flotado	
	Producción (t)	% de cullet	Producción (t)	% de cullet
1999	216.340,0	34,9%	90.402,0	20,0%
2000	257.734,0	34,2%	97.347,0	16,9%
2001	260.971,0	33,4%	87.319,0	22,0%
2002	281.391,0	33,0%	88.425,0	16,0%
2003	318.293,6	37,8%	95.308,0	14,0%
2004	342.276,3	33,0%	98.048,0	11,5%
2005	354.179,0	34,2%	102.202,0	12,5%
2006	396.068,0	34,8%	103.018,0	10,6%
2007	535.997,7	29,0%	110.095,0	11,3%
2008	535.515,7	29,9%	108.425,0	11,2%
2009	490.290,0	35,8%	100.726,0	11,0%
2010	522.453,8	36,0%	16.727,0	9,0%
2011	512.636,9	33,3%	90.015,3	18,1%
2012	495.210,0	36,3%	101.958,6	13,8%
2013	533.533,1	32,8%	103.497,0	11,2%
2014	537.436,1	32,7%	106.265,0	11,5%
2015	559.172,0	33,6%	104.695,0	14,8%
2016	612.515,0	33,9%	101.372,0	15,5%

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA con base en información de las empresas

#### 4.2.6.3.2. Factores de emisión

El factor de emisión de CO<sub>2</sub> para la producción de vidrio depende del tipo de producción. Ante la falta de factores de emisión país específico, se aplicó el factor de emisión por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 2.6; Capítulo 2; Volumen 3) el cual corresponde a 0,21 kg de CO<sub>2</sub>/kg de vidrio, tanto para el vidrio flotado como para el vidrio recipiente.

#### 4.2.6.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de la subcategoría es  $\pm 12,2\%$ . En general no se cuenta con información nacional de la incertidumbre de los datos de actividad y los factores de emisión, por lo que consideraron las recomendadas por las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 2.4.2.; Capítulo 2; Volumen 3). Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 123.

Tabla 123. 2.A.3. Producción de vidrio: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
2.A.3.	Producción de vidrio	CO <sub>2</sub>	7,1%	7,1%	10,0%	10,0%	12,2%	12,2%

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

Se concluye de la tabla anterior que la mayor fuente de incertidumbre corresponde a la relacionada con los factores de emisión por defecto y, por lo tanto, a la ausencia de factores país específico.

#### **4.2.6.5. Consistencia de la serie temporal**

Para mantener la consistencia de la serie 1990-2016, se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Adicionalmente los valores de la serie fueron revisados y, de acuerdo a lo informado por las empresas, no contiene mayores problemas o vacíos.

#### **4.2.6.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación**

##### **4.2.6.6.1. Control de la calidad**

Durante la actualización del ISGEI de IPPU se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de IPPU. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

- Desarrollo de planillas de información base en la cual se especifican los datos de actividad, factores de emisión, fuentes y supuestos utilizados. Esto permite mantener la información ordenada y documentada para futuras actualizaciones.
- Verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación presentes en las planillas de información base, el informe para garantizar que, en los archivos, la información es consistente.
- Confirmación de referencias bibliográficas citadas.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Chequeos cruzados de la información entregada por las empresas versus la información pública.
- Chequeo con expertos externos al equipo sectorial de las categorías que involucran procesos productos que no ocurren en el país.
- Comparación de las estimaciones actuales con las del ISGEI anterior, de manera de identificar posibles errores de entrada o cálculo. Las divergencias fueron justificadas.

##### **4.2.6.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *IPPU*, el Equipo Técnico de IPPU ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de IPPU como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

##### **4.2.6.6.3. Verificación**

No se realizaron actividades de verificación para esta subcategoría.

##### **4.2.6.7. Recálculos**

No se realizaron recálculos para esta subcategoría.



#### 4.2.6.8. Plan de mejoramiento

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de IPPU y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Conformación de mesas de trabajo con las empresas, o asociaciones gremiales, que tengan participación en las categorías principales de emisiones de GEI del sector, para levantar información estadística y paramétrica de primera fuente, y verificar la información oficial del país.
- Estimar valores de incertidumbre nacionales.
- Oficializar las mesas de trabajo con el sector privado por medio del establecimiento algún convenio de cooperación, en el que se incluyan, además, otros procedimientos referidos a la calidad de los datos entregados.

#### 4.2.7. Otro uso de carbonatos en los procesos (2.A.4.)

Esta subcategoría no fue estimada por falta de datos de actividad.

#### 4.2.8. Otros (2.A.5.)

Esta subcategoría no ocurre en el país.

### 4.3. Industria química (2.B.)

#### 4.3.1. Descripción de la categoría

La categoría *Industria química* incluye las emisiones de GEI que resultan de la producción de varios productos inorgánicos y orgánicos para los cuales la experiencia de varios países ha confirmado que contribuyen significativamente a los niveles de emisión mundial o nacional de GEI. Las subcategorías asociadas son las siguientes:

- 2.B.1. Producción de amoníaco.
- 2.B.2. Producción de ácido nítrico.
- 2.B.3. Producción de ácido adípico.
- 2.B.4. Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico
- 2.B.5. Producción de carburo
- 2.B.6. Producción de dióxido de titanio
- 2.B.7. Producción de ceniza de sosa
- 2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo

En el contexto nacional, esta categoría incluye las emisiones de los procesos productivos siguientes:

- Producción de ácido nítrico
- Producción de metanol, y

- Producción de etileno.

#### 4.3.2. Tendencia de las emisiones de GEI

La categoría *Industria química* es la cuarta categoría emisora de GEI del sector IPPU (10,6 %). En 2016, sus emisiones de GEI contabilizaron 738,3 kt CO<sub>2</sub> eq, disminuyendo en un 22,5 % desde 1990 y en un 3,2 % desde 2013. El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la producción de metanol. Las emisiones de GEI han disminuido desde 2006 por la fuerte caída de la producción de metanol, asociada a la disminución de la oferta de gas natural, principal insumo de la industria. En los últimos años el crecimiento sostenido de la producción de ácido nítrico ha provocado que tenga un papel más protagónico en cuanto a las emisiones de GEI a pesar de las medidas de abatimiento de N<sub>2</sub>O implementadas desde 2007 (Tabla 124 y Figura 73).

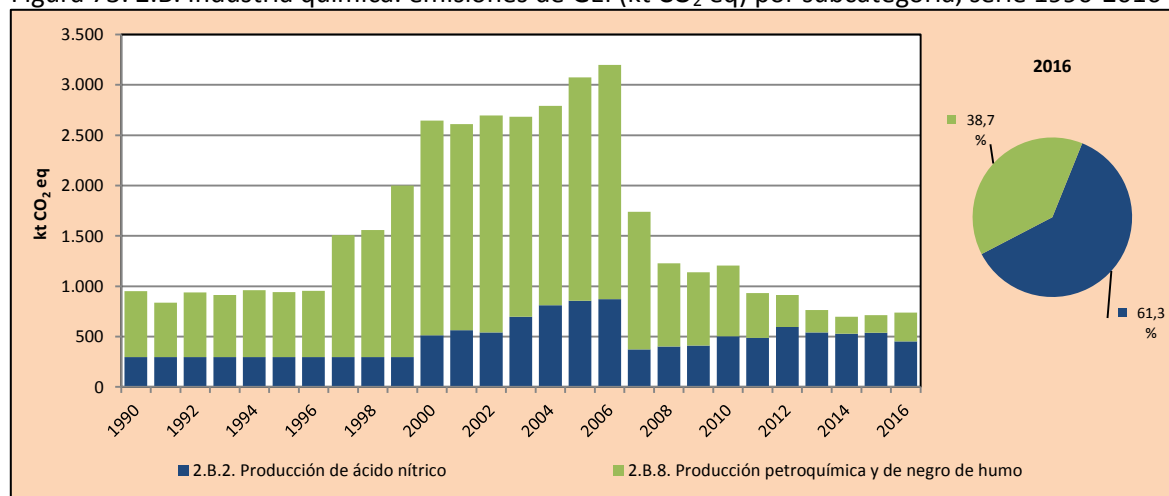
Respecto a las subcategorías (Figura 73), la *Producción de ácido nítrico* es la de mayor relevancia con un 61,3 %, seguida de un 38,7 % de la *Producción petroquímica y de negro de humo*.

Tabla 124. 2.B. Industria química: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016

Subcategoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
2.B.2. Producción de ácido nítrico	295,7	513,3	504,0	541,3	528,2	538,7	452,2
2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo	657,5	2.132,0	702,3	221,5	168,8	173,5	286,1
<b>Total</b>	<b>953,2</b>	<b>2.645,3</b>	<b>1.206,3</b>	<b>762,8</b>	<b>696,9</b>	<b>712,2</b>	<b>738,3</b>

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 73. 2.B. Industria química: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

#### 4.3.3. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de la categoría se aplicó el método Nivel 2 para las emisiones de N<sub>2</sub>O de la subcategoría *Producción de ácido nítrico* y para la subcategoría *Producción petroquímica y de negro de humo* se utilizó Nivel 1, usando datos de actividades del país y factores de emisión por defecto de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006*. De acuerdo a lo reportado por la Asociación Gremial de Industriales Químicos de Chile (ASIQUM A.G.)<sup>24</sup> no existe producción

<sup>24</sup> Recuperado de [http://www.asiquim.com/nwebg/guia\\_quimica2014-16/empreyproduc/empreypro.html](http://www.asiquim.com/nwebg/guia_quimica2014-16/empreyproduc/empreypro.html)

nacional representativa para el resto de las subcategorías. En la Tabla 125 se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 125. 2.B. Industria química: métodos aplicados por subcategoría

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		HFC		PFC		SF <sub>6</sub>	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
2.B. Industria química	T1, NA, NO	D, NA, NO	T1, NA, NO	D, NA, NO	T1, NA, NO	D, NA, NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.1. Producción de amoníaco	NO	NO	NA	NA	NA	NA						
2.B.2. Producción de ácido nítrico	NA	NA	NA	NA	T1	D						
2.B.3. Producción de ácido adípico	NA	NA	NA	NA	NO	NO						
2.B.4. Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico	NA	NA	NA	NA	NO	NO						
2.B.5. Producción de carburo	NO	NO	NO	NO	NA	NA						
2.B.6. Producción de dióxido de titanio	NO	NO	NA	NA	NA	NA						
2.B.7. Producción de ceniza de sosa	NO	NO	NA	NA	NA	NA						
2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo	T1	D	T1	D	NA	NA						
2.B.9. Producción fluoroquímica							NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.10. Otros (especificar)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

El cálculo de las emisiones para las subcategorías en las que se aplicó el método Nivel 1 se realizó a través del *IPCC Inventory Software* versión 2.54.

#### 4.3.4. Producción de amoníaco (2.B.1.)

Esta subcategoría no ocurre en el país.

#### 4.3.5. Producción de ácido nítrico (2.B.2.)

##### 4.3.5.1. Descripción de la subcategoría

El ácido nítrico se emplea en la industria química para la producción de nitratos metálicos, ácido sulfúrico, ácido arsénico y ácido nitroso, entre otros. Además, el ácido nítrico es utilizado para la fabricación de explosivos, fabricación de diversos colorantes y tinturas, productos farmacéuticos, para fotograbado en imprentas, en joyería y en la industria de la ingeniería.

Entre 1990 y 2016, la producción de ácido nítrico en Chile ha mantenido un crecimiento constante, especialmente desde 2010. En Chile existe una única empresa que produce ácido nítrico.

##### 4.3.5.2. Tendencia de las emisiones de GEI

La subcategoría *Producción ácido nítrico* es la principal subcategoría emisora dentro de la categoría *Industria química* representando el 61,3 % de sus emisiones de GEI. En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 452,2 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 52,9 % desde 1990 y disminuyendo en un 16,5 % desde 2013 (Tabla 124 y Figura 73). El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es el crecimiento sostenido de la

producción de ácido nítrico y, por otra parte, la incorporación de sistemas de abatimiento de N<sub>2</sub>O a partir de 2007.

#### 4.3.5.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de las emisiones de N<sub>2</sub>O de la subcategoría *Producción de ácido nítrico* se aplicó el método Nivel 2 de las *Directrices del IPCC de 2006*, basado en la multiplicación de los datos de producción por el factor de emisión por defecto correspondiente. La estimación considera lo siguiente:

Ecuación 14. 2.B.2. Producción de ácido nítrico: emisiones de N<sub>2</sub>O de la producción de ácido nítrico (Nivel 2)

$$Emisiones\ de\ N_2O = \sum_{i,j} EF_i \cdot NAP_i \cdot (1 - DF_j \cdot ASUF_j)$$

Fuente: Ecuación 3.6; Capítulo 3; Volumen; *Directrices del IPCC del 2006*

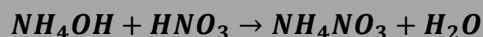
Donde:

- Emisiones de N<sub>2</sub>O: emisiones de la producción de ácido nítrico, kg de N<sub>2</sub>O.
- EF<sub>i</sub>: factor de emisión de la tecnología tipo *i*, kg N<sub>2</sub>O/toneladas de ácido nítrico producido.
- NAP<sub>i</sub>: producción de ácido nítrico de la tecnología tipo *i*, toneladas.
- DF<sub>j</sub>: factor de destrucción para la tecnología de reducción de tipo *j*, fracción.
- ASUF<sub>j</sub>: factor de utilización del sistema de reducción para la tecnología de reducción tipo *j*, fracción.

##### 4.3.5.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Los datos de actividad de la producción de ácido nítrico fueron estimados a partir de la única empresa productora, que facilitó la producción de nitrato de amonio para la serie 1999-2016. El ácido nítrico se utiliza exclusivamente para la producción de nitrato, por lo que la producción de ácido se estimó por la estequiometría de la reacción siguiente.

Ecuación 15. 2.B.2. Producción de ácido nítrico: estequiométrica de la reacción para la producción de nitrato de amonio a partir de ácido nítrico



Para completar el resto de la serie se consideró constante la producción del año 1999, ante la ausencia de mejores datos para extrapolar.

Tabla 126. 2.B.2. Producción de ácido nítrico: datos de actividad (t), serie 1990-2016

Año	Producción (t)
1990	110.267,5
1991	110.267,5
1992	110.267,5
1993	110.267,5
1994	110.267,5
1995	110.267,5
1996	110.267,5
1997	110.267,5

Año	Producción (t)
1998	110.267,5
1999	110.267,5
2000	191.392,9
2001	209.902,1
2002	201.710,8
2003	260.546,4
2004	302.526,8
2005	319.460,7
2006	325.682,9
2007	352.777,2
2008	366.797,0
2009	371.444,0
2010	505.261,4
2011	581.503,5
2012	639.000,2
2013	608.519,1
2014	615.607,7
2015	615.686,5
2016	559.280,0

Nota: valores en rojo es información extrapolada

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

#### 4.3.5.3.2. Factores de emisión

El factor de emisión de N<sub>2</sub>O para la producción de ácido nítrico depende del tipo de proceso productivo. Para el periodo sin sistema de abatimiento se consideró el factor de emisión más alto, de acuerdo a lo recomendado en las *Directrices del IPCC del 2006* (Sección 3.3.2.2; Capítulo 3; Volumen 3), correspondiente a 9 kg de N<sub>2</sub>O/toneladas de ácido nítrico producido, factor correspondiente a plantas de alta presión (Cuadro 3.3; Capítulo 3; Volumen 3). De acuerdo a lo reportado por la empresa productora de ácido nítrico, el sistema de abatimiento es consistente con el factor de 2,5 kg de N<sub>2</sub>O/toneladas de ácido nítrico producido para plantas con destrucción de N<sub>2</sub>O integrada al proceso o al gas de cola.

#### 4.3.5.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de la subcategoría es  $\pm 40,1\%$ . En general, no se cuenta con información nacional de la incertidumbre de los datos de actividad y los factores de emisión, por lo que consideraron las recomendadas por las *Directrices del IPCC del 2006* (Sección 3.3.3.2; Capítulo 3; Volumen 3 para el dato de actividad; y Cuadro 3.3; Capítulo 3; Volumen 3 para el factor de emisión). Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 127.

Tabla 127. 2.B.2. Producción de ácido nítrico: incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
2.B.2.	Producción de ácido nítrico	N <sub>2</sub> O	2,0%	2,0%	40,0%	40,0%	40,1%	40,1%

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

Se concluye de la tabla anterior, la mayor fuente de incertidumbre corresponde a la relacionada con los factores de emisión por defecto y, por lo tanto, a la ausencia de factores país específico.

#### **4.3.5.5. Consistencia de la serie temporal**

Para mantener la consistencia de la serie 1990-2016, se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Los datos de actividad fueron tratados según lo descrito en la sección 4.3.5.3.1. *supra*.

#### **4.3.5.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación**

##### **4.3.5.6.1. Control de la calidad**

Durante la actualización del ISGEI de IPPU se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de IPPU. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

- Desarrollo de planillas de información base en la cual se especifican los datos de actividad, factores de emisión, fuentes y supuestos utilizados. Esto permite mantener la información ordenada y documentada para futuras actualizaciones.
- Verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación presentes en las planillas de información base, el informe, y el software IPCC, para garantizar que, en los tres archivos, la información es consistente.
- Confirmación de referencias bibliográficas citadas.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Elaboración de planilla de cálculo consolidada, en la cual se agrupan las planillas anuales exportadas del software IPCC. En dicha planilla, mediante fórmulas, se realiza la agregación de datos por categoría, por gas de efecto invernadero y por sector IPPU. Se revisaron todas las fórmulas utilizadas, para evitar errores en los cálculos.
- Comparación de las estimaciones actuales con las del ISGEI anterior, de manera de identificar posibles errores de entrada o cálculo.

##### **4.3.5.6.2. Garantía de la calidad**

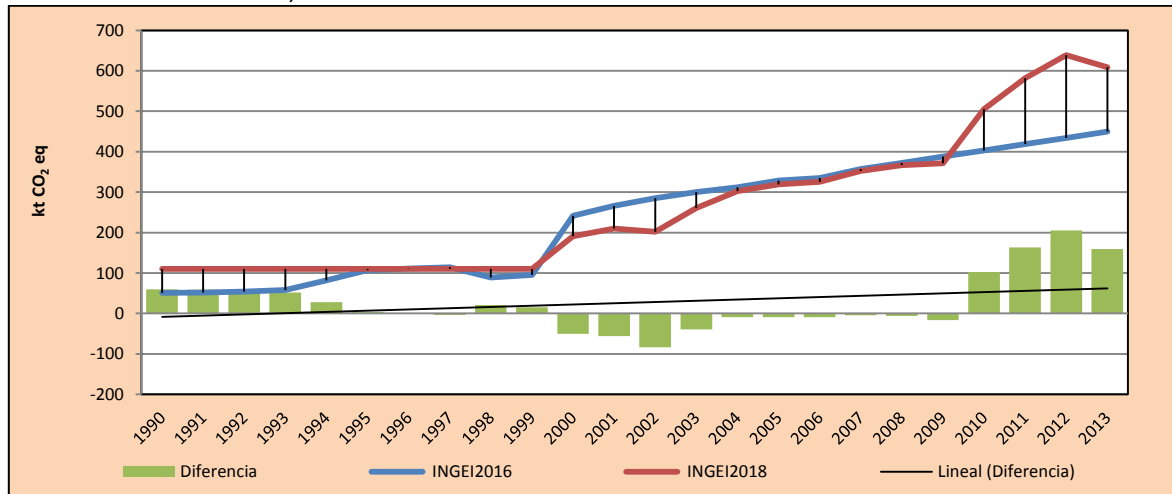
Previo a la actualización del sector IPPU, el Equipo Técnico de IPPU ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de IPPU como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

##### **4.3.5.6.3. Verificación**

Se compararon los nuevos datos de actividad con los utilizados para el INGEI2018. Como se aprecia en la Figura 74, la tendencia de la producción es similar para el periodo 1990-2009. Sin

embargo para el periodo 2010-2013 se aprecia un aumento de la producción considerada. Esto se debe a que los datos de producción utilizados en el inventario anterior fueron extrapolados desde el 2007.

Figura 74. 2.B.2. Producción de ácido nítrico: comparación de Producción Ácido Nítrico (kt) INGEI2018 e INGEI2016, serie 1990-2013



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

#### 4.3.5.7. Recálculos

##### 4.3.5.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras

Se refinaron los datos de la producción de ácido nítrico nacional, teniéndose en consideración la producción de nitrato de amonio. Adicionalmente se consideró la incorporación de medidas de abatimiento del N<sub>2</sub>O a partir del 2007, año de implementación.

##### 4.3.5.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión

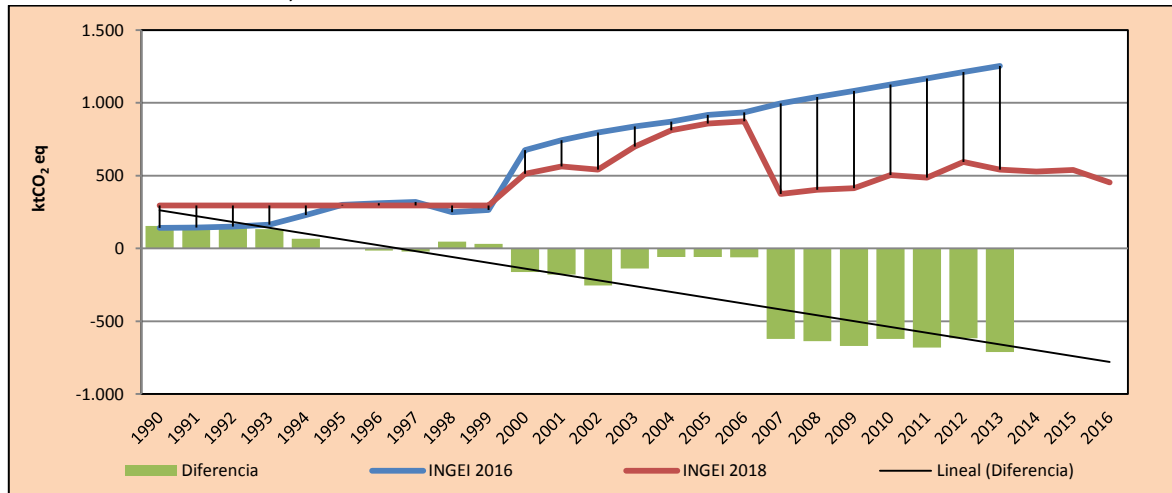
En la Tabla 116 y Figura 70 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de la subcategoría respecto al inventario anterior (INGEI2016). La mayor diferencia se observa desde el 2007 lo que se debe al uso de un factor de emisión menor que considera el abatimiento de N<sub>2</sub>O. Adicionalmente el cambio en la tendencia entre la producción de ácido nítrico y las emisiones de N<sub>2</sub>O para este período se explica porque la tecnología de abatimiento se aplica a una tasa creciente de la producción. Para el resto de la serie la brecha entre las emisiones corresponde a la diferencia entre los datos de actividad utilizados en el INGEI2016 y el INGEI2018 lo que se observa también en la Figura 74.

Tabla 128. 2.B.2. Producción de ácido nítrico: comparación de emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) INGEI2018 e INGEI2016, serie 1990-2016

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	141,2	675,2	1.124,9	1.253,7			
INGEI2018	295,7	513,3	504,0	541,3	528,2	538,7	452,2
Diferencia	154,6	-161,9	-620,9	-712,4			
Diferencia %	52,3%	-31,5%	-123,2%	-131,6%			

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 75. 2.B.2. Producción de ácido nítrico: comparación de emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) INGEI2018 e INGEI2016, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

#### 4.3.5.8. Plan de mejoramiento

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de IPPU y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Oficializar las mesas de trabajo con el sector privado por medio del establecimiento algún convenio de cooperación, en el que se incluyan, además, otros procedimientos referidos a la calidad de los datos entregados y acciones de mitigación.

#### 4.3.6. Producción de ácido adípico (2.B.3.)

Esta subcategoría no ocurre en el país.

#### 4.3.7. Producción de caprolactama glioxil y ácido glioxílico (2.B.4.)

Esta subcategoría no ocurre en el país.

#### 4.3.8. Producción de carburo (2.B.5.)

Esta subcategoría no ocurre en el país.

#### 4.3.9. Producción de dióxido de titanio (2.B.6.)

Esta subcategoría no ocurre en el país.

#### 4.3.10. Producción de ceniza de sosa (2.B.7.)

Esta subcategoría no ocurre en el país.

#### 4.3.11. Producción petroquímica y de negro de humo (2.B.8.)



#### 4.3.11.1. Descripción de la subcategoría

La industria petroquímica utiliza combustibles fósiles o productos de refinerías de petróleo como alimentación a procesos. En Chile, la industria petroquímica incluye a la producción de metanol y la producción de etileno.

Entre 1990 y 2016, la producción petroquímica ha disminuido, atribuyéndose a la baja oferta de gas natural, principal insumo para la producción de metanol. Situación similar ocurre para la producción de etileno, cuya disminución se explica por el cierre de plantas a partir de mayo de 2014<sup>25</sup>.

#### 4.3.11.2. Tendencia de las emisiones de GEI

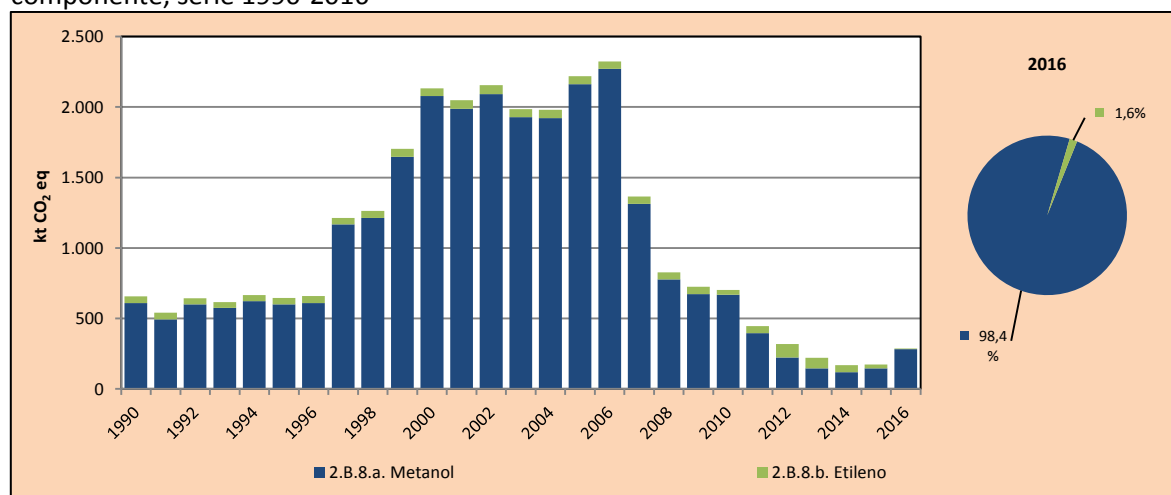
En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 286,1 kt CO<sub>2</sub> eq (representando el 38,7 % de las emisiones de GEI de la categoría), disminuyendo en un 56,5 % desde 1990 y aumentando en un 29,1 % desde 2013 (Tabla 124 y Figura 73). El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la producción de metanol, que representa el 98,4 % de las emisiones de la subcategoría al 2016 (Tabla 129 y Figura 76). Las variaciones interanuales observadas en la componente metanol se deben principalmente a la caída del abastecimiento de gas natural por parte de Argentina (*Reporte Anual de Methanex 2012*)<sup>26</sup>.

Tabla 129. 2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
2.B.8.a. Metanol	609,5	2.077,9	667,6	145,4	118,0	145,5	281,6
2.B.8.b. Etileno	48,0	54,1	34,7	76,1	50,8	27,9	4,5
<b>Total</b>	<b>657,5</b>	<b>2.132,0</b>	<b>702,3</b>	<b>221,5</b>	<b>168,8</b>	<b>173,5</b>	<b>286,1</b>

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 76. 2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016



<sup>25</sup> Recuperado de <https://resumen.cl/articulos/planta-de-etileno-de-enap-y-petrodow-cerraran-el-15-de-mayo/>

<sup>26</sup> Recuperado de <http://www.methanex.cl/noticias/2013/noticia0313a.pdf>

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

#### 4.3.11.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de emisiones de la subcategoría *Producción petroquímica y de negro de humo* se aplicó el método Nivel 1 de las *Directrices del IPCC del 2006* basada en la multiplicación de los datos de la actividad productiva de cada componente por el factor de emisión correspondiente.

##### **Metanol (2.B.8.a.)**

Para la estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> debido a la producción de metanol se aplicó el método de Nivel 1 de las *Directrices del IPCC del 2006*. La estimación considera lo siguiente:

Ecuación 16. 2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo: cálculo de la emisión de CO<sub>2</sub> de la producción de metanol (Nivel 1)

$$Emisiones\ de\ CO_2 = FE_{CO_2} \cdot PM \cdot GAF / 100$$

Fuente: Ecuación 3.15; Capítulo 3; Volumen 3; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- Emisiones de CO<sub>2</sub>: emisiones de CO<sub>2</sub> de la producción de metanol, toneladas.
- FE<sub>CO<sub>2</sub></sub>: factor de emisión de CO<sub>2</sub> para la producción de metanol, toneladas de CO<sub>2</sub>/toneladas de metanol producido.
- PM: producción de metanol, toneladas.
- GAF: factor de ajuste geográfico.

Es importante notar el factor de ajuste geográfico (GAF) que da cuenta de la variabilidad regional de la eficiencia de los fraccionadores al vapor no se considera para la producción de metanol, ya que solo es aplicable a la producción de etileno, de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 3.9.2.2.; Capítulo 3; Volumen 3).

Para la estimación de emisiones de CH<sub>4</sub> debido a la producción de metanol se aplicó el método de Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006*. Ante la falta de información desagregada, se consideran las emisiones en su totalidad, usando un único factor de emisión por defecto de acuerdo a las recomendaciones de las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 3.9.2.2.; Capítulo 3; Volumen 3). Lo anterior se representa en la ecuación siguiente:

Ecuación 17. 2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo: estimación de emisiones de CH<sub>4</sub> de la producción de metanol (Nivel 1)

$$Emisiones\ de\ CH_4 = FE_{CH_4} \cdot PM$$

Fuente: Ecuaciones 3.23 y 3.24, y Sección 3.9.2.2; Capítulo 3; Volumen 3; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- Emisiones de CH<sub>4</sub>: emisiones de CH<sub>4</sub> de la producción de metanol, toneladas.
- FE<sub>CH<sub>4</sub></sub>: factor de emisión de CH<sub>4</sub> para la producción de metanol, toneladas de CH<sub>4</sub>/toneladas de metanol producido.
- PM: producción de metanol, toneladas.

**Etileno (2.B.8.b.)**

Para la estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> debido a la producción de etileno se aplicó el método de Nivel 1 de las *Directrices del IPCC del 2006*. La estimación considera lo siguiente:

Ecuación 18. 2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo: estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> de la producción de etileno (Nivel 1)

$$Emisiones\ de\ CO_2 = FE_{CO_2} \cdot PE \cdot GAF / 100$$

Fuente: Ecuación 3.15; Capítulo 3; Volumen 3; *Directrices del IPCC del 2006*

Donde:

- Emisiones de CO<sub>2</sub>: emisiones de CO<sub>2</sub> de la producción de etileno, toneladas.
- FE<sub>CO<sub>2</sub></sub>: factor de emisión de CO<sub>2</sub> para la producción de etileno, toneladas de CO<sub>2</sub>/toneladas de etileno producido.
- PE: producción de etileno, toneladas.
- GAF: factor de ajuste geográfico.

Para la estimación de emisiones de CH<sub>4</sub> debido a la producción de etileno se aplicó el método de Nivel 1 de las *Directrices del IPCC del 2006*. Ante la falta mejor información, se consideran las emisiones en su totalidad, usando un único factor de emisión por defecto de acuerdo a las recomendaciones de las *Directrices del IPCC del 2006* (Sección 3.9.2.2.; Capítulo 3; Volumen 3). Lo anterior se representa en la ecuación siguiente:

Ecuación 19. 2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo: estimación de emisiones de CH<sub>4</sub> de la producción de etileno (Nivel 1)

$$Emisiones\ de\ CH_4 = FE_{CH_4} \cdot PE$$

Fuente: Ecuaciones 3.23 y 3.24, y Sección 3.9.2.2; Capítulo 3; Volumen 3; *Directrices del IPCC del 2006*

Donde:

- Emisiones de CH<sub>4</sub>: emisiones de CH<sub>4</sub> de la producción de etileno, toneladas.
- FE<sub>CH<sub>4</sub></sub>: factor de emisión de CH<sub>4</sub> para la producción de etileno, toneladas de CH<sub>4</sub>/toneladas de etileno producido.
- PE: producción de etileno, toneladas.

**4.3.11.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos**

Los datos de actividad de la producción de metanol y de etileno fueron obtenidos del Balance Nacional de Energía (BNE), elaborado por el Ministerio de Energía. Se consideraron los valores en unidades energéticas (Tcal) los que fueron llevados a unidades másicas por el equipo técnico del sector IPPU.

Los poderes caloríficos consideraron fueron los siguientes:

Tabla 130. 2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo: Poderes caloríficos del BNE

Poder calorífico superior	Valor	Unidad
Metanol	5.518,2	kcal/kg
Etileno	12.020,0	kcal/kg

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA en base al BNE elaborado por el Ministerio de Energía

En el caso de la producción de metanol, el valor para el año 1996 debió ser corregido por escaparse de la tendencia. Para la producción de etileno no se contaron con los valores actualizados para los años 1990, 2014 y 2015, por lo que debieron ser interpolados. Los resultados de esto se muestran en la Tabla 131.

Tabla 131. 2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo: datos de actividad, serie 1990-2016

Año	Metanol (t)	Etileno (t)
1990	837.768,0	40.171,9
1991	679.746,4	38.327,8
1992	823.995,5	36.356,1
1993	791.557,6	34.575,7
1994	857.339,5	35.357,7
1995	824.901,6	38.851,9
1996	836.680,7	41.763,7
1997	1.603.773,9	37.936,8
1998	1.667.562,4	42.204,7
1999	2.265.036,2	46.921,8
2000	2.856.167,3	45.291,2
2001	2.730.946,1	50.748,8
2002	2.876.101,2	52.262,9
2003	2.651.391,7	46.447,6
2004	2.640.623,6	48.934,9
2005	2.970.882,1	47.706,0
2006	3.121.306,4	44.225,0
2007	1.806.164,9	43.452,7
2008	1.067.039,9	42.755,4
2009	923.859,6	44.255,2
2010	917.621,5	29.029,6
2011	543.269,3	42.498,6
2012	307.734,0	79.206,0
2013	199.928,2	63.662,7
2014	162.159,0	42.497,4
2015	200.045,9	23.376,4
2016	387.087,6	3.744,4

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

#### 4.3.11.3.2. Factores de emisión

Los factores de emisión para la producción de metanol dependen del tipo de proceso. Se consideró un proceso de reformado al vapor convencional sin unidad de reformado primaria, de acuerdo a lo recomendado por las *Directrices del IPCC del 2006* (Cuadro 3.11; Capítulo 3; Volumen 3) cuando no se cuenta con información adicional (Tabla 132).

Tabla 132. 2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo: Factores de emisión para la componente Metanol

Factor	Valor	Unidad
Factor de emisión de CO <sub>2</sub>	0,67	t CO <sub>2</sub> /t metanol
Factor de emisión de CH <sub>4</sub>	2,30	kg de CH <sub>4</sub> /t metanol

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA con base en (\*) Cuadro 3.12; Capítulo 3; Volumen 3; *Directrices del IPCC del 2006* (\*\*) Sección 3.9.2.2.; Capítulo 3; Volumen 3; *Directrices del IPCC del 2006*.

Los factores de emisión para la producción de etileno dependen del tipo de proceso. Para seleccionar los factores, se consideró un proceso de escisión al vapor, siendo el etano la sustancia de alimentación, de acuerdo a lo recomendado por las *Directrices del IPCC del 2006* (Cuadro 3.11; Capítulo 3; Volumen 3) cuando no se cuenta con información adicional (Tabla 133).

Tabla 133. 2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo: Factores de emisión para la componente Etileno

Factor	Valor	Unidad
Factor de emisión de CO <sub>2</sub>	0,95	t CO <sub>2</sub> /t etileno
Factor de emisión de CH <sub>4</sub>	6,00	kg CH <sub>4</sub> /t etileno
Factor de ajuste geográfico	110 %	

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA con base en (\*) Cuadro 3.14; Capítulo 3; Volumen 3; *Directrices del IPCC del 2006* (\*\*) Cuadro 3.16; Capítulo 3; Volumen 3; *Directrices del IPCC del 2006* (\*\*\*) Cuadro 3.14; Capítulo 3; Volumen 3; *Directrices del IPCC del 2006*.

#### 4.3.11.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de la subcategoría es de -27,9 % y +27,3 %. La incertidumbre de los datos de actividad fue entregada por el equipo elaborador del BNE. No se cuenta con información nacional de la incertidumbre de los factores de emisión, por lo que consideraron las recomendadas por las *Directrices del IPCC del 2006* (Cuadro 3.27; Capítulo 3; Volumen 3). Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada por componente se presenta en la Tabla 134.

Tabla 134. 2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo: incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
2.B.8.a.	Metanol	CH <sub>4</sub>	1,0%	1,0%	80,0%	30,0%	80,0%	30,0%
2.B.8.a.	Metanol	CO <sub>2</sub>	1,0%	1,0%	30,0%	30,0%	30,0%	30,0%
2.B.8.b.	Etileno	CH <sub>4</sub>	1,0%	1,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%
2.B.8.b.	Etileno	CO <sub>2</sub>	1,0%	1,0%	31,6%	31,6%	31,6%	31,6%

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

Se concluye de la tabla anterior que, a pesar de mejorar el método de estimación, la mayor fuente de incertidumbre corresponde a la relacionada con los factores de emisión por defecto y, por lo tanto, a la ausencia de factores país específico.

#### 4.3.11.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos.

#### **4.3.11.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación**

##### **4.3.11.6.1. Control de la calidad**

Durante la actualización del ISGEI de IPPU se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de IPPU. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

- Desarrollo de planillas de información base en la cual se especifican los datos de actividad, factores de emisión, fuentes y supuestos utilizados. Esto permite mantener la información ordenada y documentada para futuras actualizaciones.
- Verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación presentes en las planillas de información base, el informe, y el software IPCC, para garantizar que, en los tres archivos, la información es consistente.
- Confirmación de referencias bibliográficas citadas.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Elaboración de planilla de cálculo consolidada, en la cual se agrupan las planillas anuales exportadas del software IPCC. En dicha planilla, mediante fórmulas, se realiza la agregación de datos por categoría, por gas de efecto invernadero y por sector IPPU. Se revisaron todas las fórmulas utilizadas, para evitar errores en los cálculos.
- Comparación de las estimaciones actuales con las del ISGEI anterior, de manera de identificar posibles errores de entrada o cálculo.

##### **4.3.11.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *IPPU*, el Equipo Técnico de IPPU ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de IPPU como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

##### **4.3.11.6.3. Verificación**

No se realizaron actividades de verificación.

#### **4.3.11.7. Recálculos**

##### **4.3.11.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras**

De acuerdo a conversaciones con el equipo técnico del sector Energía se determinó que era mejor la información de producción reportada en unidades energéticas que la reportada en unidades másicas. Esto conllevó a un aumento en los valores de producción con respecto al ejercicio anterior. A estos cambios se suman los ajustes efectuados al BNE para la serie 2010-2015.

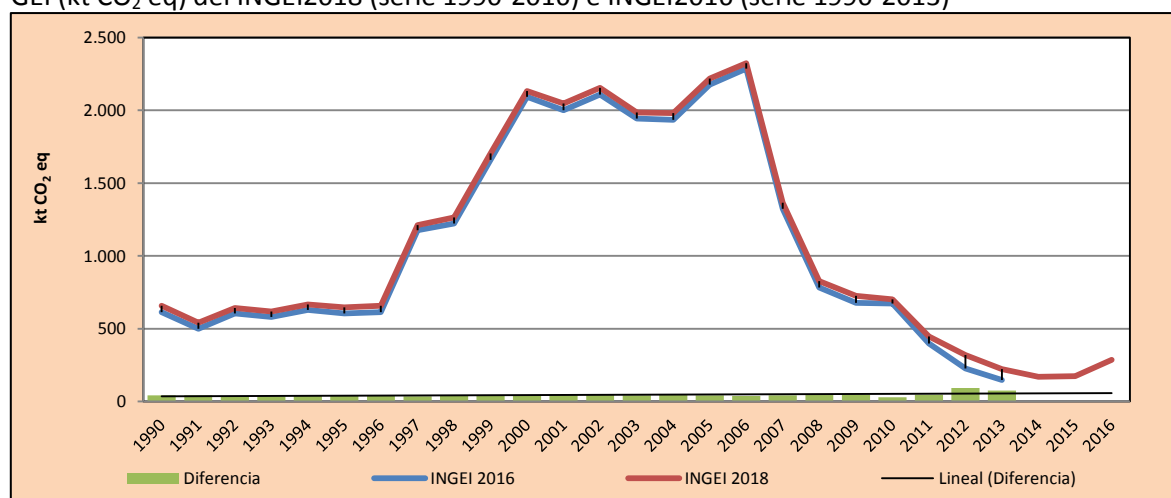
##### **4.3.11.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión**

En la Tabla 135 y Figura 77 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de la subcategoría respecto al inventario anterior (INGEI2016). La diferencia se debe a cambios en los datos de actividad utilizados. Esto generó una disminución de las emisiones de GEI de la subcategoría en un promedio de 45,1 kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1990-2013.

Tabla 135. 2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	614,3	2.092,8	672,7	147,2			
INGEI2018	657,5	2.132,0	702,3	221,5	168,8	173,5	286,1
<b>Diferencia</b>	<b>43,2</b>	<b>39,1</b>	<b>29,6</b>	<b>74,3</b>			
<b>Diferencia %</b>	<b>6,6%</b>	<b>1,8%</b>	<b>4,2%</b>	<b>33,5%</b>			

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 77. 2.B.8. Producción petroquímica y de negro de humo: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

#### 4.3.11.8. Plan de mejoramiento

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de IPPU y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Conformación de mesa de trabajo con la empresa Methanex, única empresa productora de metanol, para levantar información estadística y paramétrica de primera fuente, y verificar la información oficial. Incluir a otros interesados como ENAP y la SEREMI de la región de Magallanes.
- Trabajo coordinado con equipo del sector *Energía* quienes utilizan el BNE, ante cambios en los datos de actividad y las unidades de presentación de estos. Se tendrá especial cuidado de revisar la información necesaria para la componente *Etileno*.
- Oficializar las mesas de trabajo con el sector privado por medio del establecimiento algún convenio de cooperación, en el que se incluyan, además, otros procedimientos referidos a la calidad de los datos entregados.

#### 4.3.12. Producción fluoroquímica (2.B.9.)

Esta subcategoría no ocurre en el país.

#### 4.3.13. Otros (2.B.10.)

Esta subcategoría no ocurre en el país.

#### 4.4. Industria de los metales (2.C.)

##### 4.4.1. Descripción de la categoría

La categoría *Industria de los metales* incluye las emisiones de GEI relacionadas que resultan de la producción de metales. Las subcategorías asociadas son las siguientes:

- 2.C.1. Producción de hierro y acero
- 2.C.2. Producción de ferroaleaciones
- 2.C.3. Producción de aluminio
- 2.C.4. Producción de magnesio
- 2.C.5. Producción de plomo
- 2.C.6. Producción de cinc

En el contexto nacional, esta categoría incluye las emisiones de los procesos productivos siguientes:

- Producción de hierro y acero
- Producción de ferroaleaciones

##### 4.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI

La categoría *Industria de los metales* es la tercera categoría emisora de GEI del sector IPPU (19,1 %). En 2016, sus emisiones de GEI contabilizaron 1.327,6 kt CO<sub>2</sub> eq, disminuyendo en un 6,9 % desde 1990 y en un 15,8 % desde 2013. El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la industria del hierro y el acero, dado que la participación e influencia de la industria de las ferroaleaciones, a pesar de ser desconocida se estima que es baja. A partir de 2008 se observa una fuerte disminución de la actividad del hierro y el acero debido a la crisis económica que se agudiza en 2010. En 2011 se registra un aumento en esta actividad, que luego va nuevamente hacia la baja en los últimos cinco años de la serie, lo que evidencia la alta fluctuación de estos mercados<sup>27</sup> (Tabla 136 y Figura 78).

Respecto a las subcategorías (Figura 78), la *Producción de hierro y acero* es la de mayor relevancia con prácticamente el 100,0 % de las emisiones de GEI. A partir de 2014 las emisiones de ferroaleaciones no son estimadas.

Tabla 136. 2.C. Industria de los metales: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016

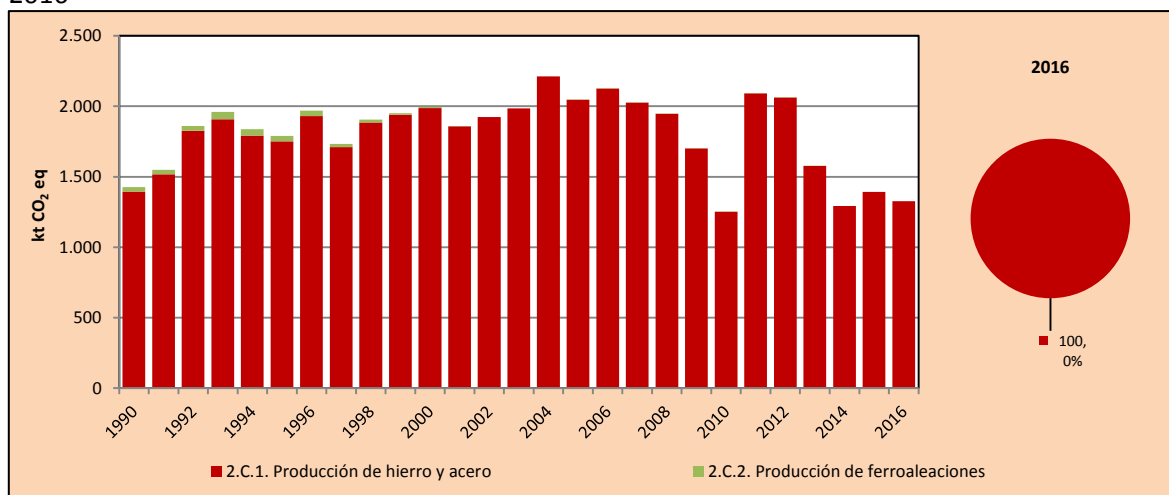
Subcategoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
2.C.1. Producción de hierro y acero	1.393,7	1.986,9	1.251,2	1.577,4	1.293,2	1.392,9	1.327,6
2.C.2. Producción de ferroaleaciones	31,7	8,5	0,2	0,1	NE	NE	NE
<b>Total</b>	<b>1.425,4</b>	<b>1.995,4</b>	<b>1.251,4</b>	<b>1.577,4</b>	<b>1.293,2</b>	<b>1.392,9</b>	<b>1.327,6</b>

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

<sup>27</sup> [https://www.cochilco.cl/Mercado de Metales/Mercado internacional del hierro y el acero\\_VF.pdf](https://www.cochilco.cl/Mercado de Metales/Mercado internacional del hierro y el acero_VF.pdf)



Figura 78. 2.C. Industria de los metales: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

#### 4.4.3. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de la categoría se utilizaron los métodos de Nivel 1 y 2, usando datos de actividades país específicos desagregados y factores de emisión por defecto de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006*. De acuerdo a lo conversado con la Asociación Chilena de Industrias metalúrgicas y metalmeccánicas (ASIMET), no se registran actividades para el resto de las subcategorías. A partir de 2014, las emisiones de ferroaleaciones no son estimadas por ausencia de datos de actividad. En la Tabla 137 se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 137. 2.C. Industria de los metales: métodos aplicados por subcategoría

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		HFC		PFC		SF <sub>6</sub>	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
2.C. Industria de los metales	T1, T2, NO	D, CS, NO	IE, NO	IE, NO					NO	NO	NO	NO
2.C.1. Producción de hierro y acero	T2	D, CS	IE	IE								
2.C.2. Producción de ferroaleaciones	T1	D	NO	NO								
2.C.3. Producción de aluminio	NO	NO							NO	NO		
2.C.4. Producción de magnesio	NO	NO									NO	NO
2.C.5. Producción de plomo	NO	NO										
2.C.6. Producción de cinc	NO	NO										
2.C.7. Otros (especificar)												

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

El cálculo de las emisiones para la subcategoría *Producción de ferroaleaciones*, en la que se aplicó el método Nivel 1, se realizó a través del *IPCC Inventory Software* versión 2.54. En el caso de la subcategoría *Producción de hierro y acero* se utilizaron planillas Excel para llevar a cabo la estimación con Nivel 2.

#### 4.4.4. Producción de hierro y acero (2.C.1.)

##### 4.4.4.1. Descripción de la subcategoría

El hierro es el metal más producido en tonelaje, acaparando un 95 % de la producción mundial de todos los metales. Tiene grandes aplicaciones en productos siderúrgicos, utilizándolo como elemento matriz para alojar otros elementos de aleación, tanto metálicos como no metálicos, que confieren distintas propiedades al material.

Entre 1990 y 2016, la producción de hierro en Chile se ha mantenido constante, con variaciones que provienen principalmente por la demanda de la producción de acero. Por su parte, la producción de acero -que se realiza mediante hornos básicos de oxígeno (BOF, por sus siglas en inglés) y hornos de acero eléctrico (EAF, por sus siglas en inglés)-, se mantuvo en alza hasta el 2007, en donde comienza con un periodo de inestabilidad hacia la baja. Esta situación se condice con el estancamiento y debilitamiento del consumo de acero a nivel internacional presentado desde 2013<sup>28</sup>. Adicionalmente el terremoto ocurrido en 2010 y el posterior período de reconstrucción tuvieron un efecto positivo en la producción de acero.

##### 4.4.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI

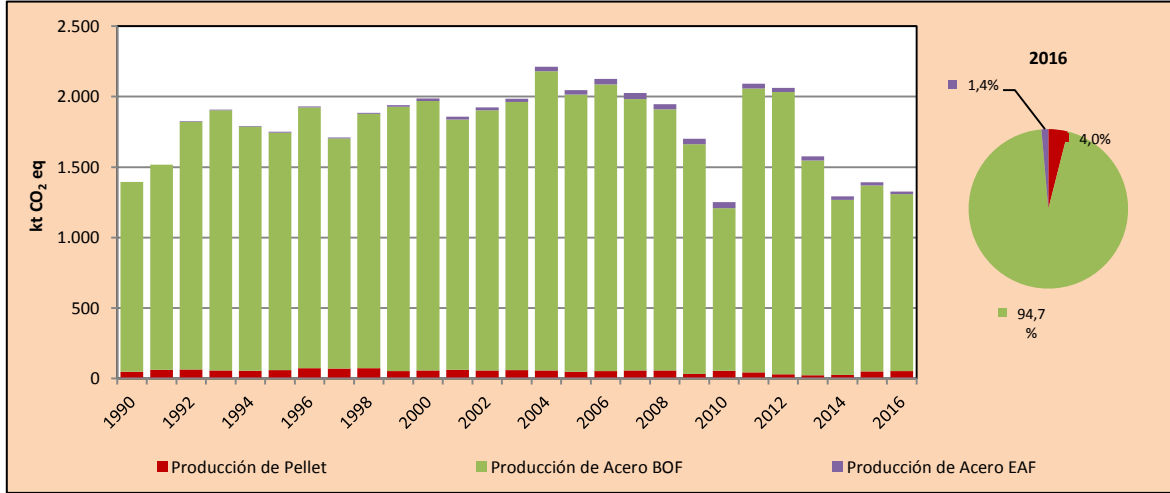
En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 1.327,6 kt CO<sub>2</sub> eq disminuyendo en un 4,7 % desde 1990 y en un 15,8 % desde 2013 (Tabla 136 y Figura 78). El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales son las emisiones asociadas a la producción de acero de BOF, que alcanza un 94,7 % de las emisiones de GEI totales de la subcategoría (Tabla 138 y Figura 79). Es importante mencionar que el 2010 hay una disminución de las emisiones producto de las dificultades de la industria ubicadas en el sur del país luego del terremoto ocurrido en febrero de ese año, efecto que se suma a la crisis internacional.

Tabla 138. 2.C.1. Producción de hierro y acero: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Producción de Pellet	48,3	57,4	54,6	23,4	25,6	51,2	52,5
Producción de Acero BOF	1.345,4	1.911,3	1.155,2	1.524,3	1.241,2	1.319,3	1.256,6
Producción de Acero EAF	0,0	18,2	41,4	29,7	26,5	22,4	18,5
<b>Total</b>	<b>1.393,7</b>	<b>1.986,9</b>	<b>1.251,2</b>	<b>1.577,4</b>	<b>1.293,2</b>	<b>1.392,9</b>	<b>1.327,6</b>

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 79. 2.C.1. Producción de hierro y acero: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

#### 4.4.4.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de emisiones de la subcategoría *Producción de hierro y acero* se aplicó el método Nivel 2 de las *Directrices del IPCC de 2006*, basado en los datos del uso de las diferentes materias primas y la producción nacional de hierro y acero por tipo de proceso. El método es un balance de masa del carbono contenido en las materias primas y el contenido en los productos de salida (pellet de hierro y acero). El carbono restante es llevado a CO<sub>2</sub> en base a la estequiometría correspondiente. La estimación considera lo siguiente:

Ecuación 20. 2.C.1. Producción de hierro y acero: estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la producción de hierro y acero (Nivel 2)

$$E_{CO_2} = \left[ PC * C_{PC} + \sum_a (COB_a * C_a) + CI * C_{CI} + L * C_L + D * C_D + CE * C_{CE} + \sum_b (O_b * C_b) + COG * C_{COG} - S * C_S - IP * C_{IP} - BG * C_{BG} \right] * \frac{44}{12}$$

Fuente: Ecuación 4.9; Capítulo 4; Volumen 3; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- E<sub>CO2</sub>: emisiones totales de CO<sub>2</sub> de la industria del hierro y acero, toneladas.
- PC: cantidad de coque consumido en la producción de hierro y acero (excluida la producción de sinterizado), toneladas
- COB<sub>a</sub>: cantidad de producto derivado *a* de horno de coque local consumido en alto horno, toneladas.
- CI: cantidad de carbon inyectado directamente al alto horno, toneladas.
- L: cantidad de piedra caliza consumida en la producción de hierro y acero, toneladas.
- D: cantidad de dolomita consumida en la producción de hierro y acero, toneladas.
- CE: cantidad de electrodos de carbono consumidos en los EAF, toneladas.
- O<sub>b</sub>: cantidad de otro carbonáceo y material de proceso *b*, consumido en la producción de hierro y acero, toneladas.

- COG: cantidad de gas de horno de coque transferido fuera de la instalación, Gcal.
- S: cantidad de acero producido, toneladas.
- IP: cantidad de producción de hierro no convertido en acero, toneladas.
- BG: cantidad de gas de alto horno transferido fuera de la instalación, Gcal.
- C<sub>x</sub>: contenido de carbono del material de entrada o salida x, toneladas de C/unidad del material x.

Es importante mencionar que para el caso del acero producido, se debió distinguir entre el acero BOF y el EAF dado que su contenido de carbono es distinto. No existe producción de acero por medio de hornos de reverbero (OHF, por sus siglas en inglés).

#### 4.4.4.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Los datos de consumo y producción de hierro y acero BOF se obtuvieron por parte de la empresa Compañía de Acero del Pacífico (CAP) para toda la serie temporal. Los datos de consumo y producción de acero EAF fueron entregados por Gerdau Aza, a partir de 1995. Dado que se tiene conocimiento de que la producción de acero EAF de Gerdau Aza comenzó en 1992<sup>29</sup>, tanto la producción como los consumos de materias primas para 1992-1994 fueron estimados a partir de una extrapolación lineal de los datos de 1995-1997.

Los valores del contenido de carbono de las materias primas y los productos fueron entregados en su mayoría por las empresas. Para los contenidos de carbono no entregados por las empresas se consideró el valor por defecto de las *Directrices del IPCC del 2006*. Estos valores junto a las cantidades se encuentran en el ANEXO 07.01.

#### 4.4.4.3.2. Factores de emisión

El método de Nivel 2 no considera factores de emisión, puesto que es un balance de masa del carbono entre las materias primas y los productos de salida.

#### 4.4.4.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de la subcategoría es de  $\pm 11,2\%$ . En general no se cuenta con información nacional de la incertidumbre de los datos de actividad y paramétricos, por lo que consideraron las recomendadas en las *Directrices del IPCC del 2006* (Sección 4.2.3.; Capítulo 4; Volumen 3). Es importante notar que para la incertidumbre de los datos de actividad se consideró la recomendada para datos de actividad derivados por compañía. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 139.

Tabla 139. 2.C.1. Producción de hierro y acero: incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
2.C.1.	Producción de hierro y acero	CO <sub>2</sub>	5,0%	5,0%	10,0%	10,0%	11,2%	11,2%

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA con base en Cuadro 4.4; Capítulo 4; Volumen 3; *Directrices del IPCC 2006*

<sup>29</sup> Recuperado de <http://www.cochilco.cl/estudios/info-hierro.asp>

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

Se concluye de la tabla anterior que la mayor fuente de incertidumbre corresponde a la relacionada con los contenidos de carbono de las materias primas, que para efectos de cálculo son presentados en la columna de factores de emisión, y, por lo tanto, a la ausencia de valores país específico.

#### **4.4.4.5. Consistencia de la serie temporal**

Para mantener la consistencia de la serie 1990-2016 se usó la misma fuente de datos de actividad tanto estadísticos como paramétricos. Los datos de producción entregados por las empresas son consistentes para toda la serie salvo para 1992 al 1994 en el caso de la producción de acero EAF. El vacío de datos fue arreglado por medio de una extrapolación lineal de los datos de producción EAF con base en los datos de 1995 a 1997.

#### **4.4.4.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación**

##### **4.4.4.6.1. Control de la calidad**

Durante la actualización del ISGEI de IPPU se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de IPPU. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

- Desarrollo de planillas de información base en la cual se especifican los datos de actividad, factores de emisión, fuentes y supuestos utilizados. Esto permite mantener la información ordenada y documentada para futuras actualizaciones.
- Confirmación de referencias bibliográficas citadas.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Se revisaron todas las fórmulas utilizadas, para evitar errores en los cálculos.
- Comparación de las estimaciones actuales con las del ISGEI anterior, de manera de identificar posibles errores de entrada o cálculo. Las divergencias fueron justificadas.

##### **4.4.4.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *IPPU*, el Equipo Técnico de IPPU ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de IPPU como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

##### **4.4.4.6.3. Verificación**

Se compararon las emisiones actuales con las del proceso anterior para detectar posibles errores en el ingreso de valores o posibles cambios en los factores de emisión o en los datos de actividad. Debido a cambios en las fuentes de datos de actividad, las emisiones fueron recalculadas.

Las emisiones del coque metalúrgico no se contabilizaron en este informe. Todas las emisiones referentes al coque fueron contabilizadas en el sector *Energía*.

#### 4.4.4.7. Recálculos

##### 4.4.4.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras

Dada la disponibilidad de datos de uso de las distintas materias primas y sus respectivos contenidos de carbono, se optó por mejorar la metodología a nivel 2.

##### 4.4.4.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión

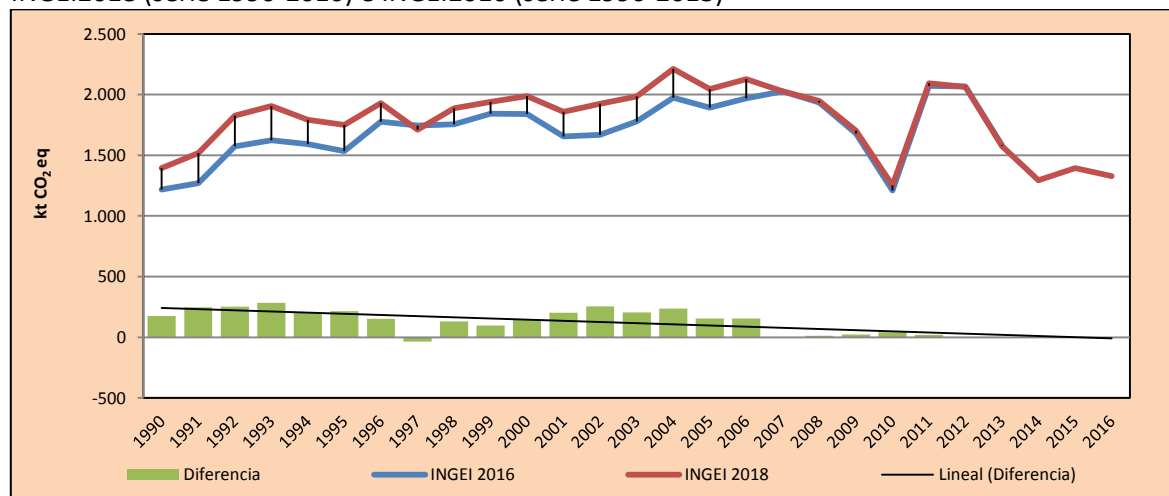
En la Tabla 140 y la Figura 80 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de la subcategoría respecto al inventario anterior (INGEI2016). Las diferencias se deben al refinamiento de los datos de actividad entregados directamente por las empresas. Esto generó un aumento de las emisiones de GEI de la subcategoría en un promedio de 131,7 kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1990-2013.

Tabla 140. 2.C.1. Producción de hierro y acero: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	1.218,1	1.840,5	1.209,4	1.584,2			
INGEI2018	1.393,7	1.986,9	1.251,2	1.577,4	1.293,2	1.392,9	1.327,6
<b>Diferencia</b>	<b>175,6</b>	<b>146,4</b>	<b>41,7</b>	<b>-6,8</b>			
<b>Diferencia %</b>	<b>12,6%</b>	<b>7,4%</b>	<b>3,3%</b>	<b>-0,4%</b>			

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 80. 2.C.1. Producción de hierro y acero: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

#### 4.4.4.8. Plan de mejoramiento

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de IPPU y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Conformación de mesas de trabajo con COCHILCO para el levantamiento oficial de la información estadística y paramétrica necesaria para mejorar la metodología.

- Oficializar las mesas de trabajo con el sector privado por medio del establecimiento algún convenio de cooperación, en el que se incluyan, además, otros procedimientos referidos a la calidad de los datos entregados.

#### 4.4.5. Producción de ferroaleaciones (2.C.2.)

##### 4.4.5.1. Descripción de la subcategoría

En Chile se producen cuatro tipos de ferroaleaciones: ferrocromo, ferromanganeso, ferrosilicomanganeso y ferrosilicon. Su producción ha disminuido considerablemente. El ferrosilicón dejó de producirse en 2000, el ferrosilicomanganeso en 2001 y el ferromanganeso en 2002. La producción de ferrocromo se ha mantenido en el país, pero ha mostrado una disminución significativa. A partir de 2014 no se reportan valores de producción de ferroaleaciones, por lo que sus emisiones no fueron estimadas.

##### 4.4.5.2. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de emisiones de la subcategoría *Producción de ferroaleaciones* se utilizó un método de Nivel 1 de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006*, basado en la producción de cada tipo de ferroaleación y la aplicación de un factor de emisión por defecto correspondiente. En el caso nacional, se considera la producción de ferrocromo, ferrosilicomanganeso, ferromanganeso y ferrosilicon, siendo la producción de este último única emisora de CH<sub>4</sub>. Lo anterior queda representado por las ecuaciones siguientes:

Ecuación 21. 2.C.2. Producción de ferroaleaciones: estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> para la producción de ferroaleaciones (Nivel 1)

$$Emisiones\ de\ CO_2 = \sum_i MP_i \cdot FE_i$$

Fuente: Ecuación 4.15; Capítulo 4; Volumen 3; *Directrices del IPCC de 2006*

Ecuación 22. 2.C.2. Producción de ferroaleaciones: estimación de emisiones de CH<sub>4</sub> de la producción de ferrosilicon (Nivel 1)

$$Emisiones\ de\ CH_4 = MF \cdot FE_{CH_4}$$

Fuente: con base en Ecuación 4.18; Capítulo 4; Volumen 3; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- Emisiones de CO<sub>2</sub>: emisiones de CO<sub>2</sub> de la producción nacional de ferroaleaciones, toneladas.
- MP<sub>i</sub>: producción de la ferroaleación de tipo *i*, toneladas.
- FE<sub>i</sub>: factor de emisión de CO<sub>2</sub> para la ferroaleación *i*, tonelada de CO<sub>2</sub>/tonelada de ferroaleación del tipo *i*.
- Emisiones de CH<sub>4</sub>: emisiones de CO<sub>2</sub> de la producción nacional de ferroaleaciones, kg.
- MF: producción de ferrosilicon, toneladas.
- FE<sub>CH<sub>4</sub></sub>: factor de emisión de CH<sub>4</sub> para la producción de ferrosilicon, kg de CH<sub>4</sub>/toneladas de ferrosilicon.

**4.4.5.2.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos**

Las estadísticas nacionales de producción de ferroaleaciones se obtuvieron del *U.S. Geological Survey: The Mineral Industry of Chile – 1994 to 2013*<sup>30</sup> datos que detallan la producción por tipo de ferroaleación (Tabla 141). Es importante mencionar que a partir de 1999 se deja de producir ferrosilicon, por lo que desde 2000 en adelante no ocurren emisiones de CH<sub>4</sub>. A partir de 2014 no se registran valores de producción de ferroaleaciones, por lo que sus emisiones no fueron estimadas.

Tabla 141. 2.C.2. Producción de ferroaleaciones: datos de actividad (t), serie 1990-2016

Año	Ferrocromo (t)	Ferromanganeso (1% C) (t)	Ferrosilicomanganeso (t)	Ferrosilicon 90% Si (t)
1990	1.870,0	3.590,0	2.280,0	985,0
1991	2.509,0	6.779,0	2.673,0	1.674,0
1992	2.110,0	7.460,0	2.310,0	1.564,0
1993	680,0	8.916,0	2.202,0	1.612,0
1994	1.579,0	9.646,0	3.082,0	995,0
1995	2.730,0	7.987,0	3.241,0	1.617,0
1996	2.079,0	8.498,0	4.222,0	1.599,0
1997	2.000,0	5.517,0	3.157,0	3.175,0
1998	2.000,0	3.652,0	1.978,0	3.921,0
1999	0,0	2.833,0	2.079,0	2.048,0
2000	0,0	4.011,0	1.420,0	1.800,0
2001	0,0	2.213,0	1.740,0	0,0
2002	0,0	0,0	3.160,0	0,0
2003	0,0	0,0	4.070,0	0,0
2004	0,0	0,0	5.760,0	0,0
2005	131,0	0,0	9.250,0	0,0
2006	84,0	0,0	14.000,0	0,0
2007	193,0	0,0	14.800,0	0,0
2008	54,0	0,0	16.900,0	0,0
2009	11,0	0,0	10.800,0	0,0
2010	184,0	0,0	0,0	0,0
2011	35,0	0,0	0,0	0,0
2012	67,0	0,0	0,0	0,0
2013	70,0	0,0	0,0	0,0
2014	NE	NE	NE	NE
2015	NE	NE	NE	NE
2016	NE	NE	NE	NE

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA con base en USGS

**4.4.5.2.2. Factores de emisión**

Los factores de emisión para el CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub> dependen del tipo de ferroaleación producida. Ante la falta de factores de emisión país específico, se aplicó el factor de emisión por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006* los que se indican en la Tabla 142.

Tabla 142. 2.C.2. Producción de ferroaleaciones: factores de emisión, por tipo de producto y tipo de GEI.

Producción	Factor de emisión	Unidad
Ferrocromo	1,3	(t CO <sub>2</sub> /t producción)
Ferromanganeso (1% C)	1,5	(t CO <sub>2</sub> /t producción)

<sup>30</sup> Recuperado de <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/country/sa.html#ci>



Producción	Factor de emisión	Unidad
Ferrosilicomanganeso	1,4	(t CO <sub>2</sub> /t producción)
Ferrosilición 90% Si	4,8	(t CO <sub>2</sub> /t producción)
Ferrosilición 90% Si (*)	1,1	(t CH <sub>4</sub> /t producción)

Fuente: Cuadro 4.5; Capítulo 4; Volumen 3; Directrices del IPCC 2006; (\*) Cuadro 4.7; Capítulo 4; Volumen 3; Directrices del IPCC de 2006

#### 4.4.5.3. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos.

#### 4.4.5.4. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

##### 4.4.5.4.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de IPPU se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de IPPU. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

- Desarrollo de planillas de información base en la cual se especifican los datos de actividad, factores de emisión, fuentes y supuestos utilizados. Esto permite mantener la información ordenada y documentada para futuras actualizaciones.
- Verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación presentes en las planillas de información base, el informe, y el software IPCC, para garantizar que, en los tres archivos, la información es consistente.
- Confirmación de referencias bibliográficas citadas.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Elaboración de planilla de cálculo consolidada, en la cual se agrupan las planillas anuales exportadas del software IPCC. En dicha planilla, mediante fórmulas, se realiza la agregación de datos por categoría, por gas de efecto invernadero y por sector IPPU. Se revisaron todas las fórmulas utilizadas, para evitar errores en los cálculos.
- Comparación de las estimaciones actuales con las del ISGEI anterior, de manera de identificar posibles errores de entrada o cálculo. Las divergencias fueron justificadas.

##### 4.4.5.4.2. Garantía de la calidad

Previo a la actualización del sector IPPU, el Equipo Técnico de IPPU ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de IPPU como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

##### 4.4.5.4.3. Verificación

Las emisiones de agentes reductores y materiales de los procesos (carbón, gas natural, etc.) se incluyen en el sector *Energía* para evitar doble conteo.

La información recopilada fue contrastada con la del inventario anterior. Se mantiene la tendencia y no hay cambios en los datos para la serie anterior 1990-2013.

#### **4.4.5.5. Recálculos**

No se realizaron recálculos en esta subcategoría.

#### **4.4.5.6. Plan de mejoramiento**

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de IPPU y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Conformación de mesas de trabajo con las empresas, o asociaciones gremiales como ASIMET y COCHILCO, para levantar información estadística y paramétrica que represente de mejor manera la realidad nacional.

#### **4.4.6. Producción de aluminio (2.C.3.)**

Esta subcategoría no ocurre en el país.

#### **4.4.7. Producción de magnesio (2.C.4.)**

Esta subcategoría no ocurre en el país.

#### **4.4.8. Producción de plomo (2.C.5.)**

Esta subcategoría no ocurre en el país.

#### **4.4.9. Producción de cinc (2.C.6.)**

Esta subcategoría no ocurre en el país.

#### **4.4.10. Otros (2.C.7.)**

Esta subcategoría no ocurre en el país.

### **4.5. Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes (2.D.)**

#### **4.5.1. Descripción de la categoría**

La categoría *Uso de productos no energéticos de combustible y de solventes* incluye las emisiones de GEI generadas por los primeros usos de los combustibles fósiles como productos con fines primarios, excepto: i) la combustión con fines energéticos, y ii) el uso como sustancia de alimentación a procesos o como agente reductor. Las subcategorías asociadas son las siguientes:

- *2.D.1. Uso de lubricantes.*
- *2.D.2. Uso de cera de parafina.*

- 2.D.3. *Uso de solventes.*

En el contexto nacional, esta categoría incluye las emisiones de los procesos productivos siguientes:

- Lubricantes, y
- Ceras.

#### 4.5.2. Tendencia de las emisiones de GEI

La categoría *Uso de productos no energéticos de combustible* es la menor categoría emisora de GEI del sector IPPU (1,9%). En 2016, sus emisiones de GEI contabilizaron 129,9 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 72,9 % desde 1990 y disminuyendo en un 8,5 % desde 2013. El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la demanda de lubricantes y, por consiguiente, la importación y producción del mismo (Tabla 143 y Figura 81).

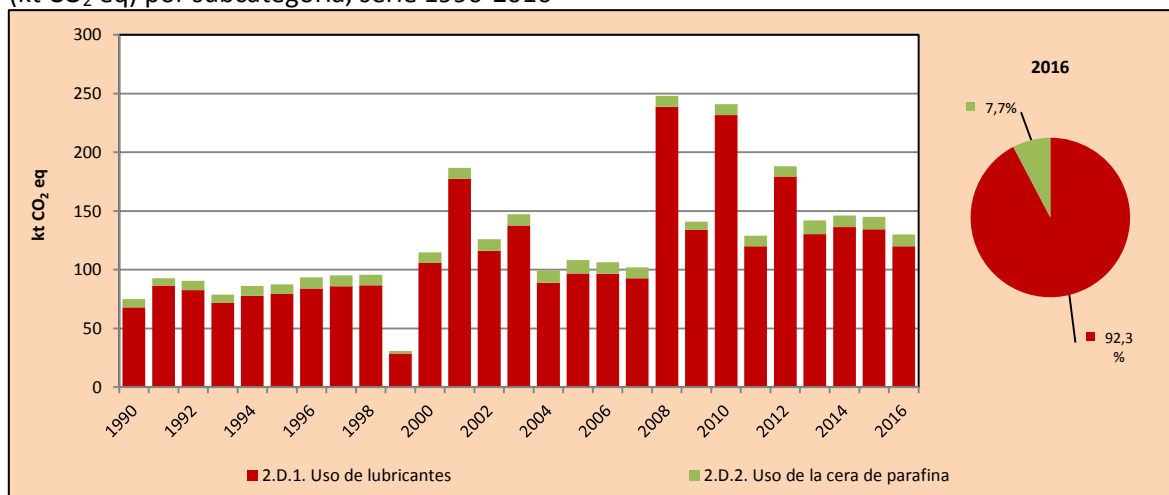
Respecto a las subcategorías (Figura 81), el *Uso de lubricantes* es la de mayor relevancia con un 92,3 %, mientras que *Uso de la cera de parafina* aporta el 7,7 % restante.

Tabla 143. 2.D. Uso de productos no energéticos de combustible y solvente: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016

Subcategoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
2.D.1. Uso de lubricantes	68,1	105,7	231,8	130,3	136,2	134,4	119,9
2.D.2. Uso de la cera de parafina	7,1	9,1	9,3	11,7	10,0	10,7	10,0
<b>Total</b>	<b>75,1</b>	<b>114,8</b>	<b>241,0</b>	<b>142,0</b>	<b>146,2</b>	<b>145,2</b>	<b>129,9</b>

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 81. 2.D. Uso de productos no energéticos de combustible y solvente: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

#### 4.5.3. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de la categoría se aplicó el método Nivel 1 para todas las subcategorías, usando datos de actividades país específicos desagregados y factores de emisión por defecto de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006*. El uso de solventes derivados del

petróleo y del carbón no constituye una fuente de emisión de gases de efecto invernadero, o es, a lo sumo, insignificante de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006*, siendo solo las emisiones de CO<sub>2</sub> y de GEI indirecto relevantes para esta subcategoría. En la Tabla 144 se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 144. 2.D. Uso de productos no energéticos de combustible y solvente: métodos aplicados por subcategoría.

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
2.D. Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	T1	D				
2.D.1. Uso de lubricantes	T1	D				
2.D.2. Uso de la cera de parafina	T1	D				
2.D.3. Uso de solventes						
2.D.4. Otros (especificar)						

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

El cálculo de las emisiones para las subcategorías en las que se aplicó el método Nivel 1 se realizó a través del *IPCC Inventory Software* versión 2.54.

#### 4.5.4. Uso de lubricantes (2.D.1.)

##### 4.5.4.1. Descripción de la subcategoría

Los lubricantes se producen en las refinerías, por separación del petróleo crudo, o en las plantas petroquímicas. El principal uso de los lubricantes es en las aplicaciones industriales y en el transporte.

El consumo de lubricantes en Chile, entre 1990 y 2016, ha sido extremadamente variable. Durante dicho período, el uso de lubricantes se ha sustentado principalmente de importaciones, ya que la producción nacional de éstos es notablemente inferior a la importación.

##### 4.5.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI

La subcategoría *Uso de lubricantes* es la principal subcategoría emisora dentro de la categoría *Uso de productos no energéticos de combustible y solventes*, representando el 92,3 % de sus emisiones de GEI. En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 119,9 kt CO<sub>2</sub> eq incrementándose en un 76,2 % desde 1990 y disminuyendo en un 7,9 % desde 2013 (Tabla 143 y Figura 81). El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la demanda de lubricantes y, por consiguiente, la importación y producción del mismo.

##### 4.5.4.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de emisiones de la subcategoría *Uso de lubricantes* se utilizó un método de Nivel 1 de acuerdo a las de las *Directrices del IPCC del 2006*, basado en aplicar un factor de emisión para el CO<sub>2</sub> a los datos de la cantidad de lubricantes que se consumen en el país. El factor de emisión está referido a un factor de oxidación durante el uso (ODU, del inglés *Oxidised During Use*) y el contenido de carbono de los lubricantes. La estimación considera lo siguiente:

Ecuación 23. 2.D.1. Uso de lubricantes: estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> (Nivel 1)

$$Emisiones\ de\ CO_2 = LC \cdot CC_{lub} \cdot ODU_{lub} \cdot 44/12$$

Fuente: Ecuación 5.2; Capítulo 5; Volumen 3; Directrices del IPCC del 2006

Donde:

- Emisiones CO<sub>2</sub>: emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por los lubricantes, toneladas.
- LC: consumo total de lubricantes, TJ.
- CC<sub>lub</sub>: contenido de carbono de los lubricantes, por defecto, toneladas de C/TJ.
- ODU<sub>lub</sub>: factor ODU (basado en la composición por defecto de lubricante), fracción.
- 44/12: cociente de masa del CO<sub>2</sub>/C.

#### 4.5.4.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Los datos de actividad del consumo de lubricantes provienen de un balance entre la producción, las importaciones y exportaciones. El balance para el consumo es el siguiente:

Ecuación 24. 2.D.1. Uso de lubricantes: balance de masa para estimar consumo de lubricantes

$$Consumo = Producción + Importación - Exportación$$

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Los datos de producción se obtienen del INE, que proporciona datos desde 1998 hasta 2016. La producción para 1990-1997 fue estimada a partir de un promedio entre los datos de 1998-2000. Las importaciones y exportaciones fueron proporcionadas por el Servicio Nacional de Aduanas, para toda la serie (Tabla 145).

Tabla 145. 2.D.1. Uso de lubricantes: datos de actividad (TJ), serie 1990-2016

Año	Producción (TJ)	Importación (TJ)	Exportación (TJ)	Consumo (TJ)
1990	861,8	3.974,0	194,7	4.641,1
1991	861,8	5.263,8	225,8	5.899,9
1992	861,8	5.089,3	307,8	5.643,3
1993	861,8	4.344,9	312,8	4.893,9
1994	861,8	4.692,9	250,8	5.303,9
1995	861,8	4.751,2	207,6	5.405,4
1996	861,8	5.077,6	203,7	5.735,7
1997	861,8	5.300,3	308,6	5.853,5
1998	793,0	5.409,8	281,0	5.921,8
1999	882,6	1.311,3	244,2	1.949,6
2000	909,9	6.510,7	214,8	7.205,8
2001	3.388,6	8.737,1	31,7	12.094,0
2002	3.371,2	4.666,6	120,5	7.917,3
2003	4.100,8	5.343,0	58,8	9.385,0
2004	675,9	5.452,9	64,1	6.064,6
2005	643,9	6.051,3	85,8	6.609,4
2006	603,8	6.138,2	156,0	6.586,0
2007	695,5	5.847,4	224,2	6.318,7
2008	9.897,1	6.713,7	333,2	16.277,6
2009	3.214,3	6.251,9	315,0	9.151,1

Año	Producción (TJ)	Importación (TJ)	Exportación (TJ)	Consumo (TJ)
2010	8.989,4	7.226,5	414,4	15.801,5
2011	1.359,6	7.252,2	439,1	8.172,7
2012	4.994,7	7.497,1	268,3	12.223,5
2013	616,5	8.551,9	286,7	8.881,7
2014	624,8	8.950,9	286,6	9.289,1
2015	797,9	8.642,5	273,7	9.166,6
2016	679,7	7.811,2	313,4	8.177,5

Nota: valores en rojo es información tratada

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA con base en INE

Es importante mencionar que los datos de la producción de lubricantes son muy variables para la serie. Esto se debe a que la encuesta que levanta el INE para generar los datos, tiene un nivel de participación y respuesta muy variable.

#### 4.5.4.3.2. Factores de emisión

El factor de emisión de CO<sub>2</sub> se compone de un factor de contenido de carbono específico multiplicado por el factor ODU. Para esta subcategoría se utilizaron factores por defecto, de acuerdo a las *Directrices del IPCC del 2006*. Los valores usados se muestran en la Tabla 146.

Tabla 146. 2.D.1. Uso de lubricantes: factores de emisión

Dato	Valor
Contenido de carbono (t C/TJ) (*)	20,0
Factor ODU (**)	0,2

Fuente: (\*) Cuadro 1.3; Capítulo 1; Volumen 2; *Directrices del IPCC del 2006* (\*\*) Cuadro 5.2; Capítulo 5; Volumen 3 de las *Directrices del IPCC del 2006*

#### 4.5.4.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de la subcategoría es de  $\pm 53,9\%$ . En general, no se cuenta con información nacional de la incertidumbre de los datos de actividad y los factores de emisión, por lo que consideraron las recomendadas por las *Directrices del IPCC del 2006* (Sección 5.2.3; Capítulo 5; Volumen 3). Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 147.

Tabla 147. 2.D.1. Uso de lubricantes: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
2.D.1.	Uso de lubricantes	CO <sub>2</sub>	20,0%	20,0%	50,1%	50,1%	53,9%	53,9%

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

Se concluye de la tabla anterior que la mayor fuente de incertidumbre corresponde a la relacionada con los factores de emisión por defecto y, por lo tanto, a la ausencia de factores país específico.

#### **4.5.4.5. Consistencia de la serie temporal**

Para mantener la consistencia de la serie 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Los datos de actividad debieron ser tratados dado que la información de INE contiene vacío de datos para 1990-1997. Para subsanar esta situación se promedió la producción entre 1998-2000. No se realizó ningún tipo de extrapolación lineal debido a la gran variabilidad de los datos y la ausencia de un dato sustituto ad-hoc.

#### **4.5.4.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación**

##### **4.5.4.6.1. Control de la calidad**

Durante la actualización del ISGEI de IPPU se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de IPPU. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

- Desarrollo de planillas de información base en la cual se especifican los datos de actividad, factores de emisión, fuentes y supuestos utilizados. Esto permite mantener la información ordenada y documentada para futuras actualizaciones.
- Verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación presentes en las planillas de información base, el informe, y el software IPCC, para garantizar que, en los tres archivos, la información es consistente.
- Confirmación de referencias bibliográficas citadas.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Elaboración de planilla de cálculo consolidada, en la cual se agrupan las planillas anuales exportadas del software IPCC. En dicha planilla, mediante fórmulas, se realiza la agregación de datos por categoría, por gas de efecto invernadero y por sector IPPU. Se revisaron todas las fórmulas utilizadas, para evitar errores en los cálculos.
- Comparación de las estimaciones actuales con las del ISGEI anterior, de manera de identificar posibles errores de entrada o cálculo. Las divergencias fueron justificadas.

##### **4.5.4.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector IPPU, el Equipo Técnico de IPPU ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de IPPU como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

##### **4.5.4.6.3. Verificación**

Se verificó la coherencia de la serie temporal. La producción de lubricantes muestra un comportamiento errático, debido a la diferencia de empresas que reportan sus datos al INE para cada año.

#### 4.5.4.7. Recálculos

No se realizaron recálculos para esta subcategoría.

#### 4.5.4.8. Plan de mejoramiento

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de IPPU y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Conformación de mesas de trabajo con el INE para mejorar los datos de producción de lubricantes.

#### 4.5.5. Uso de la cera de parafina (2.D.2.)

##### 4.5.5.1. Descripción de la subcategoría

Las ceras de parafina se utilizan en aplicaciones tales como velas, cajas corrugadas, revestimientos de papel, encolados de placas, producción de alimentos, betunes de brillo, tensoactivos (como los utilizados en los detergentes), entre otros usos.

Entre 1990 y 2016, el consumo se sustenta principalmente en las importaciones, ya que la producción, de acuerdo a la información entregada por el INE, es bastante menor que las importaciones.

##### 4.5.5.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 10,0 kt CO<sub>2</sub> eq (representando el 7,7 % de la categoría), incrementándose en un 41,2 % desde 1990 y disminuyendo en un 14,8 % desde 2013 (Tabla 143 y Figura 81). El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la demanda de cera y, por consiguiente, las importaciones del mismo.

##### 4.5.5.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de emisiones de la subcategoría *Uso de cera de parafina* se utilizó un método de Nivel 1 de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006*. El método se basa en aplicar un factor de emisión para el CO<sub>2</sub> a la cantidad de cera de parafina que se consumen en el país. El factor de emisión está referido al factor ODU y al contenido de carbono de la cera de parafina. Lo anterior se refleja en la ecuación siguiente:

Ecuación 25. 2.D.2. Uso de la cera de parafina: estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> (Nivel 1)

$$Emisiones\ de\ CO_2 = PW \cdot CC_{cera} \cdot ODU_{cera} \cdot 44/12$$

Fuente: Ecuación 5.4; Capítulo 5; Volumen 3; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- Emisiones CO<sub>2</sub>: emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por las ceras, toneladas.
- PW: consumo total de ceras, TJ.
- CC<sub>cera</sub>: contenido de carbono de las ceras de para fina, por defecto, toneladas de C/TJ.



- $ODU_{cera}$ : factor ODU de la cera de parafina, fracción.
- 44/12: cociente de masa del  $CO_2/C$ .

#### 4.5.5.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Los datos de actividad del consumo de cera provienen de un balance entre la producción, las importaciones y exportaciones. El balance para el consumo es el siguiente:

Ecuación 26. 2.D.2. Uso de la cera de parafina: balance de masa para la estimación de consumo de cera de parafina

$$\text{Consumo} = \text{Producción} + \text{Importación} - \text{Exportación}$$

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Los datos de producción se obtienen del INE, que proporciona datos para 1996-2000, 2007 y 2015. La ausencia de datos para el resto de la serie se debe a que no todos los productores contestan la encuesta, generando vacíos que deben ser corregidos. Para estimar la producción durante la serie 1990-1995, se promedió la producción durante 1996-1998. La producción de 2000 fue desestimada por considerarse un valor atípico (para 1999 se tiene una producción de 93,7 t mientras que 2000 se tienen 827,9 t). Para los años 2008-2013 se consideró el promedio de la producción de 1999-2007. Para los años 2014 y 2016 se consideró la producción de 2015. La importación y exportación de ceras de parafina fue entregada por el Servicio Nacional de Aduanas para toda la serie temporal (Tabla 148).

Tabla 148. 2.D.2. Uso de la cera de parafina: datos de actividad (TJ), serie 1990-2016

Año	Producción (TJ)	Importación (TJ)	Exportación (TJ)	Consumo (TJ)
1990	0,9	482,1	0,6	482,5
1991	0,9	424,7	1,1	424,5
1992	0,9	525,0	1,6	524,3
1993	0,9	490,2	2,2	489,0
1994	0,9	579,0	5,7	574,3
1995	0,9	574,0	4,5	570,5
1996	0,7	652,1	5,5	647,3
1997	1,0	651,0	9,3	642,6
1998	1,1	621,6	13,8	608,9
1999	3,8	181,8	21,4	164,1
2000	6,5	630,0	14,1	622,3
2001	6,5	634,6	5,4	635,7
2002	6,5	686,7	20,6	672,5
2003	6,5	684,6	36,0	655,1
2004	6,5	720,7	30,1	697,0
2005	6,5	797,2	29,1	774,6
2006	6,5	699,6	31,6	674,4
2007	9,1	643,7	23,6	629,2
2008	6,5	643,7	22,5	627,7
2009	6,5	475,5	24,3	457,7
2010	6,5	660,8	35,5	631,7
2011	6,5	636,6	28,1	614,9
2012	6,5	600,2	10,2	596,4
2013	6,5	805,1	12,2	799,4
2014	2,7	685,2	6,2	681,7

Año	Producción (TJ)	Importación (TJ)	Exportación (TJ)	Consumo (TJ)
2015	2,7	736,0	8,1	730,5
2016	2,7	684,0	5,6	681,0

Nota: valores en rojo es información tratada

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

#### 4.5.5.3.2. Factores de emisión

El factor de emisión de CO<sub>2</sub> se compone de un factor de contenido de carbono específico multiplicado por el factor ODU. Para esta subcategoría se utilizaron factores por defecto, de acuerdo a las *Directrices del IPCC del 2006*. Los valores usados se muestran en la Tabla 149.

Tabla 149. 2.D.2. Uso de la cera de parafina: factores de emisión

Dato	Valor
Contenido de carbono (t C/TJ) (*)	20,0
Factor ODU (**)	0,2

Fuente: (\*) Cuadro 1.3; Capítulo 1; Volumen 2; *Directrices del IPCC 2006* (\*\*) Sección 5.3.2.2.; Capítulo 5; Volumen 3; *Directrices del IPCC de 2006*.

#### 4.5.5.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de la subcategoría es de  $\pm 102,1\%$ . En general no se cuenta con información nacional de la incertidumbre de los datos de actividad y los factores de emisión, por lo que consideraron las recomendadas por las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 5.3.3.; Capítulo 5; Volumen 3). Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 150.

Tabla 150. 2.D.2. Uso de la cera de parafina: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	CO <sub>2</sub>	20,0%	20,0%	100,1%	100,1%	102,1%	102,1%

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

Se concluye de la tabla anterior que la mayor fuente de incertidumbre corresponde a la relacionada con los factores de emisión por defecto y, por lo tanto, a la ausencia de factores país específico.

#### 4.5.5.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Los datos de actividad debieron ser tratados dado que la información de INE contiene vacío de datos. El tratamiento de los datos se explica en la sección 4.5.5.3.1. *supra*.

#### 4.5.5.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

#### **4.5.5.6.1. Control de la calidad**

Durante la actualización del ISGEI de IPPU se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de IPPU. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

- Desarrollo de planillas de información base en la cual se especifican los datos de actividad, factores de emisión, fuentes y supuestos utilizados. Esto permite mantener la información ordenada y documentada para futuras actualizaciones.
- Verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación presentes en las planillas de información base, el informe, y el software IPCC, para garantizar que, en los tres archivos, la información es consistente.
- Confirmación de referencias bibliográficas citadas.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Elaboración de planilla de cálculo consolidada, en la cual se agrupan las planillas anuales exportadas del software IPCC. En dicha planilla, mediante fórmulas, se realiza la agregación de datos por categoría, por gas de efecto invernadero y por sector IPPU. Se revisaron todas las fórmulas utilizadas, para evitar errores en los cálculos.
- Comparación de las estimaciones actuales con las del ISGEI anterior, de manera de identificar posibles errores de entrada o cálculo. Las divergencias fueron justificadas.

#### **4.5.5.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector IPPU, el Equipo Técnico de IPPU ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de IPPU como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

#### **4.5.5.6.3. Verificación**

Se verificó la coherencia de la serie. La producción de cera muestra un comportamiento errático, debido a la diferencia de empresas que reportan sus datos al INE para cada año.

#### **4.5.5.7. Recálculos**

No se realizaron recálculos para esta subcategoría.

#### **4.5.5.8. Plan de mejoramiento**

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de IPPU y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Conformación de mesas de trabajo con el INE para mejorar los datos de producción de cera de parafina.

#### **4.5.6. Uso de solventes (4.D.3.)**

De acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006*, esta subcategoría debe considerarse aparte y constituye una fuente importante de COVDM. No se consideran emisiones de GEI.

#### **4.5.7. Otros (4.D.4.)**

Esta subcategoría no ocurre en el país.

#### **4.6. Industria electrónica (2.E.)**

Esta categoría no ocurre en el país.

#### **4.7. Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono (2.F.)**

##### **4.7.1. Descripción de la categoría**

La categoría *Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono* incluye las emisiones de los gases fluorados HFC y, en una medida muy limitada, los PFC que sirven como alternativas a las sustancias que agotan la capa de ozono (SAO). Las subcategorías incluidas son:

- *2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado.*
- *2.F.2. Agentes espumantes.*
- *2.F.3. Protección contra incendios.*
- *2.F.4. Aerosoles.*
- *2.F.5. Solventes.*

En el contexto nacional, la categoría incluye las emisiones de los procesos productivos siguientes:

- Refrigeración y aire acondicionado.
- Agentes espumantes.
- Protección contra incendios.
- Aerosoles.
- Solventes.

Con respecto al inventario anterior, se presentan mejoras en cuanto a la inclusión de nuevas fuentes. Esta mejora ha sido posible gracias al trabajo coordinado entre el SNICHILE y la unidad de Ozono de la Oficina de Cambio Climático del MMA.

En cuanto a las emisiones relacionadas con el uso de PFC, estas no se estimaron debido a la falta de datos de actividad confiables.

#### 4.7.2. Tendencia de las emisiones de GEI

La categoría *Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono* es la principal categoría emisora de GEI del sector IPPU (41,4 %). En 2016, sus emisiones de GEI contabilizaron 2.869,5 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 7.386,4 % desde 1999 y en un 53,6 % desde 2013. El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es debido principalmente el consumo de HFC para la refrigeración y la climatización, teniendo una fuerte alza el 2012 (Tabla 151 y Figura 82).

Respecto a las subcategorías (Figura 82), la *Refrigeración y aire acondicionado* es la de mayor relevancia con un 95,9 % de las emisiones totales, seguida de un 2,0 % de *Protección contra incendios*, 0,9 % de *Agentes espumantes*, 0,6 % *Aerosoles*, 0,4 % de *Solventes* y de un 0,2 % de *Otras aplicaciones*.

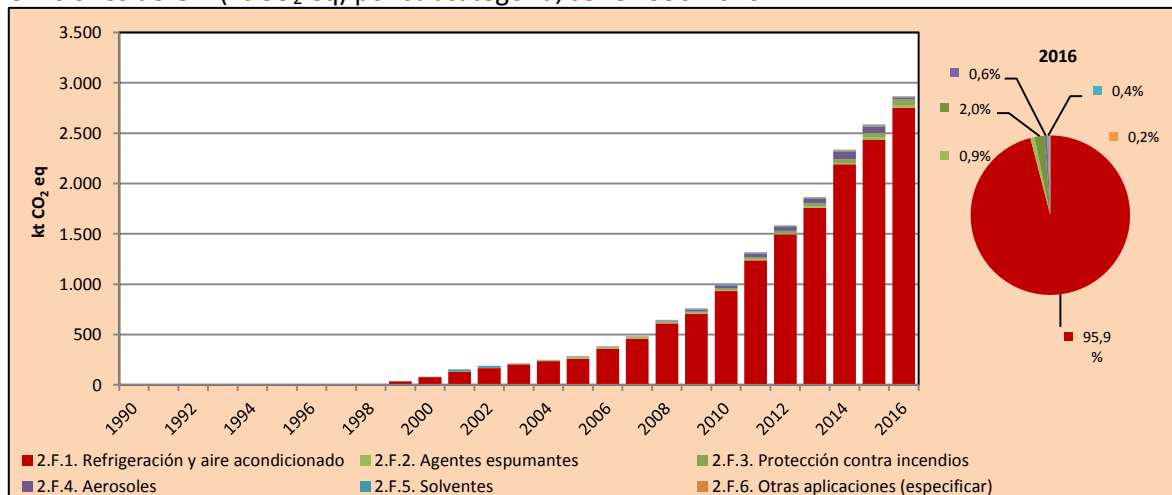
Tabla 151. 2.F. Uso de productos sustitutos que las sustancias que agotan la capa de ozono: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016

Subcategoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	NO	77,7	931,8	1.760,3	2.192,5	2.435,2	2.753,2
2.F.2. Agentes espumantes	NO	NO	8,3	12,9	11,9	21,9	25,5
2.F.3. Protección contra incendios	NO	0,7	16,5	29,1	36,0	45,3	56,5
2.F.4. Aerosoles	NO	NO	30,8	44,8	75,5	62,3	15,9
2.F.5. Solventes	NO	3,5	11,7	14,7	13,2	14,9	11,2
2.F.6. Otras aplicaciones (especificar)	NO	NO	1,0	6,4	8,3	9,2	7,1
<b>Total</b>	NO	<b>81,9</b>	<b>1.000,1</b>	<b>1.868,1</b>	<b>2.337,4</b>	<b>2.588,8</b>	<b>2.869,5</b>

NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 82. 2.F. Uso de productos sustitutos que las sustancias que agotan la capa de ozono: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

### 4.7.3. Aspectos metodológicos de la categoría

En cuanto a los aspectos metodológicos, se aplicaron métodos de Nivel 1 para todas las subcategorías, usando tanto factores de emisión país específico como por defecto, de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006* (Tabla 152).

Tabla 152. 2.F. Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono: métodos aplicados por subcategoría

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	HFC		PFC		SF <sub>6</sub>	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
2.F. Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	T1	D	NE	NE		
2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado	T1	D				
2.F.2. Agentes espumantes	T1	D				
2.F.3. Protección contra incendios	T1	D	NE	NE		
2.F.4. Aerosoles	T1	D				
2.F.5. Solventes	T1	D	NE	NE		
2.F.6. Otras aplicaciones (especificar)	T1	D	NE	NE		

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

El cálculo de las emisiones para las subcategorías en las que se aplicó el método Nivel 1 se realizó a través de las planillas Excel elaboradas por el IPCC.

Es importante mencionar que los datos de actividad necesarios para estimar las emisiones de todas las subcategorías presentadas en esta categoría fueron obtenidos a partir del informe "Elaboración de Inventario Nacional de Hidrofluorocarbonos (HFC)" solicitado por la Unidad de Ozono del MMA, en el marco de la generación de información para el análisis de los impactos que tendrá la enmienda de Kigali en el país, informe finalizado en mayo de 2017.

### 4.7.4. Refrigeración y aire acondicionado (2.F.1.)

#### 4.7.4.1. Descripción de la subcategoría

Los sistemas de refrigeración y aire acondicionado se utilizan en diversas aplicaciones, entre ellas, refrigeración doméstica, refrigeración comercial, procesos industriales, transporte refrigerado y sistema de aire acondicionado estacionario y móvil.

El uso de compuestos fluorados para refrigeración y aire acondicionado es abastecido en un 100 % por importaciones, ya que dichos compuestos no se producen en Chile. A partir del 1999 comenzaron a importarse estos productos en Chile, y su importación ha crecido considerablemente en el tiempo. Las exportaciones, por el contrario, son insignificantes.

#### 4.7.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI

La subcategoría *Refrigeración y aire acondicionado* es la principal subcategoría emisora dentro de la categoría *Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono*, representando el 96,0 % de sus emisiones de GEI. En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 2.753,2 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 7.661,5 % desde 1999 y en

un 56,4 % desde 2013 (Tabla 151 y Figura 82). El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es el ingreso constante de HFC-125 y el aumento de las importaciones de los gases HFC-134a y HFC-143a.

#### 4.7.4.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de emisiones de HFC de la subcategoría *Refrigeración y aire acondicionado* se utilizó un método de Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006*, basado en la multiplicación del consumo neto de cada gas para la aplicación por el factor de emisión correspondiente, de acuerdo a la lógica de emisiones reales. Adicionalmente se incluye un factor debido a las emisiones de los bancos de gases, que intenta dar cuenta del retardo entre el consumo y las emisiones. La estimación considera lo siguiente:

Ecuación 27. 2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado: cálculo de las emisiones totales de una aplicación con bancos (Nivel 1)

$$Emisiones = \sum_i (Consumo\ Neto_i \cdot EF_{CN,i} + Banco_i \cdot EF_{B,i})$$

Fuente: con base en Ecuación 7.2B; Capítulo 7; Volumen 3; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- Emisiones: emisiones totales para la aplicación refrigeración y aire acondicionado.
- Consumo Neto<sub>i</sub>: consumo neto del gas fluorado *i*, toneladas.
- EF<sub>CN,i</sub>: factor de emisión para el gas fluorado *i*.
- Banco<sub>i</sub>: banco total del gas fluorado *i*.
- EF<sub>CN,i</sub>: factor de emisión para el gas fluorado *i* en banco.

##### 4.7.4.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Los datos de actividad de los gases fluorados usados para refrigeración son elaborados a partir de la información de importación y exportación proporcionados por Aduanas que a su vez fue revisada y refinada en el estudio “Elaboración de Inventario Nacional de Hidrofluorocarbonos (HFC)”. El resumen de este trabajo se encuentra en el ANEXO 07.02 Luego con estos datos se realiza un balance para el consumo con la siguiente ecuación:

Ecuación 28. 2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado: balance de masa para la estimación de consumo de HFC

$$Consumo = Importación - Exportación$$

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

##### 4.7.4.3.2. Factores de emisión

El factor de emisión para el banco corresponde a un 15 % anual para toda el área de refrigeración y aire acondicionado, de acuerdo a lo recomendado por las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 7.5.2.1.; Capítulo 7; Volumen 3) ante la ausencia de valores desagregados por subaplicación.

Adicionalmente es necesario asumir algunos supuestos, de acuerdo a lo recomendado por las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 7.5.2.1.; Capítulo 7; Volumen 3):

- La vida útil de los equipos es de 15 años promedio, para todas las subaplicaciones.
- La tasa de crecimiento de las ventas de nuevos equipos es de un 16,8 % promedio para toda la serie. Se estima en función del crecimiento de la entrada de nuevos equipos informada en el estudio “Elaboración de Inventario Nacional de Hidrofluorocarbonos (HFC)”.
- Se considera un 25 % de destrucción al final de la vida útil.

#### 4.7.4.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de la subcategoría es de -152,2 % y +180,3 %. En general, no se cuenta con información nacional de la incertidumbre de los datos de actividad y los factores de emisión por lo que consideraron las recomendadas por las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 2.3.2.; Capítulo 2; Volumen 3 y cuadro 7.9; Capítulo 7; Volumen 3). Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 153.

Para los datos de actividad se optó por una incertidumbre del  $\pm 50$  % considerando lo descrito en la sección 7.4.3.; Capítulo 7; Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*. En el caso del factor de emisión, se trata de un factor promedio para todas las subaplicaciones incluidas en el área de refrigeración y aire acondicionado, por lo que se sospecha de un alto nivel de incerteza.

Tabla 153. 2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
2.F.1.	Refrigeración y aire acondicionado	HFC	50,0%	50,0%	144,0%	173,2%	152,2%	180,3%

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

Se concluye de la tabla anterior que la mayor fuente de incertidumbre corresponde a la relacionada con los factores de emisión por defecto y, por lo tanto, a la ausencia de factores país específico.

#### 4.7.4.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Se debieron aplicar algunas correcciones a los datos de actividad las que se describen en la sección 4.7.4.3.1. *supra*.

#### 4.7.4.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

##### 4.7.4.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de IPPU se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de IPPU. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE,



correspondiente al libro de cálculo 2018\_SGCC\_2IPPU. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

- Desarrollo de planillas de información base en la cual se especifican los datos de actividad, factores de emisión, fuentes y supuestos utilizados. Esto permite mantener la información ordenada y documentada para futuras actualizaciones.
- Se revisó la relación entre las importaciones y exportaciones para cada gas, suponiendo que las importaciones siempre debían ser mayores a las exportaciones, ante la nula actividad productiva del país.
- Confirmación de referencias bibliográficas citadas.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Comparación de las estimaciones actuales con las del ISGEI anterior, de manera de identificar posibles errores de entrada o cálculo. Las divergencias fueron justificadas.

#### 4.7.4.6.2. Garantía de la calidad

Previo a la actualización del sector IPPU, el Equipo Técnico de IPPU ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de IPPU como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo 2018\_SGCC\_2IPPU. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

#### 4.7.4.6.3. Verificación

No se realizaron mayores actividades para la verificación de las emisiones.

#### 4.7.4.7. Recálculos

##### 4.7.4.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras

Para mejorar los datos de actividad entregados por Aduanas, la sección de Ozono del MMA elaboró el estudio “Elaboración de Inventario Nacional de Hidrofluorocarbonos (HFC)”, en donde se refinan los datos ya levantados, se incorpora información desde 1999 y se consideran otros gases adicionales. A estos cambios se suma el uso de los PCG del AR4 a diferencia del INGEI2016 que utilizó los PCG del SAR.

##### 4.7.4.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión

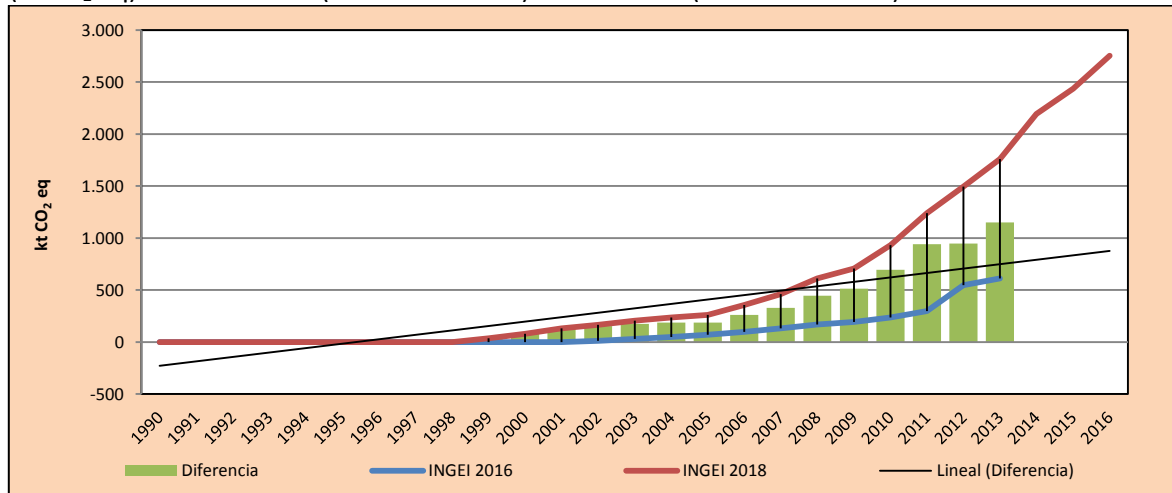
En la Tabla 154 y Figura 83 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de la subcategoría respecto al inventario anterior (INGEI2016). Esto generó un aumento de las emisiones de GEI de la subcategoría en un promedio de 415,0 kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1999-2013.

Tabla 154. 2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	0,0	0,0	236,9	611,8			
INGEI2018	0,0	77,7	931,8	1.760,3	2.192,5	2.435,2	2.753,2
<b>Diferencia</b>	<b>0,0</b>	<b>77,7</b>	<b>694,9</b>	<b>1.148,4</b>			
<b>Diferencia %</b>	<b>0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>74,6%</b>	<b>65,2%</b>			

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 83. 2.F.1. Refrigeración y aire acondicionado: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

#### 4.7.4.8. Plan de mejoramiento

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de IPPU y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Conformación de mesas de trabajo con las empresas, o asociaciones gremiales relacionadas con la industria de la refrigeración y el aire acondicionado, y el Servicio Nacional de Aduanas para levantar información estadística y paramétrica de primera fuente, y verificar la información oficial del país.
- Coordinación con la sección de Ozono del MMA para la incorporación de información relacionada con recambio tecnológico equipos relacionados con la refrigeración y aire acondicionado y el uso de sustitutos de SAO.

#### 4.7.5. Agentes espumantes (2.F.2.)

##### 4.7.5.1. Descripción de la subcategoría

Los HFC se están empleando cada vez más para reemplazar los CFC y HCFC en las espumas y, en particular, en las aplicaciones de aislantes. Los compuestos que se están usando incluyen HFC-245fa, HFC-365mfc, HFC-227ea, HFC-134a y HFC-152a.

A nivel nacional los HFC son utilizados para la fabricación de espumas rígidas de poliuretano. El primer gas utilizado es el HFC 134a, mientras que a partir de 2007 se utilizó HFC-365mfc y la mezcla HFC-365mfc/HFC-227ea. El uso de estas sustancias sería como alternativas al uso de HCFC-141b, el cual es el agente espumante que tradicionalmente se ha utilizado en el país.

##### 4.7.5.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 25,5 kt CO<sub>2</sub> eq (representando un 0,9 % de las emisiones de GEI de la categoría), incrementándose en un 97,5 % desde 2013

(Tabla 151 y Figura 82). El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es el ingreso de nuevos gases al mercado como el HFC-365mfc.

#### 4.7.5.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de emisiones de la subcategoría *Protección contra incendios* se utilizó el método de Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006*, basado en la multiplicación del consumo neto por aplicación por el factor de emisión correspondiente, de acuerdo a la lógica de emisiones reales. Adicionalmente se incluye un factor debido a las emisiones de los bancos de gases, que intenta dar cuenta del retardo entre el consumo y las emisiones. Lo anterior queda representado por la ecuación siguiente:

Ecuación 29. 2.F.2. Agentes espumantes estimación de emisiones de gases fluorados (Nivel 1a)

$$Emisiones_t = \sum_{i,t} (Consumo\ Neto_{i,t} \cdot EF_{i,t} + Banco_i \cdot EF_{B,i,t})$$

Fuente: con base en Ecuación 7.7; Capítulo 7; Volumen 3; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- Emisiones: emisiones totales de cada gas fluorado utilizado en la fabricación de espumas de celdas cerradas en el año  $t$ , toneladas.
- Consumo Neto <sub>$i$</sub> : consumo neto del gas fluorado  $i$  en el año  $t$ , toneladas.
- EF <sub>$i,t$</sub> : factor de emisión para las pérdidas del gas fluorado  $i$  en el año  $t$ , fracción.
- Banco <sub>$i$</sub> : banco total del gas fluorado  $i$ .
- EF<sub>CN, $i$</sub> : factor de emisión para el gas fluorado  $i$  en banco en el año  $t$ , fracción.

##### 4.7.5.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Los datos de actividad de los gases fluorados usados para refrigeración son elaborados a partir de la información de importación y exportación proporcionados por Aduanas que a su vez fue revisada y refinada en el estudio "Elaboración de Inventario Nacional de Hidrofluorocarbonos (HFC)". El resumen de este trabajo se encuentra en el ANEXO 07.02.

Luego con estos datos se realiza un balance para el consumo con la siguiente ecuación:

Ecuación 30. 2.F.2. Agentes espumantes: balance de masa para la estimación de consumo de HFC

$$Consumo = Importación - Exportación$$

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

##### 4.7.5.3.2. Factores de emisión

El factor de emisión para el primer año de pérdida corresponde a un 10 % anual y el factor de pérdida anual del banco corresponde a un 4,5 % de la carga, de acuerdo a lo recomendado por las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 7.5, Sección 7.4.2.1.; Capítulo 7; Volumen 3).

#### 4.7.5.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de la subcategoría es de -121,2 % y +724,6 %. En general, no se cuenta con información nacional de la incertidumbre de los datos de actividad y los factores de emisión. Para los datos de actividad se optó por una incertidumbre del 50 %, ante la ausencia de mejor información por parte de Aduanas, al igual que para la subcategoría *Refrigeración y aire acondicionado*. En el caso de los factores de emisión, se decidió por una incertidumbre de -90 % y +500 % para el factor de pérdida anual y una incertidumbre de -40 % y +500 % para el factor de pérdida del primer año, de acuerdo a los valores límites incluidos en los cuadros 7.6 y 7.7 del Capítulo 7; Volumen 3 de las *Directrices del IPCC de 2006*. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 155.

Tabla 155. 2.F.2. Agentes espumantes: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
2.F.2.	Agentes espumantes	HFC	50,0%	50,0%	110,5%	722,8%	121,2%	724,6%

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

Se concluye de la tabla anterior que la mayor fuente de incertidumbre corresponde a la relacionada con los factores de emisión.

#### 4.7.5.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos.

#### 4.7.5.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

##### 4.7.5.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de IPPU se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de IPPU. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

- Desarrollo de planillas de información base en la cual se especifican los datos de actividad, factores de emisión, fuentes y supuestos utilizados. Esto permite mantener la información ordenada y documentada para futuras actualizaciones.
- Verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación presentes en las planillas de información base, el informe, y el software IPCC, para garantizar que, en los tres archivos, la información es consistente.

- Se revisó la relación entre las importaciones y exportaciones para cada gas, suponiendo que las importaciones siempre debían ser mayores a las exportaciones, ante la nula actividad productiva del país.
- Confirmación de referencias bibliográficas citadas.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Comparación de las estimaciones actuales con las del ISGEI anterior, de manera de identificar posibles errores de entrada o cálculo. Las divergencias fueron justificadas.

#### **4.7.5.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *IPPU*, el Equipo Técnico de *IPPU* ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de *IPPU* como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

#### **4.7.5.6.3. Verificación**

No se realizaron mayores actividades para la verificación de las emisiones.

#### **4.7.5.7. Recálculos**

No aplica.

#### **4.7.5.8. Plan de mejoramiento**

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de *IPPU* y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Conformación de mesas de trabajo con las empresas, o asociaciones gremiales relacionadas con la industria de los agentes espumantes, y el Servicio Nacional de Aduanas para levantar información estadística y paramétrica de primera fuente, y verificar la información oficial del país.

#### **4.7.6. Protección contra incendios (2.F.3.)**

##### **4.7.6.1. Descripción de la subcategoría**

Hay dos tipos generales de equipos contra incendios que usan los HFC y PFC para reemplazar parcialmente los halones: los equipos portátiles (de chorro corriente) y los equipos fijos (de anegación). Los HFC y PFC se utilizan como principal sustituto de los halones en los equipos de anegación. Sin embargo, el uso de estos gases en la protección contra incendios no es masivo debido a sus costos.

El uso de compuestos fluorados para protección contra incendios de Chile es abastecido en un 100 % por importaciones, ya que dichos compuestos no se producen en Chile. A partir de 1999 comenzaron a importarse estos productos en Chile, y su importación ha crecido considerablemente en el tiempo. Las exportaciones, por el contrario, son insignificantes.

#### 4.7.6.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2013, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 56,5 kt CO<sub>2</sub> eq (representando un 2,0 % de las emisiones de GEI de la categoría), incrementándose en un 25.508,3 % desde 1999 y en un 94,4 % desde 2013 (Tabla 151 y Figura 82). El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es el ingreso de nuevos gases al mercado como el HFC-125, el HFC-227ea, HFC-236fa y el HFC-23.

#### 4.7.6.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de emisiones de la subcategoría *Protección contra incendios* se utilizó el método de Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006*, basado en la multiplicación del consumo neto por aplicación por el factor de emisión correspondiente, de acuerdo a la lógica de emisiones reales. Adicionalmente se incluye un factor debido a las emisiones de los bancos de gases, que intenta dar cuenta del retardo entre el consumo y las emisiones. Lo anterior queda representado por la ecuación siguiente:

Ecuación 31. 2.F.3. Protección contra incendios: estimación de emisiones de gases fluorados (Nivel 1)

$$Emisiones = \sum_i (Consumo\ Neto_i \cdot EF_{CN,i} + Banco_i \cdot EF_{B,i})$$

Fuente: con base en Ecuación 7.2B; Capítulo 7; Volumen 3; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- Emisiones: emisiones totales de cada gas fluorado para la aplicación de protección contra incendios.
- Consumo Neto<sub>i</sub>: consumo neto del gas fluorado *i*, toneladas.
- EF<sub>CN,i</sub>: factor de emisión para el gas fluorado *i*.
- Banco<sub>i</sub>: banco total del gas fluorado *i*.
- EF<sub>B,i</sub>: factor de emisión para el gas fluorado *i* en banco.

##### 4.7.6.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Los datos de actividad de los gases fluorados usados para refrigeración son elaborados a partir de la información de importación y exportación proporcionados por Aduanas que a su vez fue revisada y refinada en el estudio "Elaboración de Inventario Nacional de Hidrofluorocarbonos (HFC)". El balance para el consumo es el siguiente:

Ecuación 32. 2.F.3. Protección contra incendios: balance de masa para la estimación de consumo de HFC y PFC

$$Consumo = Importación - Exportación$$

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Se debieron aplicar algunas correcciones a los datos de actividad al encontrarse que, para algunos años, la exportación de ciertos gases superaba a la importación. Este hecho parece no seguir el mercado nacional, dado que no se produce ningún tipo de HFC en el país. Para corregir los datos

se optó por modificar la importación, equiparándose con la exportación reportada. El resumen de este trabajo se encuentra en el ANEXO 07.02.

#### 4.7.6.3.2. Factores de emisión

El factor de emisión para el banco corresponde a un 4 % anual de acuerdo a lo recomendado por las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 7.6.2.2.; Capítulo 7; Volumen 3) ante la ausencia de valores desagregados por subaplicación.

Adicionalmente es necesario asumir algunos supuestos, de acuerdo a lo recomendado por las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 7.6.2.2.; Capítulo 7; Volumen 3):

- La vida útil de los equipos es de 15 años promedio.
- La tasa de crecimiento de las ventas de nuevos equipos es de un 32,1 % de acuerdo a información levantada por el estudio “Elaboración de Inventario Nacional de Hidrofluorocarbonos (HFC)”.
- No existe destrucción de los gases al final de la vida útil.

#### 4.7.6.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de la subcategoría es de -78,1 % y +111,8 %. En general, no se cuenta con información nacional de la incertidumbre de los datos de actividad y los factores de emisión. Para los datos de actividad se optó por una incertidumbre del  $\pm 50$  %, ante la ausencia de mejor información por parte de Aduanas, al igual que para la subcategoría *Refrigeración y aire acondicionado*. En el caso del factor de emisión, se decidió por una incertidumbre del -60 % y +100 %, de acuerdo a lo recomendado por las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 7.6.2.2.; Capítulo 7; Volumen 3). Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 156.

Tabla 156. 2.F.3. Protección contra incendios: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
2.F.3.	Protección contra incendios	HFC	50,0%	50,0%	60,0%	100,0%	78,1%	111,8%

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

Se concluye de la tabla anterior que la mayor fuente de incertidumbre corresponde a la relacionada con los factores de emisión.

#### 4.7.6.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Se debieron aplicar algunas correcciones a los datos de actividad las que se describen en la sección 4.7.6.3.1. *supra*.

#### **4.7.6.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación**

##### **4.7.6.6.1. Control de la calidad**

Durante la actualización del ISGEI de IPPU se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de IPPU. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

- Desarrollo de planillas de información base en la cual se especifican los datos de actividad, factores de emisión, fuentes y supuestos utilizados. Esto permite mantener la información ordenada y documentada para futuras actualizaciones.
- Verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación presentes en las planillas de información base, el informe, y el software IPCC, para garantizar que, en los tres archivos, la información es consistente.
- Se revisó la relación entre las importaciones y exportaciones para cada gas, suponiendo que las importaciones siempre debían ser mayores a las exportaciones, ante la nula actividad productiva del país.
- Confirmación de referencias bibliográficas citadas.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Comparación de las estimaciones actuales con las del ISGEI anterior, de manera de identificar posibles errores de entrada o cálculo. Las divergencias fueron justificadas.

##### **4.7.6.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *IPPU*, el Equipo Técnico de IPPU ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de IPPU como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

##### **4.7.6.6.3. Verificación**

No se realizaron mayores actividades para la verificación de las emisiones.

#### **4.7.6.7. Recálculos**

##### **4.7.6.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras**

Para mejorar los datos de actividad entregados por Aduanas, la sección de Ozono del MMA elaboró el estudio "Elaboración de Inventario Nacional de Hidrofluorocarbonos (HFC)", en donde se refinan los datos ya levantados, se incorpora información desde 1999 y se consideran otros gases adicionales. A estos cambios se suma el uso de los PCG del AR4 a diferencia del INGEI2016 que utilizó los PCG del SAR.

##### **4.7.6.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión**

En la Tabla 157 y la Figura 84 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de la subcategoría respecto al inventario anterior (INGEI2016). Esto generó un aumento de las emisiones de GEI de la subcategoría en un promedio de 3,3 kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1999-2013.

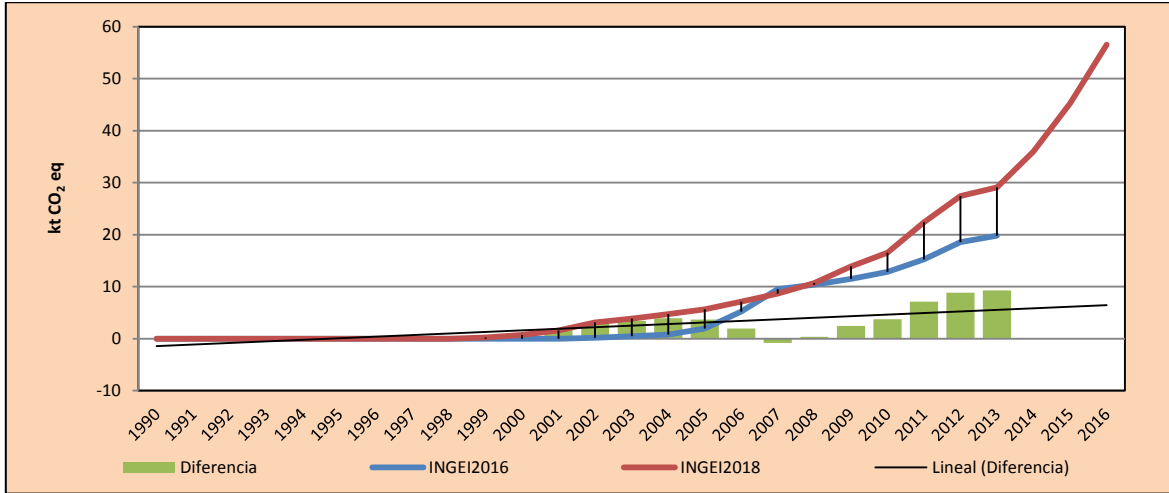


Tabla 157. 2.F.3. Protección contra incendios: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	0,0	0,0	12,8	19,8			
INGEI2018	0,0	0,7	16,5	29,1	36,0	45,3	56,5
Diferencia	0,0	0,7	3,7	9,3			
Diferencia %	0,0%	100,0%	22,4%	32,0%			

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 84. 2.F.3. Protección contra incendios: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

#### 4.7.6.8. Plan de mejoramiento

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de IPPU y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Conformación de mesas de trabajo con las empresas, o asociaciones gremiales relacionadas con la industria de la protección contra el fuego, y el Servicio Nacional de Aduanas para levantar información estadística y paramétrica de primera fuente, y verificar la información oficial del país.

#### 4.7.7. Aerosoles (2.F.4.)

##### 4.7.7.1. Descripción de la subcategoría

Los aerosoles se utilizan como inhaladores dosificados, productos de higiene personal, productos para uso doméstico, productos industriales y otros productos como infladores de neumáticos.

El uso de compuestos fluorados para aerosoles en Chile, es abastecido en un 100 % por importaciones, ya que dichos compuestos no se producen en Chile. A partir de 2005 comenzaron a importarse estos productos en Chile, y su importación ha crecido considerablemente en el tiempo. Las exportaciones, por el contrario, son insignificantes.

#### 4.7.7.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 15,6 kt CO<sub>2</sub> eq (representando el 0,5 % de las emisiones de GEI de la categoría), disminuyendo en un 63,9 % desde 2013 (Tabla 151 y Figura 82). El principal causante de la tendencia es el variable consumo de HFC-134a que alcanza un máximo en 2014.

#### 4.7.7.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de emisiones de la subcategoría *Aerosoles* se aplicó el método Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* basado en el supuesto que considera que las emisiones ocurren generalmente poco después de la producción, en promedio seis meses después de la venta. La estimación considera lo siguiente:

Ecuación 33. 2.F.4. Aerosoles: estimación de emisiones para los usos de los aerosoles (Nivel 1)

$$Emisiones_t = S_t \cdot EF + S_{t-1} \cdot (1 - EF)$$

Fuente: Ecuación 7.6; Capítulo 7; Volumen 3; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- Emisiones<sub>t</sub>: emisiones año t, toneladas.
- S<sub>t</sub>: cantidad de HFC confinada en los productos con aerosol vendidos en el año t, toneladas.
- S<sub>t-1</sub>: cantidad de HFC confinada en los productos con aerosol vendidos en el año t-1, toneladas.
- EF: factor de emisión como fracción de la sustancia química emitida durante el primer año, fracción.

##### 4.7.7.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Los datos de actividad de los gases fluorados usados para los aerosoles son elaborados a partir de la información de importación y exportación proporcionados por Aduanas. Según lo informado por la sección de Ozono del MMA, en el país no existe producción ni destrucción de gases fluorados. El balance para el consumo es el siguiente:

Ecuación 34. 2.F.4. Aerosoles: balance de masa para la estimación de consumo de HFC y PFC

$$Consumo = Importación - Exportación$$

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Se debieron aplicar algunas correcciones a los datos de actividad al encontrarse que, para algunos años, la exportación de ciertos gases superaba a la importación. Este hecho parece no seguir el mercado nacional, dado que no se produce ningún tipo de HFC en el país. Para corregir los datos se optó por modificar la importación, equiparándose con la exportación reportada. El resumen de este trabajo se encuentra en el ANEXO 07.02.

**4.7.7.3.2. Factores de emisión**

El factor de emisión usado corresponde a 0,5 fracción de la sustancia química emitida, para todas las sustancias, de acuerdo al factor por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 7.3.2.2.; Capítulo 7; Volumen 3).

**4.7.7.4. Incertidumbre**

La incertidumbre combinada de la subcategoría es de -94,9 % +316,2 %. En general, no se cuenta con información nacional de la incertidumbre de los datos de actividad y los factores de emisión. Para los datos de actividad se optó por una incertidumbre del -30 % y +300 %, ante la ausencia de mejor información por parte de Aduanas, de acuerdo al punto 7.3.3. Evaluación de incertidumbre, del volumen 3 de las *Directrices del IPCC 2006*. En el caso del factor de emisión, se decidió por una incertidumbre del -90 % y +100 %, 7.2.3. Evaluación de incertidumbre, del volumen 3 de las *Directrices del IPCC 2006*. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 158.

Tabla 158. 2.F.4. Aerosoles: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
2.F.4.	Aerosoles	HFC	30,0%	300,0%	90,0%	100,0%	94,9%	316,2%

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

Se concluye de la tabla anterior que la fuente de incertidumbre corresponde tanto a la relacionada con los datos de actividad como con factores de emisión.

**4.7.7.5. Consistencia de la serie temporal**

Para mantener la consistencia de la serie 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Se debieron aplicar algunas correcciones a los datos de actividad las que se describen en la sección 4.7.7.3.1. *supra*.

**4.7.7.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación****4.7.7.6.1. Control de la calidad**

Durante la actualización del ISGEI de IPPU se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de IPPU. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

- Desarrollo de planillas de información base en la cual se especifican los datos de actividad, factores de emisión, fuentes y supuestos utilizados. Esto permite mantener la información ordenada y documentada para futuras actualizaciones.

- Verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación presentes en las planillas de información base, el informe, y el software IPCC, para garantizar que, en los tres archivos, la información es consistente.
- Se revisó la relación entre las importaciones y exportaciones para cada gas, suponiendo que las importaciones siempre debían ser mayores a las exportaciones, ante la nula actividad productiva del país.
- Confirmación de referencias bibliográficas citadas.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Comparación de las estimaciones actuales con las del ISGEI anterior, de manera de identificar posibles errores de entrada o cálculo. Las divergencias fueron justificadas.

#### 4.7.7.6.2. *Garantía de la calidad*

Previo a la actualización del sector IPPU, el Equipo Técnico de IPPU ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de IPPU como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo 2018\_SGCC\_2IPPU. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

#### 4.7.7.6.3. *Verificación*

No se realizaron mayores actividades para la verificación de las emisiones.

#### 4.7.7.7. *Recálculos*

##### 4.7.7.7.1. *Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras*

Para mejorar los datos de actividad entregados por Aduanas, la sección de Ozono del MMA elaboró el estudio “Elaboración de Inventario Nacional de Hidrofluorocarbonos (HFC)”, en donde se refinan los datos ya levantados y se incorpora información desde 1999 y se consideran otros gases adicionales. A estos cambios se suma el uso de los PCG del AR4 a diferencia del INGEI2016 que utilizó los PCG del SAR.

##### 4.7.7.7.2. *Implicaciones para los niveles de emisión*

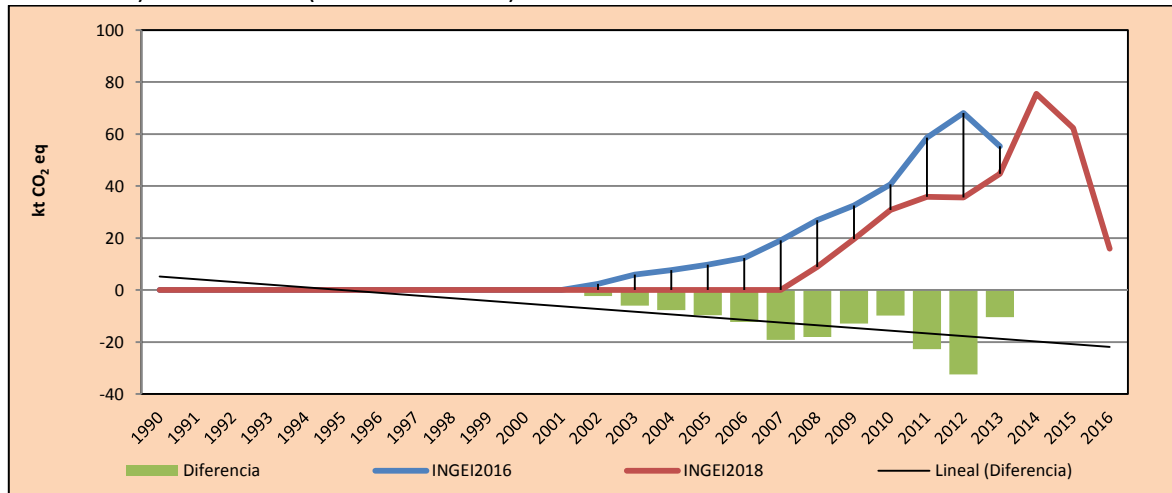
En la Tabla 159 y la Figura 85 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de la subcategoría respecto al inventario anterior (INGEI2016). Esto generó una disminución de las emisiones de GEI de la subcategoría en un promedio de 11,0 kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1999-2013.

Tabla 159. 2.F.4. Aerosoles: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016			40,6	55,2			
INGEI2018			30,7	43,1	72,8	60,7	15,6
Diferencia	0,0	0,0	-9,9	-12,1			
Diferencia %	0,0%	0,0%	-32,3%	-28,1%			

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 85. 2.F.4. Aerosoles: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

#### 4.7.7.8. Plan de mejoramiento

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de IPPU y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Conformación de mesas de trabajo con las empresas, o asociaciones gremiales relacionadas con la industria de los aerosoles, y Aduanas para levantar información estadística y paramétrica de primera fuente, y verificar la información oficial del país.
- Coordinación con la sección de Ozono del MMA para la incorporación de información relacionada con el uso de sustitutos de SAO en aerosoles.

#### 4.7.8. Solventes (2.F.5.)

##### 4.7.8.1. Descripción de la subcategoría

Los HFC se emplean hoy en aplicaciones de solventes en un grado mucho menor que el uso del CFC-113 anterior a su retiro de la circulación y aún se utilizan PFC en raras ocasiones. Los usos de los HFC y/o PFC como solventes se producen en las cuatro principales áreas siguientes:

- Limpieza de precisión;
- Limpieza en la electrónica;
- Limpieza de metales;
- Aplicaciones de deposición.

El uso de compuestos fluorados para solventes en Chile con fines de limpieza de contactos eléctricos, es abastecido en un 100 % por importaciones, ya que dichos compuestos no se producen en Chile. A partir de 2006 comenzaron a importarse estos productos a Chile de manera. Las exportaciones, por el contrario, no son significativas.

#### 4.7.8.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 11,2 kt CO<sub>2</sub> eq (representando el 0,4 % de las emisiones de GEI de la categoría), disminuyendo en un 23,7 % desde 2013 (Tabla 151 y Figura 82). El principal causante de la tendencia es el variable consumo de HFC-134a.

#### 4.7.8.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de emisiones de la subcategoría *Solventes* se aplicó el método Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* basado en el supuesto que considera que las emisiones ocurren generalmente poco después de la producción, en promedio seis meses después de la venta. La estimación considera lo siguiente:

Ecuación 35. 2.F.5. Solventes: estimación de emisiones para los usos de los solventes (Nivel 1)

$$Emisiones_t = S_t \cdot EF + S_{t-1} \cdot (1 - EF)$$

Fuente: Ecuación 7.5; Capítulo 7; Volumen 3; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- Emisiones<sub>t</sub>: emisiones año t, toneladas.
- S<sub>t</sub>: cantidad de HFC y PFC confinada en los productos con aerosol vendidos en el año t, toneladas.
- S<sub>t-1</sub>: cantidad de HFC y PFC confinada en los productos con aerosol vendidos en el año t-1, toneladas.
- EF: factor de emisión como fracción de la sustancia química emitida durante el primer año, fracción.

##### 4.7.8.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Los datos de actividad de los gases fluorados usados para los solventes son elaborados a partir de la información de importación y exportación proporcionados por Aduanas. Según lo informado por la sección de Ozono del MMA, en el país no existe producción ni destrucción de gases fluorados. El balance para el consumo es el siguiente:

Ecuación 36. 2.F.4. Aerosoles: balance de masa para la estimación de consumo de HFC y PFC

$$Consumo = Importación - Exportación$$

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Se debieron aplicar algunas correcciones a los datos de actividad al encontrarse que, para algunos años, la exportación de ciertos gases superaba a la importación. Este hecho parece no seguir el mercado nacional, dado que no se produce ningún tipo de HFC en el país. Para corregir los datos se optó por modificar la importación, equiparándose con la exportación reportada. El resumen de este trabajo se encuentra en el ANEXO 07.02.

##### 4.7.8.3.2. Factores de emisión

El factor de emisión usado corresponde a 0,5 fracción de la sustancia química emitida, para todas las sustancias, de acuerdo al factor por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 7.2.2.2.; Capítulo 7; Volumen 3).

#### 4.7.8.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de la subcategoría es de -94,9 % +316,2 %. En general, no se cuenta con información nacional de la incertidumbre de los datos de actividad y los factores de emisión. Para los datos de actividad se optó por una incertidumbre del -30,0 % y +300,0 %, ante la ausencia de mejor información por parte de Aduanas, de acuerdo al punto 7.3.3. Evaluación de incertidumbre, del volumen 3 de las *Directrices del IPCC 2006*. En el caso del factor de emisión, se decidió por una incertidumbre del -90,0 % y +100,0 % de acuerdo a 7.2.3. Evaluación de incertidumbre, del volumen 3 de las *Directrices del IPCC 2006*. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 158.

Tabla 160. 2.F.5. Solventes: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
2.F.5.	Solventes	HFC	30,0%	300,0%	90,0%	100,0%	94,9%	316,2%

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

Se concluye de la tabla anterior que la fuente de incertidumbre corresponde tanto a la relacionada con los datos de actividad como con factores de emisión.

#### 4.7.8.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Se debieron aplicar algunas correcciones a los datos de actividad las que se describen en la sección 4.7.8.3.1. *supra*.

#### 4.7.8.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

##### 4.7.8.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de IPPU se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de IPPU. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

- Desarrollo de planillas de información base en la cual se especifican los datos de actividad, factores de emisión, fuentes y supuestos utilizados. Esto permite mantener la información ordenada y documentada para futuras actualizaciones.
- Verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación presentes en las planillas de información base, el informe, y el software IPCC, para garantizar que, en los tres archivos, la información es consistente.

- Se revisó la relación entre las importaciones y exportaciones para cada gas, suponiendo que las importaciones siempre debían ser mayores a las exportaciones, ante la nula actividad productiva del país.
- Confirmación de referencias bibliográficas citadas.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Comparación de las estimaciones actuales con las del ISGEI anterior, de manera de identificar posibles errores de entrada o cálculo. Las divergencias fueron justificadas.

#### **4.7.8.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *IPPU*, el Equipo Técnico de IPPU ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de IPPU como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

#### **4.7.8.6.3. Verificación**

No se realizaron mayores actividades para la verificación de las emisiones.

#### **4.7.8.7. Recálculos**

No aplica.

#### **4.7.8.8. Plan de mejoramiento**

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de IPPU y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Conformación de mesas de trabajo con las empresas, o asociaciones gremiales relacionadas con la industria de los solventes, y Aduanas para levantar información estadística y paramétrica de primera fuente, y verificar la información oficial del país.
- Coordinación con la sección de Ozono del MMA para la incorporación de información relacionada con el uso de sustitutos de SAO en aerosoles.

#### **4.7.9. Otras aplicaciones (2.F.6.)**

##### **4.7.9.1. Descripción de la subcategoría**

Los HFC representan un amplio abanico de gases cuyas propiedades los hacen muy atractivos para una variedad de aplicaciones nicho que no están cubiertas por separado en este capítulo. Éstas incluyen los ensayos electrónicos, la transferencia térmica, los fluidos dieléctricos, las aplicaciones médicas y, potencialmente, muchas otras aplicaciones nuevas que no se han desarrollado todavía.

En el caso de Chile el uso de compuestos fluorados en otras aplicaciones como uso médico o industrial, es abastecido en un 100 % por importaciones, ya que dichos compuestos no se producen en Chile. A partir de 2003 comenzaron a importarse estos productos en Chile, y su importación ha crecido considerablemente en el tiempo. Las exportaciones, por el contrario, son insignificantes.



#### 4.7.9.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 7,1 kt CO<sub>2</sub> eq (representando el 0,2 % de las emisiones de GEI de la categoría), incrementándose en un 10,9 % desde 2013 (Tabla 151 y Figura 82). El principal causante de la tendencia es el variable consumo de HFC-134a que alcanza un máximo en 2014.

#### 4.7.9.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de emisiones de la subcategoría *Aerosoles* se aplicó el método Nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* basado en el supuesto que considera que las emisiones ocurren generalmente poco después de la producción, en promedio seis meses después de la venta. La estimación considera lo siguiente:

Ecuación 37. 2.F.6. Otras aplicaciones: estimación de emisiones para los usos de los aerosoles (Nivel 1)

$$Emisiones_t = S_t \cdot EF + S_{t-1} \cdot (1 - EF)$$

Fuente: Ecuación 7.6; Capítulo 7; Volumen 3; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- Emisiones<sub>t</sub>: emisiones año t, toneladas.
- S<sub>t</sub>: cantidad de HFC confinada en los productos con aerosol vendidos en el año t, toneladas.
- S<sub>t-1</sub>: cantidad de HFC confinada en los productos con aerosol vendidos en el año t-1, toneladas.
- EF: factor de emisión como fracción de la sustancia química emitida durante el primer año, fracción.

##### 4.7.9.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Los datos de actividad de los gases fluorados usados para los aerosoles son elaborados a partir de la información de importación y exportación proporcionados por Aduanas. Según lo informado por la sección de Ozono del MMA, en el país no existe producción ni destrucción de gases fluorados. El balance para el consumo es el siguiente:

Ecuación 38. 2.F.4. Aerosoles: balance de masa para la estimación de consumo de HFC y PFC

$$Consumo = Importación - Exportación$$

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Los datos de consumo son presentados en la tabla siguiente.

Tabla 161. 2.F.6. Otras aplicaciones: consumo de aerosoles, serie 2002-2016

Año	HFC-134a (t)	HFC-152a (t)
2003	-	0,005
2004	0,014	0,104
2005	0,029	-

Año	HFC-134a (t)	HFC-152a (t)
2006	0,085	-
2007	0,164	-
2008	0,419	-
2009	0,378	-
2010	0,954	-
2011	1,887	-
2012	3,950	-
2013	4,999	-
2014	6,593	-
2015	6,320	-
2016	3,557	0,018

Nota: valores en rojo es información tratada

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

#### 4.7.9.3.2. Factores de emisión

El factor de emisión usado corresponde a 0,5 fracción de la sustancia química emitida, para todas las sustancias, en consideración de que no se tienen mayores especificaciones del tipo de confinamiento relacionadas al uso de las sustancias.

#### 4.7.9.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de la subcategoría es de -94,9 % +316,2 %. En general, no se cuenta con información nacional de la incertidumbre de los datos de actividad y los factores de emisión. Para los datos de actividad se optó por una incertidumbre del -30,0 % y +300,0 %, ante la ausencia de mejor información por parte de Aduanas, de acuerdo al punto 7.3.3. Evaluación de incertidumbre, del volumen 3 de las *Directrices del IPCC 2006*. En el caso del factor de emisión, se decidió por una incertidumbre del -90,0 % y +100,0 %, obtenido de 7.2.3. Evaluación de incertidumbre, del volumen 3 de las *Directrices del IPCC 2006*. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 158.

Tabla 162. 2.F.6. Otras aplicaciones: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
2.F.6.	Otras aplicaciones	HFC	30,0%	300,0%	90,0%	100,0%	94,9%	316,2%

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

Se concluye de la tabla anterior que la fuente de incertidumbre corresponde tanto a la relacionada con los datos de actividad como con factores de emisión.

#### **4.7.9.5. Consistencia de la serie temporal**

Para mantener la consistencia de la serie 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Se debieron aplicar algunas correcciones a los datos de actividad las que se describen en la sección 4.7.9.3.1. *supra*.

#### **4.7.9.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación**

##### **4.7.9.6.1. Control de la calidad**

Durante la actualización del ISGEI de IPPU se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de IPPU. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

- Desarrollo de planillas de información base en la cual se especifican los datos de actividad, factores de emisión, fuentes y supuestos utilizados. Esto permite mantener la información ordenada y documentada para futuras actualizaciones.
- Verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación presentes en las planillas de información base, el informe, y el software IPCC, para garantizar que, en los tres archivos, la información es consistente.
- Se revisó la relación entre las importaciones y exportaciones para cada gas, suponiendo que las importaciones siempre debían ser mayores a las exportaciones, ante la nula actividad productiva del país.
- Confirmación de referencias bibliográficas citadas.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Comparación de las estimaciones actuales con las del ISGEI anterior, de manera de identificar posibles errores de entrada o cálculo. Las divergencias fueron justificadas.

##### **4.7.9.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *IPPU*, el Equipo Técnico de IPPU ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de IPPU como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

##### **4.7.9.6.3. Verificación**

No se realizaron mayores actividades para la verificación de las emisiones.

##### **4.7.9.7. Recálculos**

No aplica.

##### **4.7.9.8. Plan de mejoramiento**

No se consideran acciones de mejora para esta subcategoría.

#### 4.8. Manufactura y utilización de otros productos (2.G.)

##### 4.8.1. Descripción de la categoría

La categoría *Manufactura y utilización de otros productos* incluye las emisiones del uso de SF<sub>6</sub>, PFC y N<sub>2</sub>O en diferentes aplicaciones que se basan en las diferentes propiedades físicas de estas sustancias, como la elevada constante dieléctrica del SF<sub>6</sub>, la estabilidad de los PFC y los efectos anestésicos del N<sub>2</sub>O. Las subcategorías incluidas son:

- 2.G.1. Equipos eléctricos.
- 2.G.2. SF<sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos.
- 2.G.3. N<sub>2</sub>O de usos de productos.

En el contexto nacional solo se registra la actividad relacionada con equipos eléctricos.

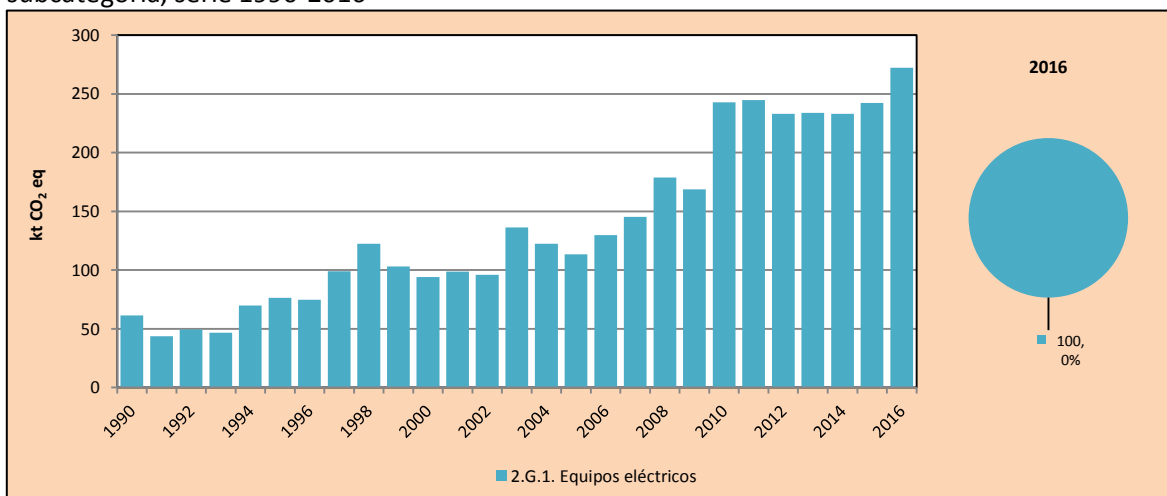
##### 4.8.2. Tendencia de las emisiones de GEI

La categoría *Manufactura y utilización de otros productos* es la quinta categoría emisora de GEI del sector IPPU representando el 3,9 % de las emisiones del sector. En 2016, sus emisiones de GEI contabilizaron 272,3 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 344,0 % desde 1990 y en un 16,4 % desde 2013. El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la creciente instalación de interruptores de alta tensión y subestaciones eléctricas, y la mantención de las mismas. Las emisiones de esta categoría corresponden en su totalidad a las emisiones de la subcategoría *Equipos eléctricos* (Tabla 163 y Figura 86).

Tabla 163. 2.G. Manufactura y utilización de otros productos: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016

Subcategoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
2.G.1. Equipos eléctricos	61,3	94,1	242,7	233,8	232,9	242,3	272,3
<b>Total</b>	<b>61,3</b>	<b>94,1</b>	<b>242,7</b>	<b>233,8</b>	<b>232,9</b>	<b>242,3</b>	<b>272,3</b>

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 86. 2.G. Manufactura y utilización de otros productos: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

#### 4.8.3. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de la categoría se aplicó el método Nivel 1. La subcategoría *SF<sub>6</sub>* y *PFC de otros usos de productos* no ocurre en el país, mientras que *N<sub>2</sub>O de usos de productos* no fue estimada por falta de datos de actividad. En la Tabla 164 se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 164. 2.G. Manufactura y utilización de otros productos: aspectos metodológicos.

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O		HFC		PFC		SF <sub>6</sub>	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
2.G. Manufactura y utilización de otros productos					NA, NE	NA, NE			NO	NO	T1, NO	D, NO
2.G.1. Equipos eléctricos									NO	NO	T1	D
2.G.2. SF <sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos									NO	NO	NO	NO
2.G.3. N <sub>2</sub> O de usos de productos					NA, NE	NA, NE						
2.G.4. Otros (especificar)												

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

El cálculo de las emisiones para las subcategorías en las que se aplicó el método Nivel 1 se realizó a través de planillas Excel basadas en las hojas de trabajo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

#### 4.8.4. Equipos eléctricos (2.G.1.)

##### 4.8.4.1. Descripción de la subcategoría

El hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) se emplea como aislante eléctrico y para interrumpir la corriente en los equipos utilizados en la transmisión y distribución de electricidad. Las emisiones se producen en cada etapa del ciclo de vida útil de los equipos, incluida la fabricación, la instalación, el uso, el mantenimiento y la eliminación. La mayor parte del SF<sub>6</sub> utilizado en los equipos eléctricos se emplea en conmutadores y subestaciones con aislación de gas (GIS, del inglés, Gas-Insulated Substations) y en los disyuntores a gas (GCB, del inglés, Gas Circuit Breakers), aunque parte del SF<sub>6</sub>

se emplea en líneas de alta tensión con aislación de gas (GIL, del inglés, Gas-Insulated Lines), en transformadores para aparatos de medida externos con aislación de gas y en otros equipos.

Entre 1990 y 2016, la instalación y uso de equipos eléctricos en Chile ha ido en aumento, de la mano con el crecimiento de la capacidad eléctrica de los diferentes sistemas que componen el sistema eléctrico nacional y la red de transmisión asociada.

#### 4.8.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI

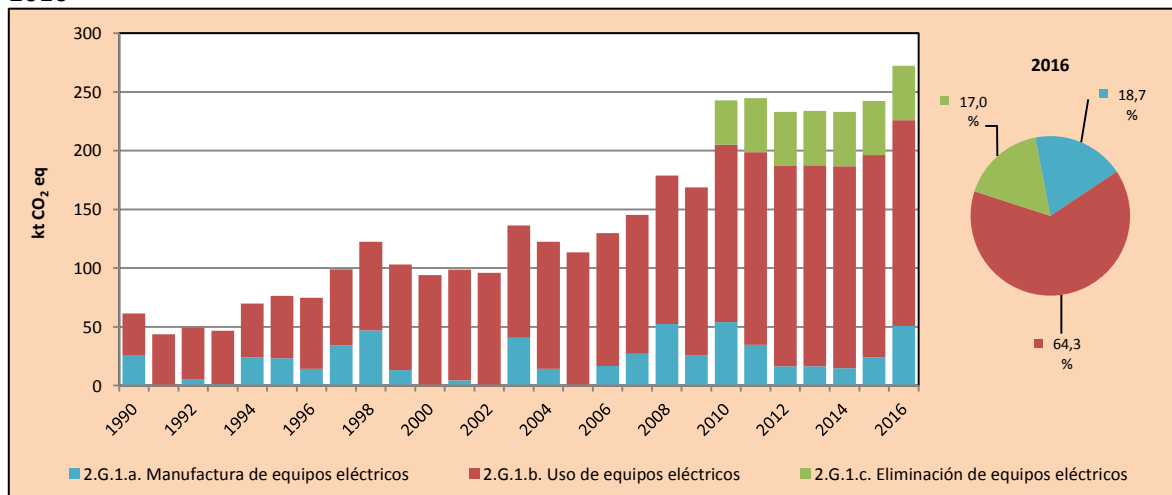
La subcategoría *Equipos eléctricos* es la única subcategoría emisora estimada dentro de la categoría *Manufactura y utilización de otros productos*. En 2016, las emisiones de GEI de contabilizaron 272,3 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 344,0 % desde 1990 y en un 16,4 % desde 2013 (Tabla 165 y Figura 87). El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la creciente instalación de interruptores de alta tensión y subestaciones eléctricas, y la mantención de las mismas.

Tabla 165. 2.G.1. Equipos eléctricos: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
2.G.1.a. Manufactura de equipos eléctricos	25,5	0,0	54,0	16,5	14,8	24,0	50,9
2.G.1.b. Uso de equipos eléctricos	35,8	94,1	150,8	171,1	171,9	172,1	175,2
2.G.1.c. Eliminación de equipos eléctricos	0,0	0,0	37,9	46,2	46,2	46,2	46,2
<b>Total</b>	<b>61,3</b>	<b>94,1</b>	<b>242,7</b>	<b>233,8</b>	<b>232,9</b>	<b>242,3</b>	<b>272,3</b>

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 87. 2.G.1. Equipos eléctricos: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

#### 4.8.4.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de emisiones de la subcategoría *Equipos eléctricos* se utilizó un método de Nivel 1 de acuerdo a las *Directrices del IPCC 2006*, basado en la sumatoria de las emisiones de cada una de las etapas del ciclo de vida de cada tipo de equipo eléctrico (manufactura, instalación, uso y disposición). La estimación considera lo siguiente:

Ecuación 39. 2.G.1. Equipos eléctricos: método del factor de emisión por defecto (Nivel 1)

$$Emisión_{Total} = E_{Manufactura} + E_{Instalación} + E_{Uso} + E_{Disposición}$$

Fuente: Ecuación 8.1; Capítulo 8; Volumen 3; *Directrices del IPCC de 2006*.

Donde:

- $E_{Manufactura} = \text{Factor Emisión}_{Manufactura} \cdot \text{Total SF}_6 \text{ consumido Manufactura}$ ,
- $E_{Instalación} = \text{Factor Emisión}_{Instalación} \cdot \text{Capacidad total de equipo nuevo llenado en sitio (y no en la fabrica)}$ ,
- $E_{Uso} = \text{Factor Emisión}_{Uso} \cdot \text{Capacidad total de equipos instalados}$ , y
- $E_{Disposición} = \text{Fracción SF}_6 \text{ remanente} \cdot \text{Capacidad total equipos retirados}$ .

Es importante mencionar que en el caso nacional no existe manufactura de estos equipos.

**4.8.4.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos**

Los datos de actividad recopilados para la estimación de emisiones corresponden a la capacidad de SF<sub>6</sub> en nuevos equipos instalados, SF<sub>6</sub> presente en los equipos en uso de acuerdo a la capacidad nominal y, la capacidad de los equipos retirados. Los datos se obtuvieron para toda la serie temporal, distinguiendo entre equipos interruptores de alta tensión y subestaciones eléctricas encapsuladas (GIS). Los datos fueron estimados a partir de información levantada por la principal empresa importadora de SF<sub>6</sub> del país, en función de los datos disponibles de equipos y el crecimiento de la red de transmisión en función de la potencia instalada (Tabla 166 y Tabla 167).

Tabla 166. 2.G.1. Equipos eléctricos: datos de actividad de equipos eléctricos de alta tensión (kg) para las diferentes etapas del ciclo de vida, serie 1990-2016

Año	Capacidad instalada (kg)	Sistemas en operación (kg)	Remanente en equipos retirados (kg)
1990	2.403,7	10.901,0	0,0
1991	0,0	13.304,8	0,0
1992	530,1	13.304,8	0,0
1993	103,5	13.834,9	0,0
1994	2.264,7	13.939,1	0,0
1995	2.187,9	16.203,7	0,0
1996	1.346,6	18.391,7	0,0
1997	3.216,4	19.738,2	0,0
1998	4.422,0	22.954,0	0,0
1999	1.236,8	27.376,1	0,0
2000	0,0	28.612,9	0,0
2001	429,7	28.612,9	0,0
2002	48,0	29.042,6	0,0
2003	3.848,2	29.090,6	0,0
2004	1.341,6	32.939,5	0,0
2005	58,0	34.281,0	0,0
2006	1.586,7	34.338,4	0,0
2007	2.554,7	35.925,7	0,0
2008	4.936,0	38.480,4	0,0
2009	2.446,2	43.416,4	0,0
2010	5.095,6	45.862,5	1.090,2

Año	Capacidad instalada (kg)	Sistemas en operación (kg)	Remanente en equipos retirados (kg)
2011	3.270,1	49.867,9	1.330,4
2012	1.558,0	51.807,6	1.330,4
2013	1.558,0	52.035,3	1.330,4
2014	1.399,9	52.262,9	1.330,4
2015	2.267,7	52.332,5	1.330,4
2016	4.801,4	53.269,9	1.330,4

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Tabla 167. 2.G.1. Equipos eléctricos: datos de actividad de subestaciones GIS (kg) para las diferentes etapas del ciclo de vida, serie 1990-2016

Año	Capacidad instalada (kg)	Sistemas en operación (kg)	Remanente en equipos retirados (kg)
1990	1.450,3	6.577,0	0,0
1991	0,0	8.027,2	0,0
1992	319,9	8.027,2	0,0
1993	62,5	8.347,1	0,0
1994	1.366,3	8.409,9	0,0
1995	1.320,1	9.776,3	0,0
1996	812,4	11.096,3	0,0
1997	1.940,6	11.908,8	0,0
1998	2.668,0	13.849,0	0,0
1999	746,2	16.516,9	0,0
2000	0,0	17.263,1	0,0
2001	259,3	17.263,1	0,0
2002	29,0	17.522,4	0,0
2003	2.321,8	17.551,4	0,0
2004	809,4	19.873,5	0,0
2005	35,0	20.683,0	0,0
2006	957,3	20.717,6	0,0
2007	1.541,3	21.675,3	0,0
2008	2.978,0	23.216,6	0,0
2009	1.475,8	26.194,6	0,0
2010	3.074,4	27.670,5	657,8
2011	1.972,9	30.087,1	802,6
2012	940,0	31.257,4	802,6
2013	940,0	31.394,7	802,6
2014	844,6	31.532,1	802,6
2015	1.368,2	31.574,0	802,6
2016	2.896,9	32.139,6	802,6

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

#### 4.8.4.3.2. Factores de emisión

Los factores de emisión de SF<sub>6</sub> para la instalación, uso y disposición de equipos eléctricos dependen del tipo de equipo y la región. Dado que no se tiene detalles sobre las características o procedencia de los equipos nacionales, se tomó una decisión conservadora y se escogieron los valores más altos reportados por las *Directrices del IPCC del 2006*. Los factores de emisión se presentan en la Tabla 168.



Tabla 168. 2.G.1. Equipos eléctricos: factores de emisión (fracción) para cada etapa, por tipo de equipo.

Etapa	Interruptores de alta tensión (*)	GIS (**)
Instalación	0,290	0,290
Uso	0,140	0,007
Disposición	0,950	0,950

Fuente: (\*) Cuadro 8.3; Capítulo 8, Volumen 3; *Directrices del IPCC de 2006* (\*\*) Cuadro 8.4; Capítulo 8; Volumen 3; *Directrices del IPCC de 2006*

#### 4.8.4.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de la subcategoría es de  $\pm 23,6\%$ . En general, no se cuenta con información nacional de la incertidumbre de los datos de actividad y los factores de emisión, por lo que consideraron las recomendadas por las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 8.5; Capítulo 8; Volumen 3). Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 169.

Tabla 169. 2.G.1. Equipos eléctricos: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
2.G.1.a.	Manufactura de equipos eléctricos	SF <sub>6</sub>	20,0%	20,0%	30,0%	30,0%	36,1%	36,1%
2.G.1.b.	Uso de equipos eléctricos	SF <sub>6</sub>	20,0%	20,0%	30,0%	30,0%	36,1%	36,1%
2.G.1.c.	Eliminación de equipos eléctricos	SF <sub>6</sub>	20,0%	20,0%	30,0%	30,0%	36,1%	36,1%

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

Se concluye de la tabla anterior que la mayor fuente de incertidumbre corresponde a la relacionada con los factores de emisión por defecto y, por lo tanto, a la ausencia de factores país específico.

#### 4.8.4.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos.

#### 4.8.4.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

##### 4.8.4.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de IPPU se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de IPPU. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_2IPPU*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

- Desarrollo de planillas de información base en la cual se especifican los datos de actividad, factores de emisión, fuentes y supuestos utilizados. Esto permite mantener la información ordenada y documentada para futuras actualizaciones.
- Verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación presentes en las planillas de información base, el informe, y el software IPCC, para garantizar que, en los tres archivos, la información es consistente.
- Confirmación de referencias bibliográficas citadas.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Elaboración de planilla de cálculo consolidada, en la cual se agrupan las planillas anuales exportadas del software IPCC. En dicha planilla, mediante fórmulas, se realiza la agregación de datos por categoría, por gas de efecto invernadero y por sector IPPU. Se revisaron todas las fórmulas utilizadas, para evitar errores en los cálculos.

#### 4.8.4.6.2. **Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector IPPU, el Equipo Técnico de IPPU ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de IPPU como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo 2018\_SGCC\_2IPPU. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

#### 4.8.4.6.3. **Verificación**

Los datos de actividad fueron confirmados por el mayor importador de SF<sub>6</sub> del país. No se realizaron otros procedimientos de verificación.

#### 4.8.4.7. **Recálculos**

##### 4.8.4.7.1. **Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras**

Se efectuó un recálculo asociado al nuevo valor del potencial de calentamiento global (PCG) de hexafluoruro de azufre, que es menor que el valor utilizado para el INGEI2016. Adicionalmente para el año 2013 se mejoró a estimación de los datos de actividad utilizados ya que se contaba con mejor información.

##### 4.8.4.7.2. **Implicaciones para los niveles de emisión**

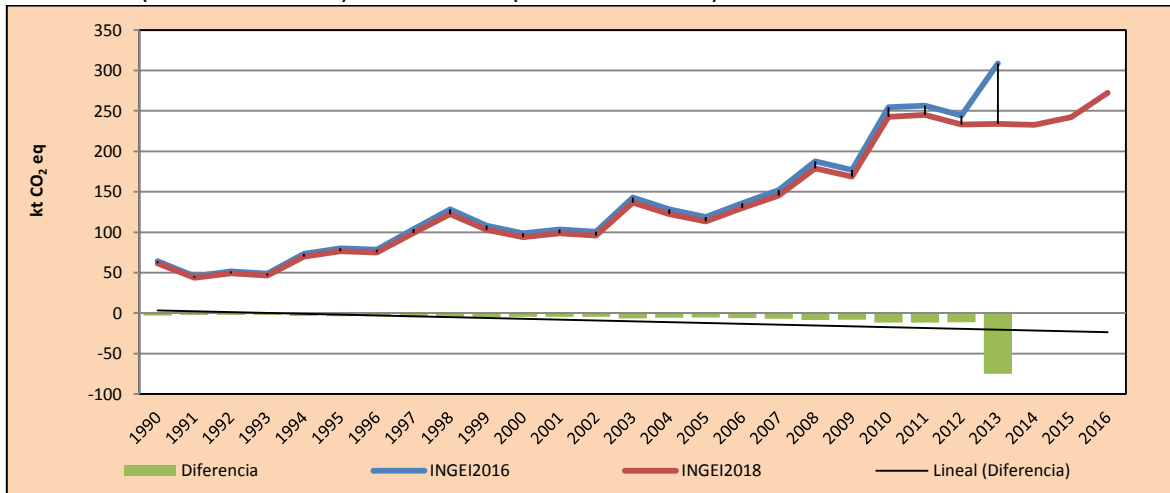
En la Tabla 159 y la Figura 85 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de la subcategoría respecto al inventario anterior (INGEI2016). Esto generó una disminución de las emisiones de GEI de la subcategoría en un promedio de 8,7 kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1990-2013.

Tabla 170. 2.G.1. Equipos eléctricos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	64,3	98,6	254,4	308,7			
INGEI2018	61,3	94,1	242,7	233,8	232,9	242,3	272,3
<b>Diferencia</b>	<b>-3,0</b>	<b>-4,5</b>	<b>-11,7</b>	<b>-74,9</b>			
<b>Diferencia %</b>	<b>0,0%</b>	<b>0,0%</b>	<b>-4,8%</b>	<b>-32,0%</b>			

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Figura 88. 2.G.1. Equipos eléctricos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

#### 4.8.4.8. Plan de mejoramiento

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de IPPU y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Conformación de mesas de trabajo con las empresas, o asociaciones gremiales, que tengan participación en la subcategoría, para levantar información estadística y paramétrica de primera fuente, y verificar la información oficial del país.

#### 4.8.5. SF<sub>6</sub> y PFC de otros usos de productos (2.G.2.)

Esta subcategoría no ocurre en el país.

#### 4.8.6. N<sub>2</sub>O de otros usos de productos (2.G.3.)

Esta subcategoría no fue estimada por falta de datos de actividad.

#### 4.8.7. Otros (2.G.4.)

Esta subcategoría no ocurre en el país.

#### 4.9. Otros (2.H.)

Esta categoría no aplica dada las circunstancias nacionales.

## **5. SECTOR AGRICULTURA (3)**

## 5.1. Panorama general

### 5.1.1. Introducción

El sector Agricultura incluye las emisiones y absorciones de GEI asociadas a las actividades agropecuarias de las tierras gestionadas en las que ha habido intervención humana y donde se han aplicado prácticas para la realización de actividades de producción, ecológicas o sociales. Este conjunto de actividades incluye:

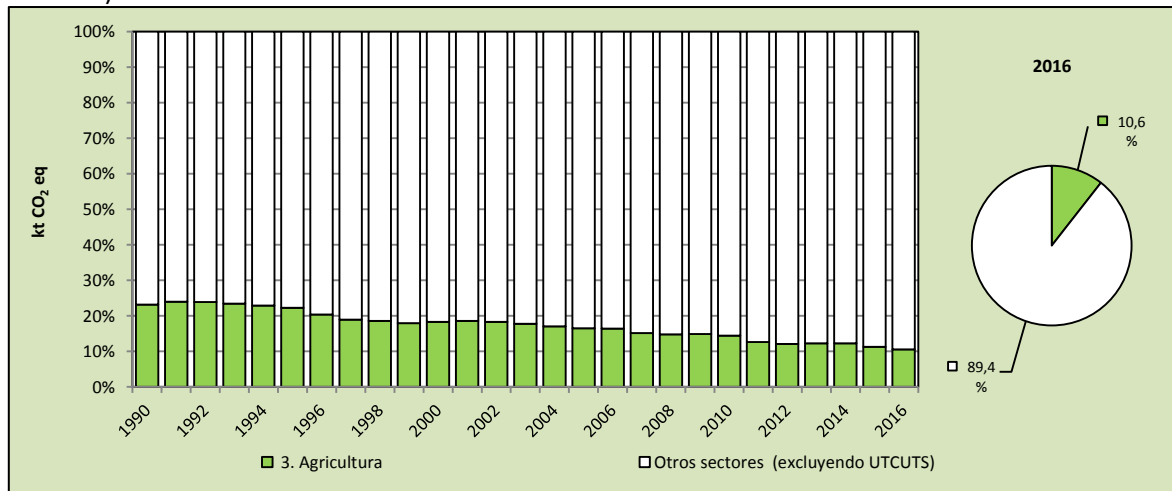
- Las emisiones de CH<sub>4</sub> producidas por la fermentación entérica en el ganado;
- Las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O de los sistemas de gestión del estiércol;
- Las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionados con la utilización de fertilizantes inorgánicos;
- Las emisiones de CO<sub>2</sub> producido por el drenaje de suelos orgánicos gestionados;
- Las emisiones directas e indirectas de N<sub>2</sub>O de los suelos gestionados;
- Las emisiones de CO<sub>2</sub> relacionadas con la aplicación de cal y urea en tierras gestionadas
- Las emisiones de CH<sub>4</sub> del cultivo del arroz, y;

En el contexto nacional, se incluyen la gran mayoría de las emisiones GEI resultantes de las actividades anteriormente señaladas. Aquellas actividades que han sido excluidas serán tratadas en sus correspondientes secciones.

### 5.1.2. Tendencia de las emisiones de GEI

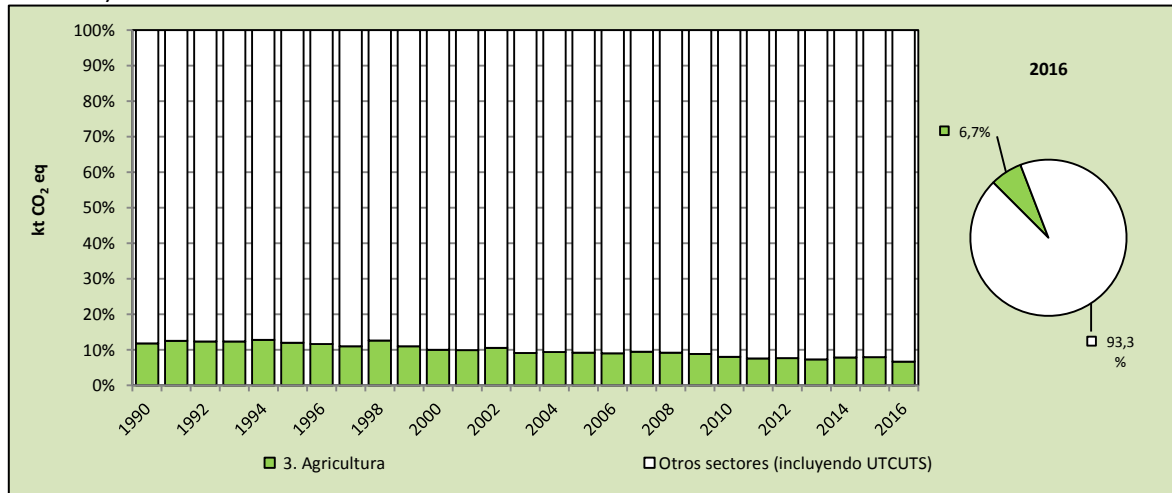
El sector Agricultura representó el 10,6 % de las emisiones de GEI totales (Figura 89) y el 6,7 % del balance de GEI del país (Figura 90) para el 2016.

Figura 89. Sector Agricultura: participación del sector en las emisiones de GEI totales (excluyendo UTCUTS)



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Figura 90. Sector Agricultura: participación del sector en las emisiones de GEI totales (incluyendo UTCUTS)



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

En 2016, las emisiones de GEI del sector contabilizaron 11.801,6 kt CO<sub>2</sub> eq, disminuyendo en un 2,2 % desde 1990 y en un 8,1 % desde 2013 (Tabla 171 y Figura 91). En términos generales, esto se debe mayormente a la baja de la población del ganado bovino y ovino que se ha registrado durante la última década, a pesar del aumento sostenido que han tenido el ganado porcino y aves de corral; y el aumento en el uso de fertilizantes nitrogenados.

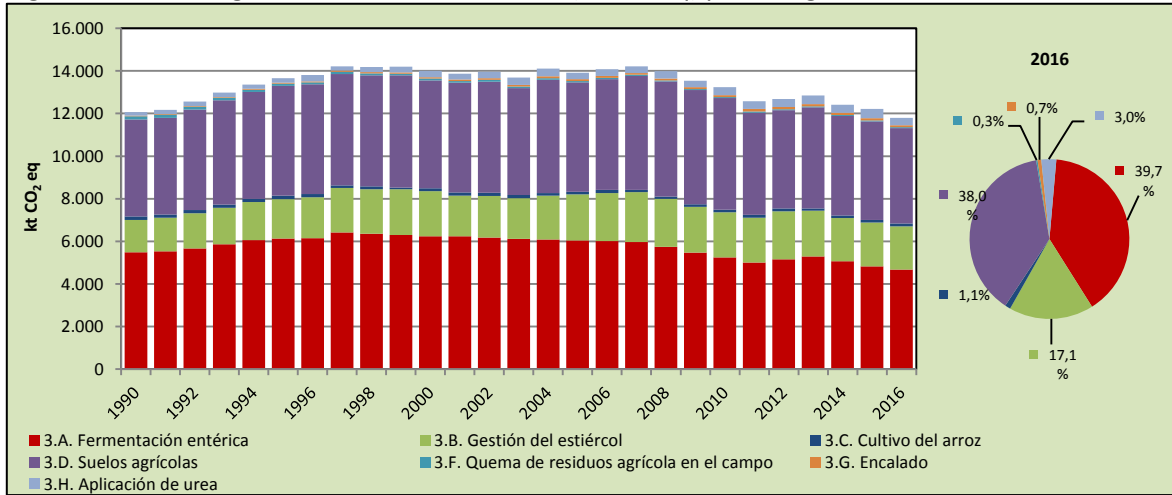
Respecto a las categorías, el 39,7 % de las emisiones de GEI corresponden a la categoría *Fermentación Entérica*, le siguen con 38,0 % de *Suelos Agrícolas*, 17,1 % por *Gestión del Estiércol*, 3,0 % por *Aplicación de Urea*, 1,1 % de *Cultivo de Arroz*, 0,7 % por *Encalado* y 0,3 % correspondiente a *Quema de residuos agrícolas en el campo*.

Tabla 171. Sector Agricultura: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por categoría, serie 1990-2016

Categoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
3.A. Fermentación entérica	5.488,7	6.245,1	5.250,4	5.292,1	5.064,1	4.833,5	4.682,0
3.B. Gestión del estiércol	1.521,9	2.111,2	2.112,9	2.147,9	2.031,3	2.057,4	2.022,1
3.C. Cultivo del arroz	164,2	129,8	123,6	105,8	112,8	119,5	133,7
3.D. Suelos agrícolas	4.547,3	5.071,0	5.238,7	4.746,2	4.683,2	4.621,7	4.483,6
3.F. Quema de residuos agrícola en el campo	148,9	85,1	48,3	46,9	46,0	50,6	34,8
3.G. Encalado	30,8	63,6	92,9	108,9	100,2	95,1	88,4
3.H. Aplicación de urea	169,7	302,9	377,2	400,4	381,5	433,0	357,0
<b>Total</b>	<b>12.071,4</b>	<b>14.008,7</b>	<b>13.244,1</b>	<b>12.848,4</b>	<b>12.419,1</b>	<b>12.210,6</b>	<b>11.801,6</b>

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Figura 91. Sector Agricultura: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por categoría, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

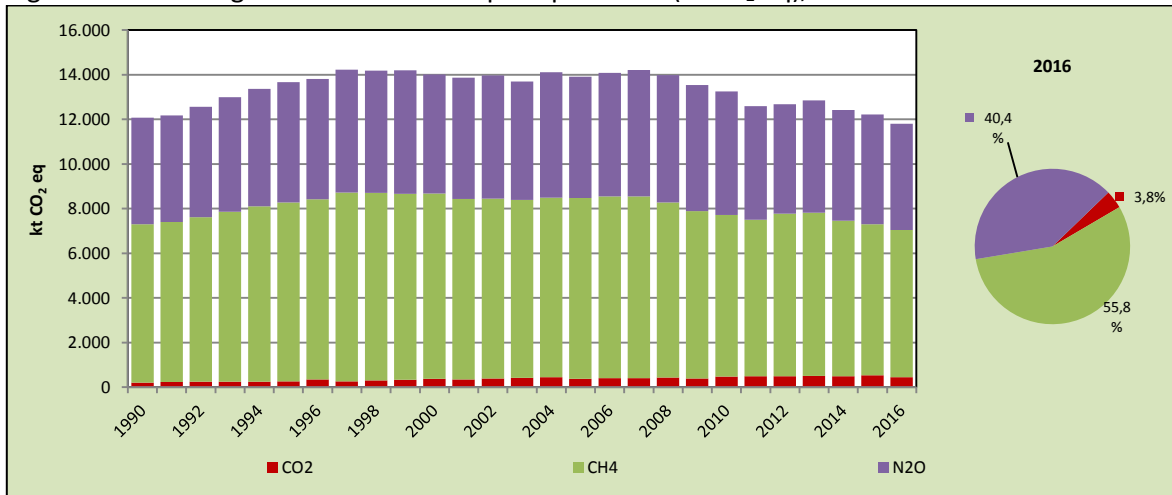
En 2016, el principal GEI emitido por el sector fue el CH<sub>4</sub>, representando un 55,8 % del sector. Lo sigue el N<sub>2</sub>O con un 40,4 % y el CO<sub>2</sub> con un 3,8 % (Tabla 172 y Figura 92).

Tabla 172. Sector Agricultura: emisiones por tipo de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016

GEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
CO <sub>2</sub>	200,5	366,5	470,1	509,3	481,7	528,1	445,4
CH <sub>4</sub>	7.100,4	8.308,8	7.246,5	7.298,7	6.973,8	6.770,5	6.589,5
N <sub>2</sub> O	4.770,5	5.333,4	5.527,5	5.040,3	4.963,6	4.912,0	4.766,7
<b>Total</b>	<b>12.071,4</b>	<b>14.008,7</b>	<b>13.244,1</b>	<b>12.848,4</b>	<b>12.419,1</b>	<b>12.210,6</b>	<b>11.801,6</b>

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Figura 92. Sector Agricultura: emisiones por tipo de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

### 5.1.3. Aspectos metodológicos generales del sector

Para todas las categorías consideradas en el sector se utilizaron las metodologías propuestas por las *Directrices del IPCC de 2006*. Se aplicó el método Nivel 2 para las emisiones de CH<sub>4</sub> de la

subcategoría *Ganado vacuno* de la categoría *Fermentación entérica* usando factores de emisión país específico; al igual que para las emisiones de CH<sub>4</sub> de la subcategoría *Ganado vacuno* y *Porcinos* de la categoría *Gestión del estiércol*; en todas las otras especies de ambas categorías se aplicó un método Nivel 1. Para todas las subcategorías de la categoría *Suelos agrícolas* se aplicó método Nivel 1, excepto para las regiones de Biobío, La Araucanía Los Ríos y Los Lagos de la subcategoría *Fertilizantes Inorgánicos* que se contó con factores de emisión país específicos para esas regiones. En el caso de las categorías *Encalado*, *Cultivo de arroz*, *Aplicación de urea* se aplicó un método Nivel 1. Para mayor detalle de la información, se sugiere revisar las secciones específicas de cada categoría y subcategoría. En la Tabla 173 se observa un resumen de los métodos aplicados por categoría y por tipo de GEI.

Tabla 173. Sector Agricultura: métodos aplicados por categoría

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.	Agricultura	T1, NO, NA	D, NO, NA	T1, T2, NO, NA	CS, D, NO, NA, NE	T1, T2, NO, NA, NE	CS, D, NO, NA, NE
3.A.	Fermentación entérica			T1, T2, NO	CS, D, NO		
3.B.	Gestión del estiércol			T1, T2, NO	CS, D, NO	T1, T2, NO	CS, D, NO
3.C.	Cultivo del arroz			T1, NE, NO	D, NE, NO		
3.D.	Suelos agrícolas					T1, T2, NE	D, CS, NE
3.E.	Quema prescrita de sabanas	NO	NO				
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo			T1	D	T1	D
3.G.	Encalado	T1	D				
3.H.	Aplicación de urea	T1	D				
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono	NO	NO				
3.J.	Otros (Fertilizantes inorgánicos - arrozales inundados)	NA	NA	NA	NA	NA	NA

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

El cálculo de las emisiones para este sector se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de Agricultura con base en las hojas de trabajo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

#### 5.1.4. Datos de actividad del sector

En el sector Agricultura los datos de actividad son en su mayoría la población (cabezas) de las especies animales y fertilizante aplicado a los suelos (toneladas). Esta información proviene principalmente de los *Censos Agropecuarios y Forestales 1997 y 2007*, *Encuestas bianuales*, *Información entregada por la empresa privada* y *Anuarios estadísticos* elaborados por las mismas instituciones que forman parte del Equipo Técnico de Agricultura. Mayor detalle de las fuentes de datos de actividad será presentado en cada sección específica.



## 5.2. Fermentación entérica (3.A.)

### 5.2.1. Descripción de la categoría

Esta categoría incluye las emisiones de CH<sub>4</sub> generadas por la fermentación entérica que se produce en los sistemas digestivos de los animales. La categoría está conformada por las subcategorías siguientes:

- 3.A.1. *Ganado vacuno*,
- 3.A.2. *Ovinos*,
- 3.A.3. *Porcinos* y
- 3.A.4. *Otras especies*.

En el contexto nacional, estas subcategorías incluyen diversas especies animales agrupadas en los siguientes componentes:

- Ganado vacuno (incluye vacas lecheras, vacas carne, vaquillas, adultos carne, jóvenes carne y terneros);
- Ovinos (ovejas);
- Caprinos (cabras);
- Camélidos (incluye como población única a llamas y alpacas);
- Equinos (caballos);
- Mulas y asnos;
- Porcinos (cerdos desagregados en verracos, marranas y juveniles);
- Aves de corral (incluye como población única a gallinas ponedoras y de carne, patos, pavos y otras aves de corral); y
- Ciervos y Jabalíes.

### 5.2.2. Tendencia de las emisiones de GEI

La categoría *Fermentación entérica* es la principal categoría emisora de GEI del sector *Agricultura*, representando el 39,7 % de las emisiones de GEI del sector. En 2016, sus emisiones de GEI contabilizaron 4.682,0 kt CO<sub>2</sub> eq, disminuyendo en un 14,7 % desde 1990 y en un 11,5 % desde 2013. El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la baja en las poblaciones de ganado vacuno, ovinos, caprinos y equinos, que en su conjunto representan el 97,1 % de emisiones en el 2016 de la categoría.

Respecto a las subcategorías, el *Ganado vacuno* es la de mayor relevancia con un 85,9 %, seguida de un 7,6 % de *Ovinos*, un 2,4 % de *Porcinos* y 4,0 % de *Otras especies* formado por *Equinos* (2,3 %) *Caprinos* (1,3 %), *Camélidos (llamas y alpacas)* (0,3 %), *ciervos y jabalíes* (0,1 %) y *Mulas y asnos* (0,1 %).

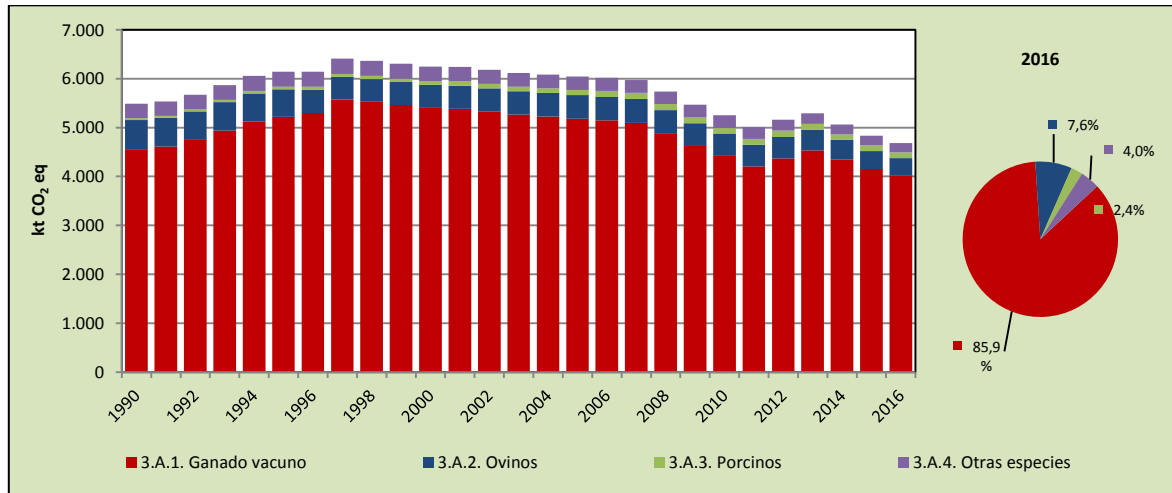
Tabla 174. 3.A. Fermentación entérica: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016

Subcategoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
3.A.1. Ganado vacuno	4.556,3	5.406,4	4.423,7	4.535,0	4.350,9	4.150,6	4.022,0
3.A.2. Ovinos	600,1	470,5	453,6	425,3	398,4	371,5	357,1

Subcategoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
3.A.3. Porcinos	37,8	70,1	116,5	119,4	110,8	115,5	114,5
3.A.4. Otras especies	294,6	298,1	256,6	212,4	204,1	195,9	188,3
<b>Total</b>	<b>5.488,7</b>	<b>6.245,1</b>	<b>5.250,4</b>	<b>5.292,1</b>	<b>5.064,1</b>	<b>4.833,5</b>	<b>4.682,0</b>

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Figura 93. 3.A. Fermentación entérica: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

### 5.2.3. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de la categoría *Fermentación entérica* se aplicó el método Nivel 2 para las emisiones de CH<sub>4</sub> de la subcategoría *Ganado vacuno* usando factores de emisión país específico; en todas las otras especies se aplicó un método Nivel 1. Ambos métodos de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006*. En la Tabla 175 se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 175. 3.A. Fermentación entérica: métodos aplicados por subcategoría

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método Aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.A.	Fermentación entérica			T1, T2, NO, NE	CS, D, NO, NE		
3.A.1.	Ganado vacuno			T2	CS		
3.A.2.	Ovinos			T1	D		
3.A.3.	Porcinos			T1	D		
3.A.4.a.	Búfalos			NO	NO		
3.A.4.b.	Caprinos			T1	D		
3.A.4.c.	Equinos			T1	D		
3.A.4.d.	Mulas y asnos			T1	D		
3.A.4.e.	Aves de corral			NE	NE		
3.A.4.f.	Camélidos (llamas y alpacas)			T1	D		
3.A.4.g.i.	Ciervos			T1	D		

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método Aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.A.4.g.ii.	Jabalíes			T1	D		

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

El cálculo de las emisiones para esta categoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de Agricultura con base en las hojas de trabajo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

#### 5.2.4. Datos de actividad de la categoría

Las categorías *Fermentación entérica* y *Gestión del estiércol* se encuentran interrelacionadas, de manera que parte de los datos de actividad estadísticos y paramétricos empleados en las estimaciones de GEI es común para ambas. Asimismo, la categoría de *Gestión del estiércol* genera información (Nitrógeno excretado) que es empleada en las subcategorías *Emisiones directas e indirectas de los suelos agrícolas* de la categoría *Suelos agrícolas*.

Las poblaciones de las especies animales, en cabezas-año, fueron obtenidos de los *Censos Agropecuarios y Forestales 1997 y 2007*, de las estadísticas anuales y bianuales publicadas por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA) y ASPROCER (existencia de porcinos). Los valores de población animal fueron obtenidos principalmente de ODEPA a diferencia del inventario anterior en que se utilizaron, en su mayoría, datos de FAO (FAOSTAT). Este cambio se hizo ya que se tiene mayor certeza de los datos recogidos y publicados nacionalmente a través de ODEPA. Para las especies animales que no contaban con información entre los años de intercensales 1996/1997 y 2006/2007, se realizaron interpolaciones entre ambos censos para cada especie animal a excepción de los porcinos, que cuenta con información anual entregada por la empresa privada. Para los años anteriores al 1997, para la mayoría de las especies animales, se efectuaron extrapolaciones, excepto para las especies animales de bovinos, ovinos, porcinos y equinos, los cuales contaban con información anual entre 1990 y 1996. Para los años posteriores al 2007, se usaron proyecciones entre las encuestas bianuales realizados por ODEPA. Para ganado bovino se contó con la información de las encuestas de 2009, 2011, 2013 y 2015. Para el ganado ovino y caprino se contó con los datos de las encuestas realizadas en 2010, 2013 y 2015. Para aves de corral se obtuvo información, para los 2010, 2011, 2012, 2013, 2014 y 2015. Los resultados obtenidos se observan en la Tabla 176 y en la Figura 94.

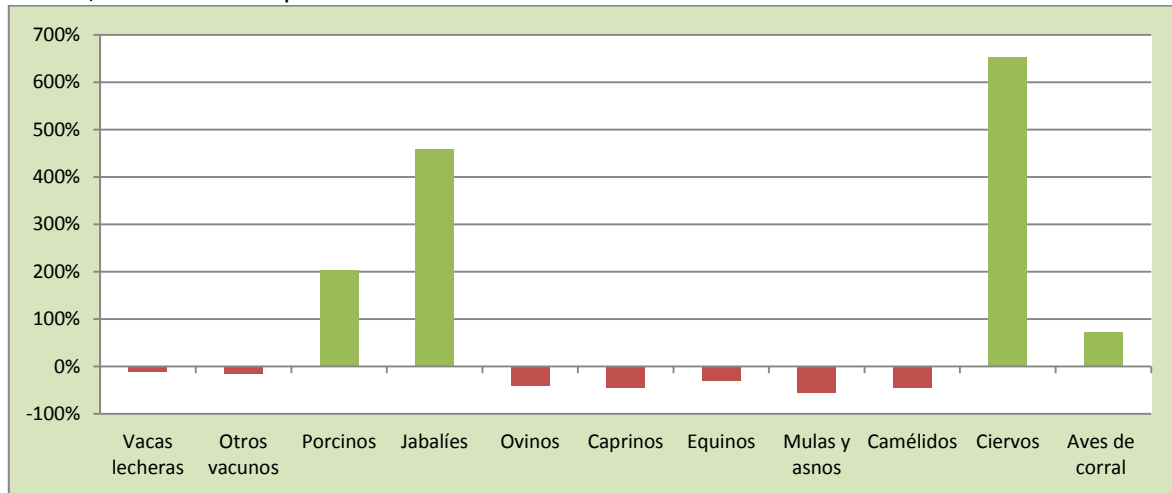
Un punto a destacar, es que, a petición del equipo pecuario del ISGEI de Agricultura y gracias a las gestiones realizadas por ODEPA, se logró obtener información sobre el número de ciervos, jabalíes, avestruces y emúes, para el 2016 (ya se contaba con información estadística de estas especies, provenientes de los últimos censos agropecuarios), lo que permitió construir y generar información sobre estas especies entre el último censo agropecuario y el 2016. La información fue proporcionada a ODEPA por el Servicio Agrícola Ganadero (SAG).

Tabla 176. Sector Agricultura: datos de actividad de la población animal (cabezas/año) por componente animal, serie 1990-2016

Año	Vacas lecheras	Otros vacunos	Porcinos	Jabalíes	Ovinos	Caprinos	Equinos	Mulas y asnos	Camélidos	Ciervos	Aves de corral
1990	475.427	2.928.423	1.007.445	0	4.800.930	876.910	338.256	35.788	115.186	1.528	31.631.875
1991	478.478	2.982.052	1.078.174	0	4.688.610	857.094	331.783	35.128	116.538	1.645	33.076.820
1992	500.371	3.057.109	1.138.787	0	4.628.810	837.278	324.164	34.469	117.891	1.763	34.521.764
1993	520.739	3.170.991	1.202.391	0	4.649.140	817.462	327.788	33.810	119.244	1.880	35.966.708
1994	540.122	3.274.120	1.302.599	0	4.625.323	797.647	341.134	33.150	120.596	1.998	37.411.652
1995	551.371	3.306.877	1.357.533	0	4.516.344	777.831	323.935	32.491	121.949	2.115	38.856.597
1996	565.766	3.347.827	1.498.661	0	3.834.667	758.015	338.003	31.831	123.301	2.233	40.301.541
1997	617.612	3.521.441	1.722.407	0	3.710.459	738.199	415.036	31.172	124.654	2.350	41.746.485
1998	604.474	3.499.644	1.736.738	626	3.728.262	738.268	405.606	30.344	120.133	3.107	42.787.158
1999	591.336	3.477.846	1.888.132	1.251	3.746.064	738.337	396.177	29.515	115.612	3.863	43.827.831
2000	578.198	3.456.049	1.868.054	1.877	3.763.867	738.405	386.747	28.687	111.091	4.620	44.868.503
2001	565.060	3.434.251	2.357.691	2.502	3.781.669	738.474	377.318	27.858	106.570	5.376	45.909.176
2002	551.922	3.412.454	2.547.029	3.128	3.799.472	738.543	367.888	27.030	102.049	6.133	46.949.849
2003	538.783	3.390.656	2.465.907	3.753	3.817.275	738.612	358.458	26.201	97.527	6.889	47.990.522
2004	525.645	3.368.859	2.595.735	4.379	3.835.077	738.681	349.029	25.373	93.006	7.646	49.031.195
2005	512.507	3.347.061	2.842.650	5.004	3.852.880	738.749	339.599	24.544	88.485	8.402	50.071.867
2006	499.369	3.325.264	3.181.662	5.630	3.870.682	738.818	330.170	23.716	83.964	9.159	51.112.540
2007	486.231	3.303.466	3.292.707	6.255	3.888.485	738.887	320.740	22.887	79.443	9.915	52.153.213
2008	471.711	3.140.427	3.198.752	5.924	3.801.937	762.809	311.310	22.059	74.922	10.090	51.269.464
2009	457.192	2.977.388	3.101.378	5.594	3.715.388	786.730	301.880	21.230	70.401	10.266	50.385.716
2010	442.672	2.814.349	3.106.162	5.263	3.628.840	810.652	292.450	20.402	65.880	10.441	49.501.967
2011	428.153	2.651.310	3.215.608	4.932	3.553.269	729.311	283.019	19.573	61.359	10.616	49.636.307
2012	465.722	2.734.632	3.555.837	4.601	3.477.699	647.970	273.589	18.745	56.838	10.791	49.576.721
2013	503.292	2.817.954	3.184.447	4.271	3.402.128	566.630	264.158	18.137	62.629	10.967	52.122.672
2014	464.444	2.702.308	2.953.561	3.940	3.186.929	536.419	254.728	17.382	61.545	11.142	50.274.420
2015	425.596	2.586.663	3.080.920	3.609	2.971.730	506.208	245.298	16.652	61.607	11.317	54.078.180
2016	418.017	2.497.062	3.054.447	3.493	2.857.135	477.123	235.868	15.954	63.197	11.507	54.285.285

Fuente: Elaboración del Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con datos de ODEPA y FAOSTAT.

Figura 94. Sector Agricultura: variación porcentual de la población animal (%) por componente animal, al 2016 con respecto a 1990



Fuente: Elaboración del Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Como se observa en la Tabla 176 y en la Figura 94 existe una disminución de varias de las poblaciones animales entre a excepción de porcino, jabalíes, ciervos y aves de corral. Se observa además una disminución en la población de vacas lecheras y otros vacunos, lo que ocurre a partir del 2007, debido a los efectos de la crisis climática (sequías que afectaron al país) y económica que generó una menor rentabilidad de los sistemas productivos como resultado del alto costo de los insumos empleados en la producción.

### 5.2.5. Ganado vacuno (3.A.1.)

#### 5.2.5.1. Descripción de la subcategoría

Esta subcategoría incluye emisiones de CH<sub>4</sub>, el cual se produce como subproducto de los procesos digestivos en vacunos.

En el contexto nacional, se incluyen al INGEI de Chile diversas especies animales agrupadas en los siguientes componentes:

- Ganado lechero y
- Otros vacunos (vacas carne, vaquillas, adultos carne, jóvenes carne y terneros)

#### 5.2.5.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 4.022,0 kt CO<sub>2</sub> eq (representando el 85,9 % de las emisiones de GEI de la categoría), disminuyendo en un 11,7 % desde 1990 y en un 11,3 % desde 2013 (Tabla 177 y Figura 95). El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la baja en la población que se viene observando desde 1997 hacia adelante.

Respecto a los subcomponentes, *Vacas carne* acumula la mayoría de las emisiones, representando un 23,4 % de la subcategoría. Le sigue la componente *Vacas lecheras* representando un 22,3 %,

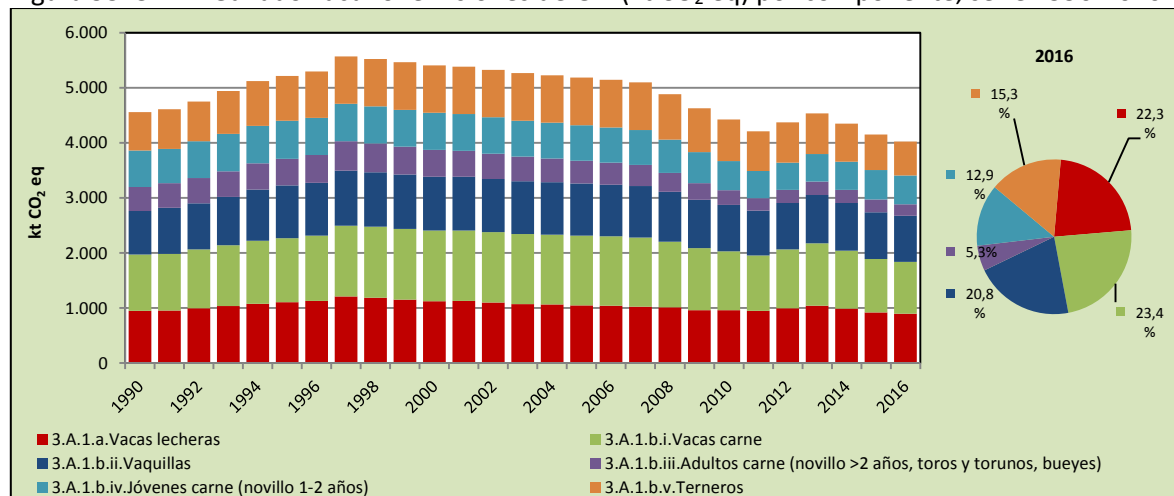
luego los subcomponentes *Vaquillas* con un 20,8 % le siguen, 15,3 % de *Terneros*, 12,9 % de *Jóvenes carne* y finalmente 5,3 % de *Adultos carne*.

Tabla 177. 3.A.1. Ganado vacuno: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Componente y subcomponentes	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
3.A.1.a. Vacas lecheras	946,9	1.124,6	959,1	1.043,3	988,9	917,6	895,4
3.A.1.b.i. Vacas carne	1.022,1	1.280,6	1.069,3	1.132,7	1.053,6	975,1	941,0
3.A.1.b.ii. Vaquillas	793,1	980,9	844,5	876,5	862,5	848,3	836,7
3.A.1.b.iii. Adultos carne	434,7	489,3	266,8	246,7	239,4	232,2	212,8
3.A.1.b.iv. Jóvenes carne	666,4	669,5	527,8	495,9	514,4	533,2	519,5
3.A.1.b.v. Terneros	693,2	861,5	756,2	740,0	692,1	644,2	616,6
<b>Total</b>	<b>4.556,3</b>	<b>5.406,4</b>	<b>4.423,7</b>	<b>4.535,0</b>	<b>4.350,9</b>	<b>4.150,6</b>	<b>4.022,0</b>

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Figura 95. 3.A.1. Ganado vacuno: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

### 5.2.5.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de las emisiones de CH<sub>4</sub> de esta subcategoría se aplicó el método Nivel 2 para *Vacas lecheras* y *Otros vacunos* y las componentes de esta. En la Tabla se observa un resumen de los métodos aplicados por componente animal y por tipo de GEI.

Tabla 178. 3.A.1. Ganado vacuno: métodos aplicados por componente animal

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Nivel metodológico	Factor de emisión	Nivel metodológico	Factor de emisión	Nivel metodológico	Factor de emisión
3.A.1. Ganado vacuno			T2	CS		
3.A.1.a. Vacas lecheras			T2	CS		
3.A.1.b. Otros vacunos			T2	CS		
3.A.1.b.i. Vacas carne			T2	CS		
3.A.1.b.ii. Vaquillas			T2	CS		
3.A.1.b.iii. Adultos carne			T2	CS		
3.A.1.b.iii. Jóvenes carne			T2	CS		
3.A.1.b.iii. Terneros			T2	CS		

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Para aplicar el método Nivel 2, el *Ganado vacuno* fue desagregado en los siguientes dos grupos de animales: *Vacas lecheras* y *Otros vacunos*; a la vez, este último grupo fue desagregado en tipos de animales, según sexo y edad. Este método conduce a la generación de factores de emisión país específicos; en este caso, desagregados regional y anualmente.

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de Agricultura con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Se aplicaron las ecuaciones que se basan en la multiplicación de los factores de emisión seleccionados por la población animal asociada (Ecuación 40) y luego se suman las distintas especies o categorías de ganado (Ecuación 41).

Ecuación 40. 3.A.1. Ganado vacuno: emisiones de CH<sub>4</sub> por componente animal

$$Emisiones = EF_{(T)} \times \left( \frac{N_{(T)}}{10^6} \right)$$

Fuente: Ecuación 10.19; Capítulo 10; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- Emisiones = emisiones de metano por fermentación entérica, kt CH<sub>4</sub> año<sup>-1</sup>
- EF<sub>(T)</sub> = factor de emisión para la población de ganado definida, kg CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>
- N<sub>(T)</sub> = la cantidad de cabezas de ganado de la especie/categoría T del país cabeza año<sup>-1</sup>
- T = especie/categoría de ganado

Ecuación 41. 3.A.1. Ganado vacuno: emisiones de CH<sub>4</sub> totales

$$Total CH_4 Entérica = \sum_i E_i$$

Fuente: Ecuación 10.20; Capítulo 10; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- Total CH<sub>4</sub>Entérica = emisiones totales de metano por ganado vacuno, kt CH<sub>4</sub> año<sup>-1</sup>
- E<sub>i</sub> = emisiones de las <sup>i</sup>th categorías y subcategorías de ganado

#### 5.2.5.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

En general la población animal (cabezas/año) fue obtenida de los *Censos Agropecuarios y Forestales 1997 y 2007*, de las estadísticas anuales publicadas por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Mayor información ver Tabla 176 de la sección 5.2.4. *Datos de actividad de la categoría*.

#### 5.2.5.3.2. Factores de emisión

Para el *Ganado vacuno* se desarrollaron factores de emisión país específico. La fórmula utilizada para el cálculo de estos los factores fue la siguiente:

Ecuación 42. 3.A.1. Ganado vacuno: Cálculo de factores de emisión de CH<sub>4</sub> por fermentación entérica del ganado vacuno

$$FE = \left[ \frac{GE \times \left( \frac{Ym}{100} \right) \times 365}{55,65} \right]$$

Fuente: Ecuación 10.21; Capítulo 10; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- FE = Factor de emisión (kg CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>),
- GE= Ingesta de energía bruta (MJ cabeza<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>),
- Y<sub>m</sub> = Factor de conversión en metano, porcentaje de la energía bruta del alimento convertida en metano,
- La constante 55,65 (MJ/kg CH<sub>4</sub>) es el contenido de energía del metano.

En función de los inventarios anteriores, el ganado vacuno ya contaba con factores de emisión nivel 2, es por ello, y gracias a las observaciones hechas por el equipo de INGEI de Alemania (revisión por pares en el marco de la Garantía de la Calidad del INGEI de Chile, a comienzos del 2017), se evaluó la información nacional publicada y disponible en unidades de investigación, para verificar y permitir la generación de factores de emisión dinámicos para cada región del país y para cada año de la serie temporal 1990-2016. Es por ello, que se contactó y se enviaron encuestas a diferentes entidades relacionadas con el sector, para sustentar el cálculo y/o la obtención de una mejora en los factores emisión.

Para contar con los nuevos factores de emisión dinámicos, en INIA se realizó una caracterización minuciosa conduciendo a una estimación de peso animal, ganancia de peso (aumento de peso diario kg/día), digestibilidad dieta total, sistema de manejo y porcentaje de grasa en la leche, por cada tipo animal. Utilizando la metodología propuesta por las *Directrices del IPCC 2006* y el juicio experto, se logró estimar nuevos factores de emisión animal-tipo específicos. En la Tabla 179 y Tabla 180 se muestra un ejemplo de los valores utilizados para la determinación de la ingesta de energía bruta en el ganado bovino, para los años 1990 y 2016. Información que luego se utiliza para estimar el factor de emisión específico con la Ecuación 42.



Tabla 179. 3.A.1. Ganado vacuno: parámetros empleados en la determinación de la energía bruta en el ganado vacuno en pastoreo directo 1990

Grupos de animales	Peso en pie, kg	Cf-por defecto	Energía neta necesaria para mantenimiento (ENm)	Coefficiente de alimentación (Ca)	Energía neta para actividad (ENa)	Energía neta debida a pérdida de peso	Coefficiente de crecimiento	Peso corporal adulto, kg	Aumento de peso diario (kg día-1)	Energía neta para crecimiento (ENc)
Vacas lecheras en producción	570	0,335	39,1	0,17	6,64	0	0,8	570	0	0
Vacas lecheras secas	600	0,335	40,6	0,17	6,9	0	0,8	600	0	0
Vacas carne	550	0,335	38	0,17	6,47	0	0,8	550	0	0
Vaquillas	370	0,322	27,2	0,17	4,62	0	0,8	370	0,44	10,58
Adultos carne	523	0,322	39,4	0,17	6,7	0	1	523	0,61	12,81
Jóvenes carne	323	0,322	22,6	0,17	3,85	0	0,9	323	0,38	8,25
Terneros	150	0,322	13,8	0,17	2,35	0	0,9	150	0,3	6,36
Fuente	Juicio de experto	GL2006	GL2006	GL2006	GL2006	GL2006	GL2006	Juicio de experto	GL2006	GL2006
Grupos de animales	Coefficiente para la preñez	Energía neta para la preñez (ENp)	Productividad, kg leche/día	Grasa en la leche %	Energía para lactancia (ENI)	Energía neta para la labor	Relación en para mantenimiento en dieta/E digestible consumida	Relación en para crecimiento en dieta/E digestible consumida	Digestibilidad de los alimentos (ED)	Energía bruta (EB)
Vacas lecheras en producción	0,1	3,52	12,43	0,0381	18,5	0	0,5263	0,3188	67	191,9844
Vacas lecheras secas	0,1	3,66	2,57	0,035	3,8	0	0,5263	0,3188	67	155,9554
Vacas carne	0,1	3,8	2,57	0,03	3,8	0	0,523	0,3137	66	151,0471
Vaquillas	0	0	0	0	0	0	0,5195	0,3085	65	146,8871
Adultos carne	0	0	0	0	0	0	0,5195	0,3085	65	200,477
Jóvenes carne	0	0	0	0	0	0	0,5195	0,3085	65	119,5321
Terneros	0	0	0	0	0	0	0,5195	0,3085	65	79,5529
Fuente	GL2006	GL2007	Juicio de experto	Literatura	GL2006	GL2006	GL2006	GL2006	Juicio de experto	GL2006

Fuente: juicio experto de Marta Alfaro, Francisco Salazar, Sergio Iraira y Francisco Lanuza (investigadores de INIA-Remehue) y Héctor Manterola (Universidad de Chile) con base en las *Directrices del IPCC de 2006*

Tabla 180. 3.A.1. Ganado vacuno: parámetros empleados en la determinación de la energía bruta en el ganado vacuno en pastoreo directo 2016

Grupos de animales	Peso en pie, kg	Cf-por defecto	Energía neta necesaria para mantenimiento (ENm)	Coefficiente de alimentación (Ca)	Energía neta para actividad (ENa)	Energía neta debida a pérdida de peso	Coefficiente de crecimiento	Peso corporal adulto, kg	Aumento de peso diario (kg día-1)	Energía neta para crecimiento (ENc)
Vacas lecheras en producción	530	0,335	37	0,17	6,29	0	0,8	530	0	0
Vacas lecheras secas	560	0,335	38,6	0,17	6,56	0	0,8	560	0	0
Vacas carne	500	0,335	35,4	0,17	6,02	0	0,8	500	0	0
Vaquillas	380	0,322	27,7	0,17	4,71	0	0,8	380	0,67	16,78
Adultos carne	508	0,322	37,8	0,17	6,42	0	1	508	0,67	14,19
Jóvenes carne	358	0,322	24,4	0,17	4,14	0	0,9	358	0,47	10,33
Terberos	150	0,322	13,8	0,17	2,35	0	0,9	150	0,3	6,36
Fuente	Juicio de experto	GL2006	GL2006	GL2006	GL2006	GL2006	GL2006	Juicio de experto	GL2006	GL2006
Grupos de animales	Coefficiente para la preñez	Energía neta para la preñez (ENp)	Productividad, kg leche/día	Grasa en la leche %	Energía para lactancia (ENI)	Energía neta para la labor	Relación en para mantenimiento en dieta/E digestible consumida	Relación en para crecimiento en dieta/E digestible consumida	Digestibilidad de los alimentos (ED)	Energía bruta (EB)
Vacas lecheras en producción	0,1	3,33	20,63	0,0381	30,6	0	0,5325	0,3282	69	210,293
Vacas lecheras secas	0,1	3,47	2,57	0,035	3,8	0	0,5325	0,3282	69	142,6399
Vacas carne	0,1	3,54	2,57	0,03	3,8	0	0,5295	0,3236	68	135,5431
Vaquillas	0	0	0	0	0	0	0,5195	0,3085	65	179,7135
Adultos carne	0	0	0	0	0	0	0,5195	0,3085	65	201,6297
Jóvenes carne	0	0	0	0	0	0	0,5195	0,3085	65	135,9279
Terberos	0	0	0	0	0	0	0,5195	0,3085	65	79,5529
Fuente	GL2006	GL2006	Juicio de experto	Literatura	GL2006	GL2006	GL2006	GL2006	Juicio de experto	GL2006

Fuente: juicio experto de Marta Alfaro, Francisco Salazar, Sergio Iraira y Francisco Lanuza (investigadores de INIA-Remehue) y Héctor Manterola (Universidad de Chile) con base en las *Directrices del IPCC de 2006*

Con este tipo de información, se calcularon los factores de emisión por tipo de ganado, ubicación geográfica (por región) y por año, empleados para el cálculo de las emisiones por fermentación entérica de las vacas lecheras y otros vacunos. En el ANEXO 08.01 se presentan los factores de emisión país-específico, desagregados por región, por año y sistema de manejo del tipo de ganado bovino<sup>31</sup>.

#### 5.2.5.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2016, fue estimada para el CH<sub>4</sub> por componente del *Ganado vacuno*. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 181.

Tabla 181. 3.A.1. Ganado vacuno: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
3.A.1.a.	Vacas lecheras	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	20,0%	20,0%	48,2%	48,2%
3.A.1.b.i.	Vacas carne	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	20,0%	20,0%	48,2%	48,2%
3.A.1.b.ii.	Vaquillas	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	20,0%	20,0%	48,2%	48,2%
3.A.1.b.iii.	Adultos carne	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	20,0%	20,0%	48,2%	48,2%
3.A.1.b.iii.	Jóvenes carne	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	20,0%	20,0%	48,2%	48,2%
3.A.1.b.iii.	Terneros	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	20,0%	20,0%	48,2%	48,2%

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

#### 5.2.5.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016, se construyó la serie de datos de actividad con la información de los *Censos Agropecuarios* y de los informes bianuales generados por ODEPA. Para los años en los cuales no se contó con información estadística y/o paramétrica, se realizaron interpolaciones lineales. Para completar el último año de la serie temporal (ya que el último dato estadístico con el que se contó fue el 2015) se procedió a realizar una extrapolación lineal con respecto a los últimos *Censos Agropecuario* 1997 y 2007.

#### 5.2.5.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

##### 5.2.5.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de Agricultura se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de Agricultura. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_3AGRI*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

<sup>31</sup> Con base en el juicio experto de Marta Alfaro, Francisco Salazar, Sergio Iraira y Francisco Lanuza (investigadores de INIA-Remehue) y Héctor Manterola (Universidad de Chile) y con base en las *Directrices del IPCC de 2006*

**Gestión de los datos de actividad estadísticos:**

- Los datos de actividad estadísticos fueron ingresados a las planillas de forma automática, directamente desde su fuente de origen, evitando errores asociados a la transcripción manual.
- Los totales nacionales de los datos de actividad fueron confeccionados por la suma de los totales regionales, realizando un chequeo cruzado para comprobar que no exista diferencia entre ellos.

**Gestión de factores de emisión, factores de conversión y constantes:**

- Todos los principales datos paramétricos se encuentran compilados en una sola planilla denominada “Hoja Madre”, que está vinculada a las hojas de trabajo. Esto permite que esté centralizada la información para una rápida revisión y actualización cuando corresponda.

**Gestión de las hojas de trabajo:**

- Todas las hojas de trabajo están vinculadas automáticamente a las hojas de datos de actividad y factores de emisión.
- En las hojas de trabajo los valores de nivel país fueron generados tanto por la suma de los valores regionales, como por el ingreso directo a las planillas de los valores nacionales, no debiendo existir diferencia alguna entre ambas derivaciones. De esta forma, en cada planilla de trabajo se cuenta con tres cuadros de datos país: país por suma de regiones, país por datos nacionales directamente ingresados y país por la diferencia entre los dos cuadros anteriores, que debe dar cero (sin diferencia alguna entre los primeros dos cuadros).

**Revisión interna:**

- Para asegurar que los datos fueran reales, completos y consistentes, se efectuó una verificación cruzada de la información con otras fuentes y con datos utilizados en actualizaciones de años anteriores.
- Se realizó una revisión de las planillas de cálculo y hojas de trabajo por parte de revisores internos del proceso de actualización en cada institución que forma parte del Equipo Técnico de Agricultura.

**5.2.5.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *Agricultura*, el Equipo Técnico de Agricultura ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de Agricultura como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_3AGRI*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

**5.2.5.6.3. Verificación**

Se realizó una verificación de los datos de población animal y los factores de emisión empleados en comparación con los valores empleados en el INGEI2016. Se logró identificar los puntos sensibles dentro de las estadísticas de población animal, factores de emisión y otros datos paramétricos. Esto adquirió especial relevancia asociado al ajuste en poblaciones animales de *Ganado vacuno* (Tabla 182 y Figura 96). En el inventario anterior no se tenía información

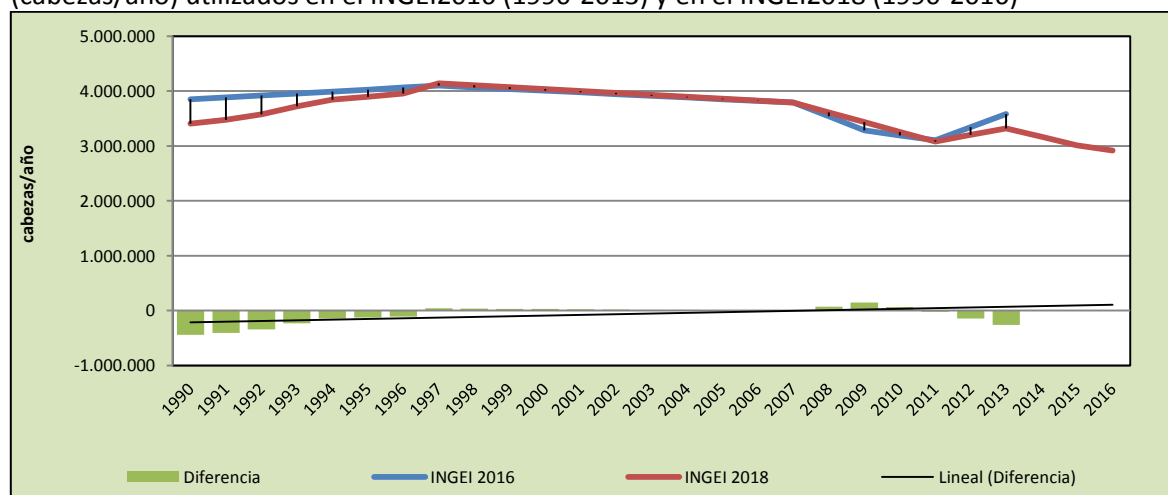
estadística sobre la población de ganado vacuno lechero, lo que generó que se usara el juicio experto para determinar este valor. Los valores del anterior inventario fueron significativamente superiores a los datos utilizados en la serie temporal actual, lo que repercutió en la disminución de las emisiones estimadas. Por otro lado, hay que recalcar que para la serie actual se contó con mejor y mayor información, que fue generada por ODEPA.

Tabla 182. 3.A.1. Ganado vacuno: comparación de los datos de población de Ganado vacuno (cabezas/año) utilizados en el INGEI2016 (1990-2013) y en el INGEI2018 (1990-2016)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Bovinos (1990-2013)	3.847.113	4.005.816	3.193.553	3.583.574			
Bovinos (1990-2016)	3.403.850	4.034.246	3.257.021	3.321.246	3.166.752	3.012.259	2.915.079
<b>Diferencia</b>	<b>-443.263</b>	<b>28.431</b>	<b>63.469</b>	<b>-262.328</b>			
<b>Diferencia %</b>	<b>-13,0%</b>	<b>0,7%</b>	<b>1,9%</b>	<b>-7,9%</b>			

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

Figura 96. 3.A.1. Ganado vacuno: comparación de los datos de población de Ganado vacuno (cabezas/año) utilizados en el INGEI2016 (1990-2013) y en el INGEI2018 (1990-2016)



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

### 5.2.5.7. Recálculos

#### 5.2.5.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras

Se realizaron mejoras metodológicas a los factores de emisión del ganado vacuno (lechero y no lechero), generando factores de emisión dinámicos para toda la serie temporal (también a nivel regional) para ganado en pastoreo como en confinamiento. Esto obligó al recálculo de las emisiones de gases de efecto invernadero de la serie temporal completa del ganado vacuno.

Otro punto que justificó los nuevos cálculos y mejoras es que en el anterior INGEI se utilizaron datos estadísticos de FAOSTAT como base para población animal. En esta oportunidad se contó y trabajó con datos nacionales provenientes de los *Censos Agropecuarios y Forestales 1997 y 2007* y de las encuestas bianuales que realiza ODEPA.

### 5.2.5.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión

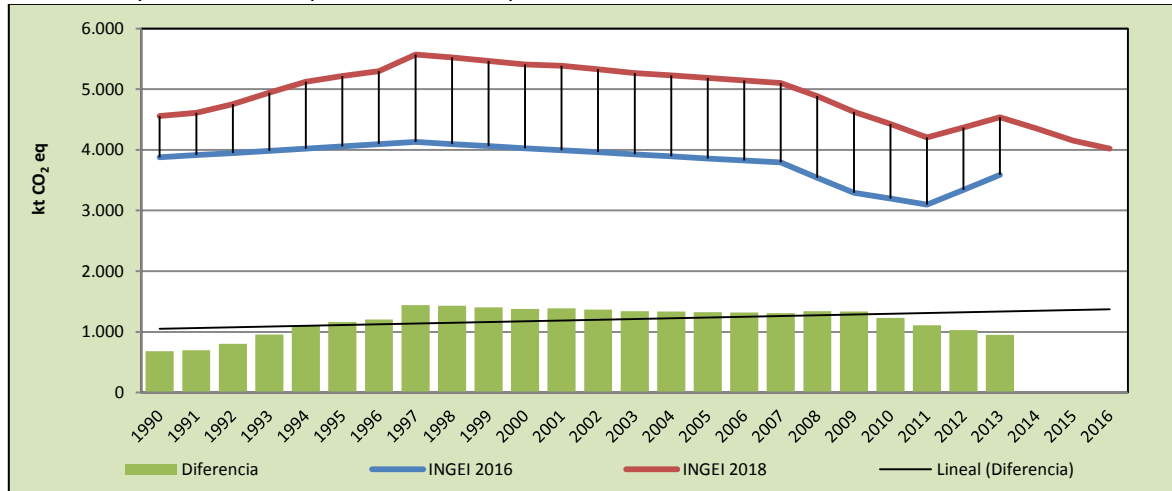
En la Tabla 183 y Figura 97 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de esta subcategoría respecto del inventario anterior (INGEI2016). La diferencia se debe principalmente al cambio del PCG y al ajuste de los factores de emisiones país específicos empleados (siendo estos factores mayores a los utilizados en el inventario anterior). Esto generó un incremento de las emisiones de GEI de la subcategoría en un promedio de 1.193,0 kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1990-2016.

Tabla 183. 3.A.1 Ganado vacuno: comparación entre emisiones (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	3.876,3	4.027,7	3.195,6	3.586,1			
INGEI2018	4.556,3	5.406,4	4.423,7	4.535,0	4.350,9	4.150,6	4.022,0
Diferencia	680,0	1.378,7	1.228,1	949,0			
Diferencia %	14,9%	25,5%	27,8%	20,9%			

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

Figura 97. 3.A.1 Ganado vacuno: comparación entre emisiones (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

### 5.2.5.8. Plan de mejoramiento

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de Agricultura y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Conformación de mesas de trabajo con las principales entidades no gubernamentales (asociaciones gremiales, instituciones, etc.) que posean datos paramétricos, para la generación de factores de emisión país específico
- . Esto es particularmente relevante para aquellas categorías y subcategorías significativas o clave; y
- Desarrollo y mejora de factores de emisión país específicos para las componentes animales de mayor importancia. Se evaluará la posibilidad de contar con fondos que permitan la ejecución de proyectos.

### 5.2.6. Ovinos (3.A.2.)

#### 5.2.6.1. Descripción de la subcategoría

Esta subcategoría incluye emisiones de CH<sub>4</sub>, el cual se produce como subproducto de los procesos digestivos en ovinos.

#### 5.2.6.2. Tendencia de las emisiones de GEI

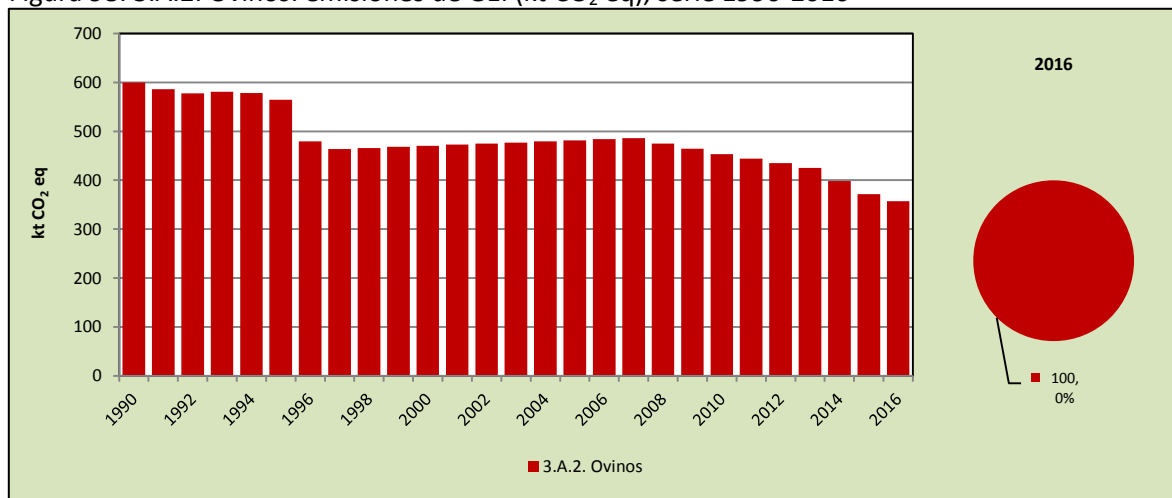
En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 357,1 kt CO<sub>2</sub> eq (representando el 7,6 % de las emisiones de GEI de la categoría), disminuyendo en un 40,5 % desde 1990, y en un 16,0 % desde 2013 (Tabla 184 y Figura 98). El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la baja en la población que se debe a su vez a una caída en el precio de la lana a nivel internacional, que afecto de manera directa a la producción ovina.

Tabla 184. 3.A.2. Ovinos: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016

Subcategoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
3.A.2. Ovinos	600,1	470,5	453,6	425,3	398,4	371,5	357,1

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Figura 98. 3.A.2. Ovinos: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

#### 5.2.6.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de las emisiones de CH<sub>4</sub> de esta subcategoría se aplicó el método Nivel 1. Para su aplicación basta conocer las poblaciones por especie, las que se multiplican por los factores de emisión por defecto correspondientes.

Tabla 185. 3.A.2. Ovinos: métodos aplicados a la subcategoría

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Nivel metodológico	Factor de emisión	Nivel metodológico	Factor de emisión	Nivel metodológico	Factor de emisión
3.A.2.c. Ovinos			T1	D		

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de Agricultura con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

#### 5.2.6.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

La población animal (cabezas/año) fue obtenida de los *Censos Agropecuarios y Forestales* para 1997 y 2007, de las estadísticas anuales (1990-1996) y encuestas realizadas en 2010, 2013 y 2015, publicadas por ODEPA (Tabla 176).

#### 5.2.6.3.2. Factores de emisión

Para estas especies, se utilizaron los factores de emisión por defecto proporcionados por las *Directrices del IPCC de 2006* (Tabla 186). Se seleccionaron los valores para países en desarrollo.

Tabla 186. 3.A.2. Ovinos: factores de emisión por defecto por especie animal (kg CH<sub>4</sub> \*animal<sup>-1</sup> \*año<sup>-1</sup>)

Especie animal	Factores de Emisión (kg CH <sub>4</sub> animal <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )
Ovinos	5

Fuente: Cuadro 10.10; Capítulo 10; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

#### 5.2.6.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2016, ha sido estimada para cada GEI de cada componente animal. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 187.

Tabla 187. 3.A.2. Ovinos: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
3.A.2.	Ovinos	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	30,0%	30,0%	53,1%	53,1%

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

En conclusión, la fuente de incertidumbre en las estimaciones de GEI aplicando el método Nivel 1 provienen tanto del uso de factores de emisión por defecto como de los datos de actividad.

#### 5.2.6.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión, y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Y al igual que para la consistencia de la serie temporal del ganado vacuno, se realizaron interpolaciones y extrapolaciones, cuando no se contaba con datos para un o varios años en específicos. Cuando se



realizaron cambios de actividad paramétrica o de factor de emisión, se recalculó la serie temporal completa.

#### **5.2.6.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación**

##### **5.2.6.6.1. Control de la calidad**

Durante la actualización del ISGEI de Agricultura se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de Agricultura. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_3AGRI*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

##### **Gestión de los datos de actividad estadísticos:**

- Los datos de actividad estadísticos fueron ingresados a las planillas de forma automática, directamente desde su fuente de origen, evitando errores asociados a la transcripción manual.
- Los totales nacionales de los datos de actividad fueron confeccionados por la suma de los totales regionales, realizando un chequeo cruzado para comprobar que no exista diferencia entre ellos.

##### **Gestión de factores de emisión, factores de conversión y constantes:**

- Todos los principales datos paramétricos se encuentran compilados en una sola planilla denominada “Hoja Madre”, que está vinculada a las hojas de trabajo. Esto permite que esté centralizada la información para una rápida revisión y actualización cuando corresponda.

##### **Gestión de las hojas de trabajo:**

- Todas las hojas de trabajo están vinculadas automáticamente a las hojas de datos de actividad y factores de emisión.
- En las hojas de trabajo los valores de nivel país fueron generados tanto por la suma de los valores regionales, como por el ingreso directo a las planillas de los valores nacionales, no debiendo existir diferencia alguna entre ambas derivaciones. De esta forma, en cada planilla de trabajo se cuenta con tres cuadros de datos país: país por suma de regiones, país por datos nacionales directamente ingresados y país por la diferencia entre los dos cuadros anteriores, que debe dar cero (sin diferencia alguna entre los primeros dos cuadros).

##### **Revisión interna:**

- Para asegurar que los datos fueran reales, completos y consistentes, se efectuó una verificación cruzada de la información con otras fuentes y con datos utilizados en actualizaciones de años anteriores.
- Se realizó una revisión de las planillas de cálculo y hojas de trabajo por parte de revisores internos del proceso de actualización en cada institución que forma parte del Equipo Técnico de Agricultura.

##### **5.2.6.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *Agricultura*, el Equipo Técnico ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de

Agricultura como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo 2018\_SGCC\_3AGRI. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

### 5.2.6.6.3. Verificación

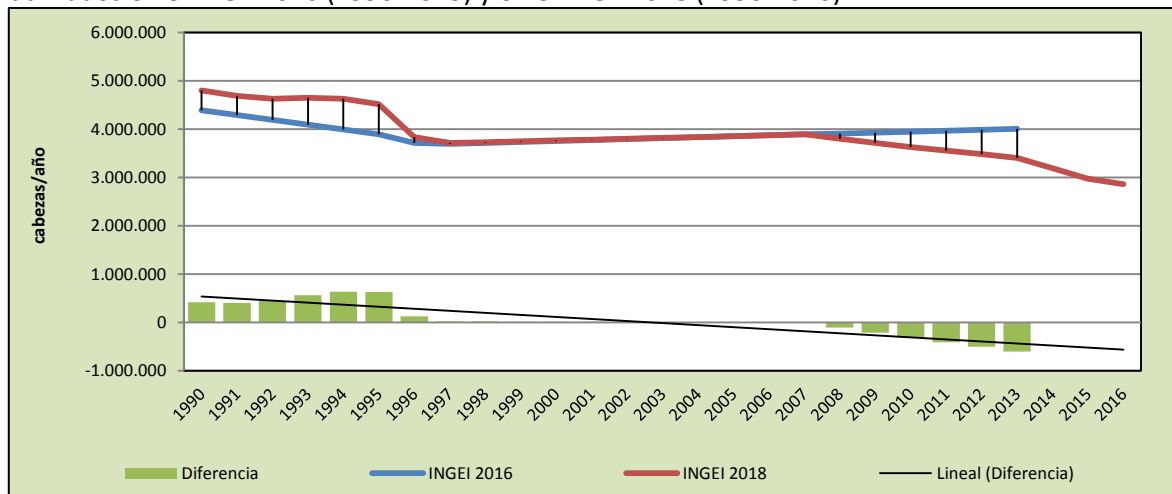
Se empleó el mismo proceso de verificación explicado en la sección 5.2.5.6.3. *Verificación de Ganado vacuno*. Se observaron diferencias en la población de ganado ovino entre ambos inventarios. Las principales diferencias se deben a que para el actual inventario se utilizaron datos estadísticos nacionales y no internacionales (FAOSTAT). Los datos provenientes de FAOSTAT sobre estiman la población de ganado ovino en especial en la última década (Tabla 188 y Figura 99).

Tabla 188. 3.A.2. Ovinos: comparación de los datos de población de Ovinos (cabezas/año) utilizados en el INGEI2016 (1990-2013) y en el INGEI2018 (1990-2016)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	4.389.204	3.753.089	3.946.512	4.004.539			
INGEI2018	4.800.930	3.763.867	3.628.841	3.402.128	3.186.929	2.971.730	2.857.135
Diferencia	411.726,0	10.778,1	-317.670,9	-602.410,8			
Diferencia %	8,6%	0,3%	-8,8%	-17,7%			

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

Figura 99. 3.A.2. Ovinos: comparación de los datos de población de Ovinos (cabezas/año) utilizados en el INGEI2016 (1990-2013) y en el INGEI2018 (1990-2016)



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

### 5.2.6.7. Recálculos

#### 5.2.6.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras

Para esta subcategoría se realizaron mejoras metodológicas a la base de población animal. En el INGEI anterior se utilizó como base de la población animal los datos estadísticos de FAOSTAT. En esta oportunidad se utilizaron los datos nacionales provenientes de los *Censos Agropecuarios y Forestales 1997 y 2007, Encuestas Anuales (1990-1996)* y de las Encuestas realizadas por ODEPA en los años 2010, 2013 y 2015, mejorando con ello las estimaciones de CH<sub>4</sub> para toda la serie temporal.

### 5.2.6.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión

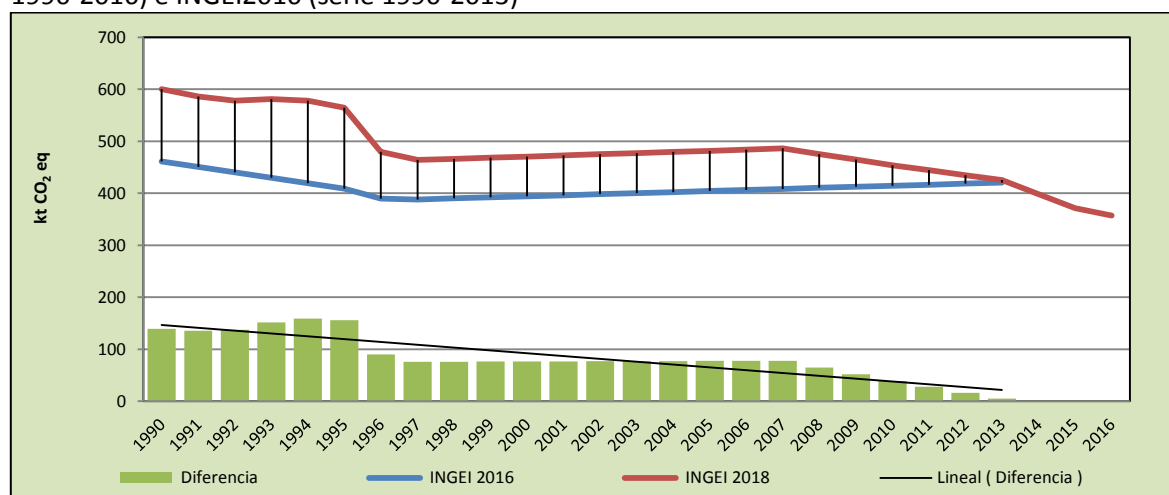
En la Tabla 189 y Figura 100 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de esta subcategoría respecto del inventario anterior (INGEI2016). La diferencia se debe principalmente al ajuste de los datos de actividad en la población animal. Los datos estadísticos utilizados en este inventario son inferiores a los del anterior inventario (excepto en los primeros años de la serie en donde los datos nacionales indican una mayor población). Pero debido al cambio de PCG utilizado en este inventario, esto generó un aumento de las emisiones de GEI de la subcategoría en un promedio de 93,8 kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1990-2013.

Tabla 189. 3.A.2. Ovinos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	460,9	394,1	414,4	420,5			
INGEI2018	600,1	470,5	453,6	425,3	398,4	371,5	357,1
Diferencia	139,2	76,4	39,2	4,8			
Diferencia %	23,2%	16,2%	8,6%	1,1%			

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

Figura 100. 3.A.2. Ovinos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

### 5.2.6.8. Plan de mejoramiento

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de Agricultura y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Mejoramiento de la coordinación y gestión entre las entidades gubernamentales que poseen/generan datos estadísticos, para su posterior reporte a fuentes internacionales. Con esta acción se pretende mantener la consistencia entre bases de datos nacionales e internacionales;
- Conformación de mesas de trabajo con las principales entidades no gubernamentales (asociaciones gremiales, instituciones, etc.) que posean datos paramétricos, para la generación de factores de emisión país específico. Esto es particularmente relevante para aquellas categorías y subcategorías significativas o clave; y

- Desarrollo y mejora de factores de emisión país específicos. Se evaluará la disponibilidad de fondos que permitan la ejecución de proyectos.

## 5.2.7. Porcinos (3.A.3.)

### 5.2.7.1. Descripción de la subcategoría

Esta subcategoría incluye emisiones de CH<sub>4</sub>, el cual se produce como subproducto de los procesos digestivos en porcinos, considerando marranas, verracos y juveniles.

### 5.2.7.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 114,5 kt CO<sub>2</sub> eq, representando el 2,4 % de las emisiones de GEI de la categoría, incrementándose en un 203,2 % desde 1990, pero disminuyendo en un 4,1 % desde 2013 (Tabla 190 y Figura 101). El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la variación en la población de porcinos. En donde existió un aumento sostenido entre 1997 y 2007, para luego decaer en los siguientes años debido al cierre de varios planteles importantes<sup>32</sup>, un ejemplo de ello, fue el cierre de Freirina (2012), que contaba con alrededor de 500 mil cerdos.

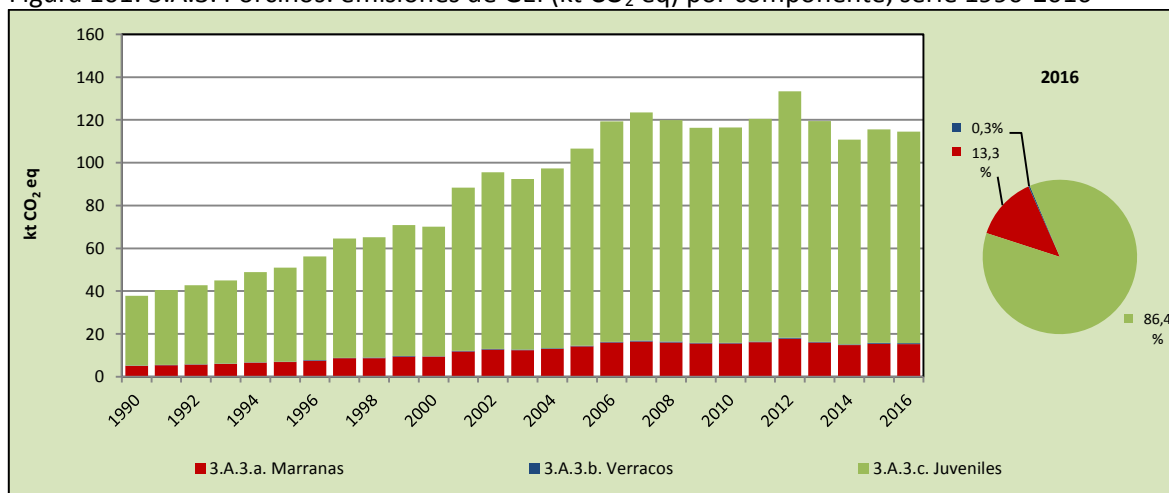
Respecto a los componentes, *Juveniles* acumula la mayoría de las emisiones, representando un 86,4 % de la subcategoría. Le siguen *Marranas* representando un 13,3 % y *Verracos* con un 0,3 %.

Tabla 190. 3.A.3. Porcinos: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
3.A.3.a. Marranas	5,0	9,3	15,5	15,9	14,8	15,4	15,3
3.A.3.b. Verracos	0,1	0,2	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3
3.A.3.c. Juveniles	32,6	60,5	100,6	103,1	95,7	99,8	98,9
<b>Total</b>	<b>37,8</b>	<b>70,1</b>	<b>116,5</b>	<b>119,4</b>	<b>110,8</b>	<b>115,5</b>	<b>114,5</b>

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Figura 101. 3.A.3. Porcinos: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

<sup>32</sup> Comunicación directa con Renzo Boccanegra. ASPROCER.

### 5.2.7.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de las emisiones de CH<sub>4</sub> de esta subcategoría se aplicó el método Nivel 1. Para su aplicación basta conocer las poblaciones por especie, las que se multiplican por los factores de emisión por defecto correspondientes. En la Tabla 191 se observa un resumen de los métodos aplicados por componente animal y por tipo de GEI.

Tabla 191. 3.A.3. Porcinos: métodos aplicados por componente animal

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Nivel metodológico	Factor de emisión	Nivel metodológico	Factor de emisión	Nivel metodológico	Factor de emisión
3.A.3.a. Marranas			T1	D		
3.A.3.b. Verracos			T1	D		
3.A.3.c. Juveniles			T1	D		

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de Agricultura con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

#### 5.2.7.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

La población animal (cabezas/año) fue obtenida de los *Censos Agropecuarios y Forestales 1997 y 2007* y de las estadísticas anuales publicadas por la Asociación Gremial de Productores de Cerdos de Chile. Mayor información ver sección 5.2.4. *Datos de actividad de la categoría* Tabla 176). Un punto importante a destacar, es el uso del juicio experto de ASPROCER, en donde señala que la distribución de la población de porcinos entre la región Metropolitana y la Región de O'Higgins es prácticamente la misma, lo que difiere de la estadística nacional. Según el experto esta diferencia con la estadística nacional, corresponde a que cuando se hace el cálculo y contabilidad por parte de la entidad nacional de estadística, toma en cuenta el destino final de los porcinos.

#### 5.2.7.3.2. Factores de emisión

Para estas especies, se utilizaron los factores de emisión por defecto proporcionados por las *Directrices del IPCC de 2006* (Tabla 192). Se seleccionaron los valores para países en desarrollo.

Tabla 192. 3.A.3. Porcinos: factores de emisión por defecto por componente (kg CH<sub>4</sub>\*animal<sup>-1</sup>\*año<sup>-1</sup>)<sup>1)</sup>

Especie animal	Factores de Emisión (kg CH <sub>4</sub> animal <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )
Marranas	1,5
Verracos	1,5
Juveniles	1,5

Fuente: Cuadro 10.10; Capítulo 10; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

#### 5.2.7.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2016, ha sido estimada para cada GEI de cada componente animal. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 193.

Tabla 193. 3.A.3. Porcinos: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
3.A.3.a.	Marranas	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	30,0%	30,0%	53,1%	53,1%
3.A.3.b.	Verracos	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	30,0%	30,0%	53,1%	53,1%
3.A.3.c.	Juveniles	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	30,0%	30,0%	53,1%	53,1%

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

En conclusión, la fuente de incertidumbre en las estimaciones de GEI aplicando el método Nivel 1 proviene tanto del uso de factores de emisión por defecto como de los datos de actividad.

#### 5.2.7.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos, para toda la serie. Cuando se realizaron cambios de actividad paramétrica o de factor de emisión, los recálculos realizados cubrieron la serie temporal completa.

#### 5.2.7.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

##### 5.2.7.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de Agricultura se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de Agricultura. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_3AGRI*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

##### **Gestión de los datos de actividad estadísticos:**

- Los datos de actividad estadísticos fueron ingresados a las planillas de forma automática, directamente desde su fuente de origen, evitando errores asociados a la transcripción manual.
- Los totales nacionales de los datos de actividad fueron confeccionados por la suma de los totales regionales, realizando un chequeo cruzado para comprobar que no exista diferencia entre ellos.

##### **Gestión de factores de emisión, factores de conversión y constantes:**

- Todos los principales datos paramétricos se encuentran compilados en una sola planilla denominada "Hoja Madre", que está vinculada a las hojas de trabajo. Esto permite que

esté centralizada la información para una rápida revisión y actualización cuando corresponda.

**Gestión de las hojas de trabajo:**

- Todas las hojas de trabajo están vinculadas automáticamente a las hojas de datos de actividad y factores de emisión.
- En las hojas de trabajo los valores de nivel país fueron generados tanto por la suma de los valores regionales, como por el ingreso directo a las planillas de los valores nacionales, no debiendo existir diferencia alguna entre ambas derivaciones. De esta forma, en cada planilla de trabajo se cuenta con tres cuadros de datos país: país por suma de regiones, país por datos nacionales directamente ingresados y país por la diferencia entre los dos cuadros anteriores, que debe dar cero (sin diferencia alguna entre los primeros dos cuadros).

**Revisión interna:**

- Para asegurar que los datos fueran reales, completos y consistentes, se efectuó una verificación cruzada de la información con otras fuentes y con datos utilizados en actualizaciones de años anteriores.
- Se realizó una revisión de las planillas de cálculo y hojas de trabajo por parte de revisores internos del proceso de actualización en cada institución que forma parte del Equipo Técnico de Agricultura.

**5.2.7.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *Agricultura*, el Equipo Técnico ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de Agricultura como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_3AGRI*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

**5.2.7.6.3. Verificación**

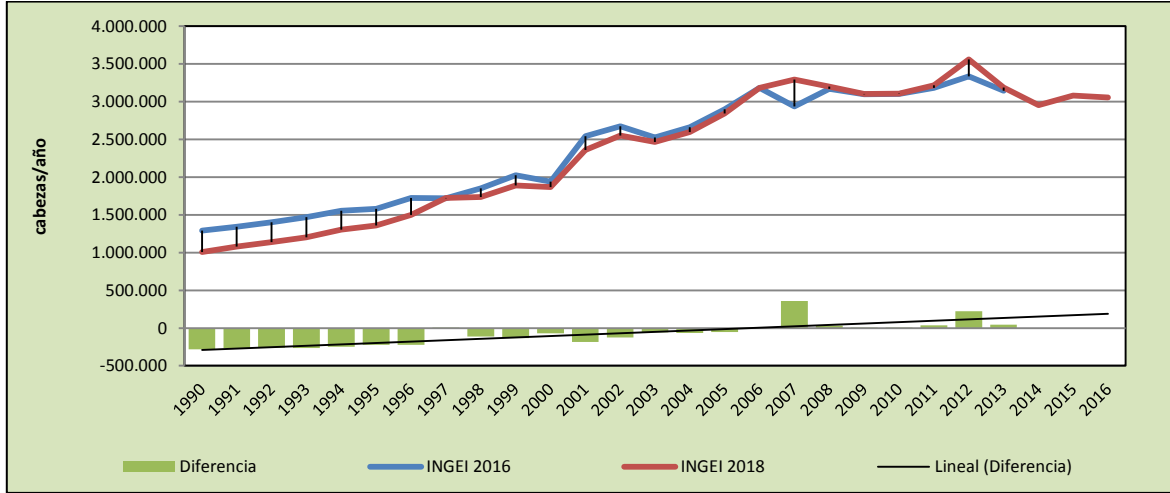
Se empleó el mismo proceso de verificación explicado para la sección 5.2.5.6.3. *Verificación de Ganado vacuno*. En el INGEI anterior se utilizó como base de la población animal los datos estadísticos del Instituto Nacional de Estadística (INE). En esta oportunidad se utilizaron los datos nacionales provenientes de los *Censos Agropecuarios y Forestales 1997 y 2007* e información entregada por ASPROCER, mejorando con ello las estimaciones de CH<sub>4</sub>. En la Tabla 194 y Figura 102 se observa que los datos de población utilizados en ambos inventarios siguen una tendencia similar pero presenta variaciones significativas.

Tabla 194. 3.A.3. Porcinos: comparación de los datos de población de Porcinos (cabezas/año) utilizados en el INGEI2016 (1990-2013) y en el INGEI2018 (1990-2016)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	1.291.224	1.939.505	3.101.483	3.141.921			
INGEI2018	1.007.444	1.868.053	3.106.161	3.184.446	2.953.561	3.080.920	3.054.446
Diferencia	-283.780,2	-71.452,4	4.677,6	42.525,2			
Diferencia %	-28,2%	-3,8%	0,2%	1,3%			

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

Figura 102. 3.A.3. Porcinos: comparación de los datos de población de Porcinos (cabezas/año) utilizados en el INGEI2016 (1990-2013) y en el INGEI2018 (1990-2016)



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

### 5.2.7.7. Recálculos

#### 5.2.7.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras

Para esta subcategoría se realizaron mejoras metodológicas a la base de población animal de porcinos. La principal diferencia con respecto al anterior inventario, fue la distribución de las cabezas de ganado porcino en las regiones Metropolitana y O'Higgins.

En el INGEI anterior se utilizó como base de la población animal los datos estadísticos del Instituto Nacional de Estadística (INE). En esta oportunidad se utilizaron los datos nacionales provenientes de los *Censos Agropecuarios y Forestales 1997 y 2007* e información entregada por ASPROCER, mejorando con ello las estimaciones de CH<sub>4</sub>.

#### 5.2.7.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión

En la Tabla 195 y Figura 103 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de esta subcategoría respecto del inventario anterior (INGEI2016). La diferencia se debe principalmente al ajuste de los datos de actividad en la población animal y al cambio del uso del PCG utilizado en este inventario. Con respecto a la población animal, se puede observar una disminución en la población animal durante gran parte de la serie temporal. Pero a partir del año 2006 esta disminución se revirtió, generándose un aumento en la población en comparación al inventario anterior. Esto generó un aumento de las emisiones de GEI de la subcategoría en un promedio de 9,5 kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1990-2016.

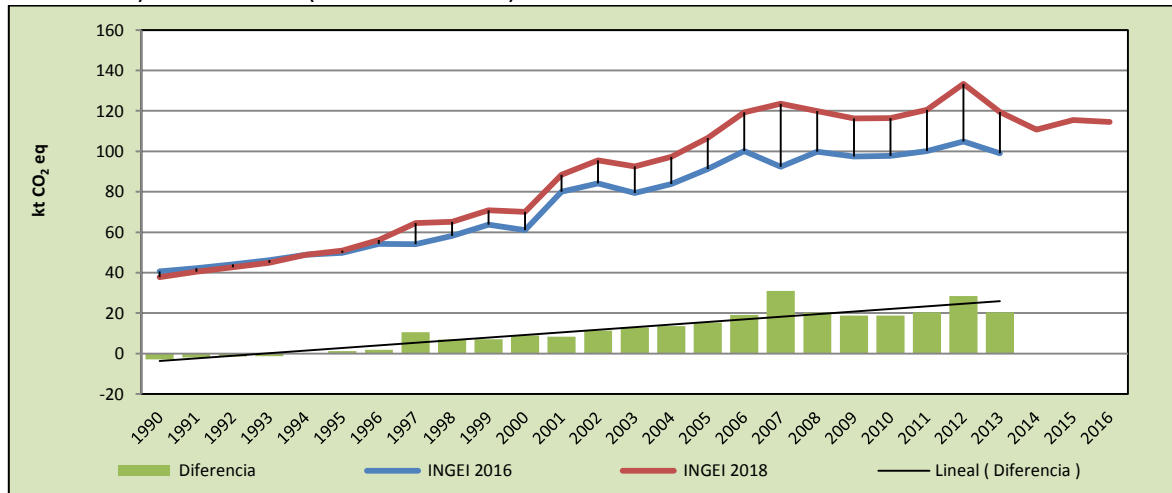
Tabla 195. 3.A.3. Porcinos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	40,7	61,1	97,7	99,0			
INGEI2018	37,8	70,1	116,5	119,4	110,8	115,5	114,5
Diferencia	-2,9	9,0	18,8	20,4			
Diferencia %	-7,7%	12,8%	16,1%	17,1%			

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018



Figura 103. 3.A.3. Porcinos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

#### 5.2.7.8. Plan de mejoramiento

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de Agricultura y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Mejoramiento de la coordinación y gestión entre las entidades gubernamentales que poseen/generan datos estadísticos, para su posterior reporte a fuentes internacionales. Con esta acción se pretende mantener la consistencia entre bases de datos nacionales e internacionales;
- Conformación de mesas de trabajo con las principales entidades no gubernamentales (asociaciones gremiales, instituciones, etc.) que posean datos paramétricos, para la generación de factores de emisión país específicos. Esto es particularmente relevante para aquellas categorías y subcategorías significativas o clave.

#### 5.2.8. Otras especies (3.A.4.)

##### 5.2.8.1. Descripción de la subcategoría

Esta subcategoría incluye emisiones de CH<sub>4</sub>, el cual se produce como subproducto de los procesos digestivos de otras especies de menor participación en la población animal nacional. Las especies consideradas son las siguientes:

- Caprinos;
- Equinos;
- Mulas y asnos;
- Aves de corral;
- Camélidos (llamas y alpacas);
- Ciervos, y;
- Jabalíes.

### 5.2.8.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 188,3 kt CO<sub>2</sub> eq (representando el 4,0 % de las emisiones de GEI de la categoría), disminuyendo en un 36,1 % desde 1990 y en un 11,4 % desde 2016 (Tabla 196 y Figura 104). El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la disminución de la población animal.

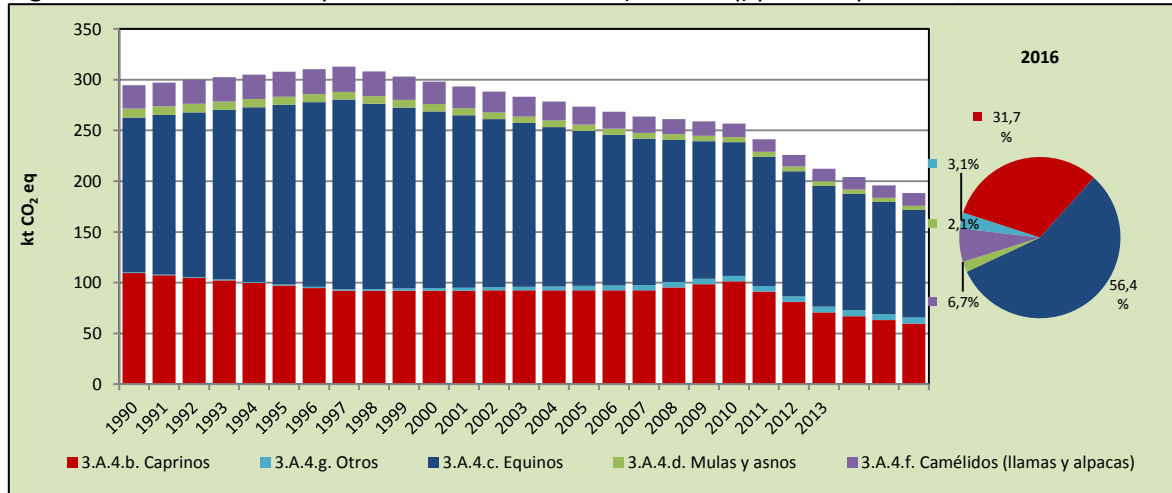
Respecto a los componentes, *Equinos* acumula la mayoría de las emisiones, representando un 56,4 % de la subcategoría. Le siguen *Caprinos* representando un 31,7 %, *Camélidos (llamas y alpacas)* con un 6,7 % y los demás componentes suman un 5,2 %.

Tabla 196. 3.A.4. Otras especies: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
3.A.4.b. Caprinos	109,6	92,3	101,3	70,8	67,1	63,3	59,6
3.A.4.c. Equinos	152,2	174,0	131,6	118,9	114,6	110,4	106,1
3.A.4.d. Mulas y asnos	8,9	7,2	5,1	4,5	4,3	4,2	4,0
3.A.4.f. Camélidos (llamas y alpacas)	23,0	22,2	13,2	12,5	12,3	12,3	12,6
3.A.4.g. Otros	0,8	2,4	5,4	5,6	5,7	5,8	5,9
<b>Total</b>	<b>294,6</b>	<b>298,1</b>	<b>256,6</b>	<b>212,4</b>	<b>204,1</b>	<b>195,9</b>	<b>188,3</b>

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Figura 104. 3.A.4. Otras especies: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

### 5.2.8.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de las emisiones de CH<sub>4</sub> de esta subcategoría se aplicó el método Nivel 1. Para su aplicación basta conocer las poblaciones por especie, las que se multiplican por los factores de emisión por defecto correspondientes. En la Tabla 197 se observa un resumen de los métodos aplicados por componente y por tipo de GEI.

Tabla 197. 3.A.4. Otras especies: métodos aplicados por componente animal

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Nivel metodológico	Factor de emisión	Nivel metodológico	Factor de emisión	Nivel metodológico	Factor de emisión
3.A.4. Otras especies			T1, NO, NE	D, NO, NE		
3.A.4.a. Búfalos			NO	NO		
3.A.4.b. Caprinos			T1	D		
3.A.4.c. Equinos			T1	D		
3.A.4.d. Mulas y asnos			T1	D		
3.A.4.e. Aves de corral			NE	NE		
3.A.4.f. Camélidos			T1	D		
3.A.4.g. Otras especies			T1	D		

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de Agricultura con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

#### 5.2.8.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

En general la población animal (cabezas/año) fue obtenida de los *Censos Agropecuarios y Forestales 1997 y 2007*, de las estadísticas anuales publicadas por la Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). Mayor información ver sección 5.2.4. *Datos de actividad de la categoría*.

#### 5.2.8.3.2. Factores de emisión

Para estas especies, se utilizaron los factores de emisión por defecto proporcionados por las *Directrices del IPCC de 2006* (Tabla 198). Se seleccionaron los valores para países en desarrollo.

Tabla 198. 3.A.4. Otras especies: factores de emisión por defecto por especie animal (kg CH<sub>4</sub> animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>)

Especie animal	Factores de Emisión (kg CH <sub>4</sub> animal <sup>-1</sup> año <sup>-1</sup> )
Caprinos	5
Camélidos (alpacas) <sup>33</sup>	8
Equinos	18
Mulas y asnos	10
Aves de corral	s/información
Jabalíes <sup>34</sup>	1,5
Ciervos	20

Fuente: Cuadro 10.10; Capítulo 10; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

<sup>33</sup> Se utilizó el factor de emisión nivel 1 corresponde a Alpacas, según las *Directrices del IPCC de 2006*, debido a que según juicio experto este valor refleja la realidad de los camélidos nacionales.

<sup>34</sup> Al no contar con un factor de emisión determinado, para jabalíes, y según juicio experto, se utilizó para el presente inventario, el factor de emisión nivel 1 de cerdos para países desarrollados que representaría la realidad de esta especie en el país.

#### 5.2.8.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2016, ha sido estimada para cada GEI de cada componente animal. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 199.

Tabla 199. 3.A.4. Otras especies: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
3.A.4.b.	Caprinos	CH <sub>4</sub>	43,8%	43,8%	30,0%	30,0%	53,1%	53,1%
3.A.4.c.	Equinos	CH <sub>4</sub>	43,8%	43,8%	30,0%	30,0%	53,1%	53,1%
3.A.4.d.	Mulas y asnos	CH <sub>4</sub>	43,8%	43,8%	30,0%	30,0%	53,1%	53,1%
3.A.4.f.	Camélidos (llamas y alpacas)	CH <sub>4</sub>	43,8%	43,8%	50,0%	30,0%	53,1%	53,1%
3.A.4.g.i.	Ciervos	CH <sub>4</sub>	50,5%	50,5%	50,0%	30,0%	66,5%	53,1%
3.A.4.g.ii.	Jabalíes	CH <sub>4</sub>	50,5%	50,5%	50,0%	30,0%	71,1%	58,7%

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

En conclusión, la mayor fuente de incertidumbre en las estimaciones de GEI aplicando el método Nivel 1 proviene del uso de factores de emisión por defecto.

#### 5.2.8.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Y al igual que la consistencia realizada para ganado bovino, se completaron los años donde no se contaba con datos estadísticos, se realizaron extrapolaciones e interpolaciones lineales. Cuando se realizaron cambios de actividad paramétrica o de factor de emisión, los recálculos realizados cubrieron la serie temporal completa.

#### 5.2.8.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

##### 5.2.8.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de Agricultura se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de Agricultura. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_3AGRI*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

##### **Gestión de los datos de actividad estadísticos:**

- Los datos de actividad estadísticos fueron ingresados a las planillas de forma automática, directamente desde su fuente de origen, evitando errores asociados a la transcripción manual.
- Los totales nacionales de los datos de actividad fueron confeccionados por la suma de los totales regionales, realizando un chequeo cruzado para comprobar que no exista diferencia entre ellos.

**Gestión de factores de emisión, factores de conversión y constantes:**

- Todos los principales datos paramétricos se encuentran compilados en una sola planilla denominada “Hoja Madre”, que está vinculada a las hojas de trabajo. Esto permite que esté centralizada la información para una rápida revisión y actualización cuando corresponda.

**Gestión de las hojas de trabajo:**

- Todas las hojas de trabajo están vinculadas automáticamente a las hojas de datos de actividad y factores de emisión.
- En las hojas de trabajo los valores de nivel país fueron generados tanto por la suma de los valores regionales, como por el ingreso directo a las planillas de los valores nacionales, no debiendo existir diferencia alguna entre ambas derivaciones. De esta forma, en cada planilla de trabajo se cuenta con tres cuadros de datos país: país por suma de regiones, país por datos nacionales directamente ingresados y país por la diferencia entre los dos cuadros anteriores, que debe dar cero (sin diferencia alguna entre los primeros dos cuadros).

**Revisión interna:**

- Para asegurar que los datos fueran reales, completos y consistentes, se efectuó una verificación cruzada de la información con otras fuentes y con datos utilizados en actualizaciones de años anteriores.
- Se realizó una revisión de las planillas de cálculo y hojas de trabajo por parte de revisores internos del proceso de actualización en cada institución que forma parte del Equipo Técnico de Agricultura.

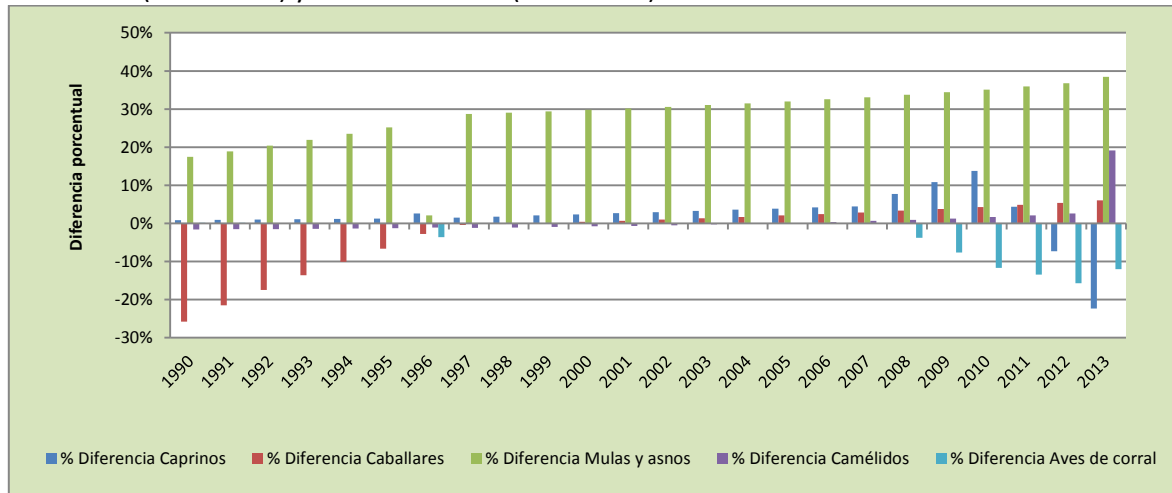
**5.2.8.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *Agricultura*, el Equipo Técnico ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de Agricultura como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_3AGRI*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

**5.2.8.6.3. Verificación**

Se empleó el mismo proceso de verificación explicado para la sección 5.2.5.6.3. *Verificación de Ganado vacuno*. Como se observa en Figura 105 algunas poblaciones estaban sobreestimadas mientras que otras subestimadas. En base a esto, se concluye que es importante mejorar y continuar utilizando la estadística nacional a pesar de las brechas que puedan existir en ciertos años de la serie temporal.

Figura 105. 3.A.4. Otras especies: comparación de los datos de población utilizados en el INGEI2016 (1990-2013) y en el INGEI2018 (1990-2016)



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

### 5.2.8.7. Recálculos

#### 5.2.8.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras

Para esta subcategoría se realizaron mejoras metodológicas a la base de población animal, principalmente. En el INGEI anterior se utilizó como base de la población animal los datos estadísticos de FAOSTAT. En esta oportunidad se utilizaron los datos nacionales provenientes de los *Censos Agropecuarios y Forestales 1997 y 2007* y de las *Encuestas Bianuales* que realiza ODEPA, mejorando con ello las estimaciones de CH<sub>4</sub>. Adicionalmente se agregaron dos nuevas especies al cálculo, estas son Jabalíes y Ciervos, que fueron obtenidas de los *Censos Agropecuarios y Forestales 1997 y 2007* y con datos entregados por el Servicio Agrícola Ganadero (SAG). Esto obligó al recálculo de la serie temporal completa.

#### 5.2.8.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión

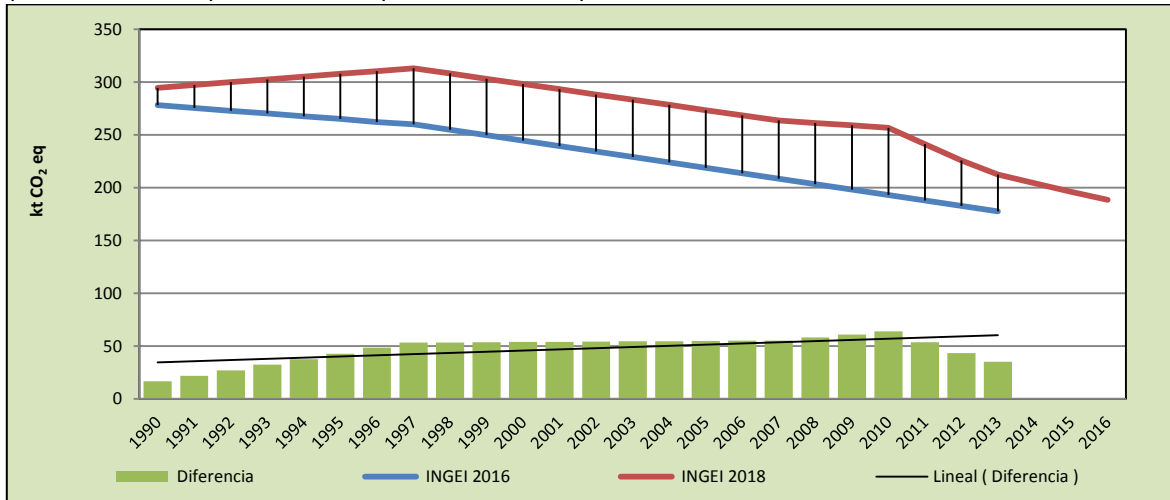
En la Tabla 200 y Figura 106 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de esta subcategoría respecto del inventario anterior (INGEI2016). La diferencia se debe principalmente al ajuste de los datos de actividad en la población animal, en donde se pudo observar un aumento en la población en la mayoría de las especies con respecto al inventario anterior, la única excepción correspondería a los equinos, que presentaron una disminución al principio de la serie. También se debe mencionar que la diferencia existente, pero en menor grado, tiene relación con las nuevas especies animales agregadas al cálculo (jabalíes y ciervos). Esto generó un aumento de las emisiones de GEI de la subcategoría en un promedio de 47,8 kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1990-2016.

Tabla 200. 3.A.4. Otras especies: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2016 (serie 1990-2013) e INGEI2018 (serie 1990-2016)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	278,0	244,3	192,9	177,4			
INGEI2018	294,6	298,1	256,6	212,4	204,1	195,9	188,3
Diferencia	16,6	53,8	63,7	35,0			
Diferencia %	5,6%	18,0%	24,8%	16,5%			

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

Figura 106. 3.A.4. Otras especies: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

#### 5.2.8.8. Plan de mejoramiento

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de Agricultura y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Conformación de mesas de trabajo con las principales entidades no gubernamentales (asociaciones gremiales, instituciones, etc.) que posean datos paramétricos, para la generación de factores de emisión país específico. Esto es particularmente relevante para aquellas categorías y subcategorías significativas o clave.

### 5.3. Gestión del estiércol (3.B.)

#### 5.3.1. Descripción de la categoría

Esta categoría incluye las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O (directas e indirectas) generadas por los sistemas de producción animal, en particular, la de los sistemas y mecanismos para el almacenamiento y eliminación del estiércol.

En el contexto nacional, ambas subcategorías se incluyen en el INGEI de Chile agrupadas en los siguientes componentes:

- Ganado vacuno (incluye ganado lechero y otros vacunos, ambos desagregados por edad);
- Ovinos (ovejas);
- Caprinos (cabras);
- Camélidos (incluye como población única a llamas y alpacas);
- Equinos (caballos);

- Mulas y asnos;
- Porcinos (cerdos desagregados por edad); y
- Aves de corral (incluye como población única a gallinas ponedoras y de carne, patos, pavos y otras aves de corral).
- Jabalíes
- Ciervos

### 5.3.2. Tendencia de las emisiones de GEI

La categoría *Gestión del estiércol* es la tercera categoría emisora de GEI del sector Agricultura, representando el 17,1 % de las emisiones de GEI del sector. En 2016, sus emisiones de GEI contabilizaron 2.022,1 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 32,9 % desde 1990 y disminuyendo en un 5,9 % desde 2013. El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales corresponde a la población animal y cambios en los factores de emisión del ganado vacuno, principalmente del ganado vacuno lechero, que, dentro de las variables para la obtención de los factores de emisión dinámicos, tiene relación con la producción de leche y esta producción ha ido en aumento, pero ha sido variable en el tiempo.

Respecto a las subcategorías, *Porcinos* es la de mayor relevancia con un 52,7 %, seguida de un 36,2 % de *Ganado vacuno*, un 7,5 % de *Emisiones indirectas por gestión del estiércol*, 3,0 % de *Otras especies* y un 0,5 % de *Ovinos*.

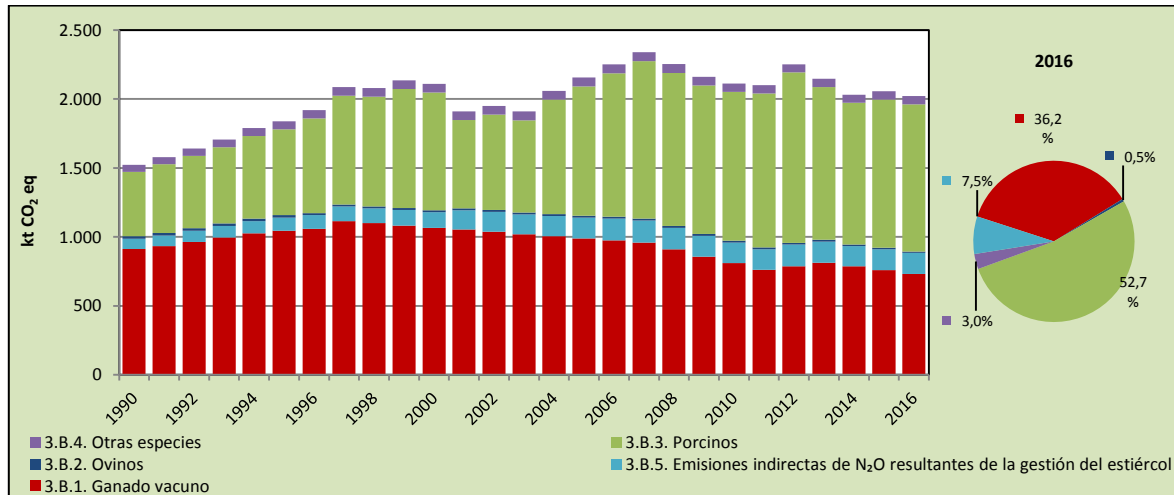
Tabla 201. 3.B. Gestión del estiércol: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016

Subcategoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
3.B.1. Ganado vacuno	912,0	1.066,1	809,8	812,7	786,0	757,9	732,1
3.B.2. Ovinos	18,0	14,1	13,6	12,8	12,0	11,1	10,7
3.B.3. Porcinos	465,7	855,1	1.080,0	1.107,2	1.028,2	1.073,8	1.065,8
3.B.4. Otras especies	50,8	63,2	61,3	61,1	59,0	61,7	61,4
3.B.5. Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O resultantes de la gestión del estiércol	75,5	112,7	148,2	154,1	146,2	152,9	152,1
<b>Total</b>	<b>1.521,9</b>	<b>2.111,2</b>	<b>2.112,9</b>	<b>2.147,9</b>	<b>2.031,3</b>	<b>2.057,4</b>	<b>2.022,1</b>

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI



Figura 107. 3.B. Gestión del estiércol: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI.

### 5.3.3. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de CH<sub>4</sub> de *Ganado vacuno* y *Porcinos* se aplicó el método Nivel 2 y el método Nivel 1 para las restantes especies animales. En el caso de las emisiones de N<sub>2</sub>O se aplicó el método Nivel 1 para todas las especies animales. La población animal empleada es la misma utilizada para la *Fermentación entérica*. En la Tabla 202 se observa un resumen de los métodos aplicados por componente animal y por tipo de GEI.

Tabla 202. 3.B. Gestión del estiércol: métodos aplicados por subcategoría

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.B	Gestión del estiércol			T1, T2, NO	CS, D, NO	T1, T2, NO	CS, D, NO
3.B.1.	Ganado vacuno			T2	CS	T2	CS
3.B.2.	Ovinos			T1	D	T1	D
3.B.3.	Porcinos			T2	CS	T1	D
3.B.4.	Otras especies			T1, NO	D, NO	T1, NO	D, NO
3.B.5.	Emisiones Ind. de N <sub>2</sub> O por gestión del estiércol					T1	D

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de Agricultura con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

#### 5.3.4. Datos de actividad de la categoría

##### **Ganado y otras especies**

Los datos de actividad de cada especie fueron los mismos utilizados para la estimación de las emisiones por *Fermentación entérica*.

##### **Porcinos**

La desagregación de la población de *Porcinos* entre los diferentes sistemas de gestión del estiércol (SGE) fue aportada por profesionales de ASPROCER A.G.

##### **Sistemas de gestión del estiércol de vacunos**

Para el ganado vacuno, la asignación de la población a los SGE, se realizó con base en el juicio experto<sup>35</sup>.

##### **Tasas de excreción de nitrógeno**

Un dato paramétrico importante para estimar las emisiones de N<sub>2</sub>O corresponde a la tasa anual de excreción de nitrógeno por especie animal. Estas tasas fueron calculadas aplicando los valores de excreción por día por cada 1.000 kg de peso vivo, en línea con las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 10.19; Capítulo 10; Volumen 4) y multiplicándolas por la masa corporal animal determinada según juicio de experto<sup>36</sup> (Tabla 203). Las tasas del ganado vacuno se detallan en la sección correspondiente.

Tabla 203. 3.B. Gestión del estiércol: tasas de excreción de nitrógeno (kg N (1.000 kg masa animal)<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) serie 1990-2016.

Especie animal	Tasa de excreción de N (kg N 1.000 kg peso vivo-día <sup>-1</sup> )	Peso corporal promedio (kg peso vivo cabeza <sup>-1</sup> )	Excreción de N (kg N animal-año <sup>-1</sup> )
Ovinos	1,17	60	25,6
Caprinos	1,37	50	25,0
Llamas y Alpacas	0,46	95	16,0
Equinos	0,46	450	75,6
Mulas y Asnos	0,46	237,5	39,9
Porcinos			
Verracos	0,50	120	21,9
Marranas	0,50	100	18,25
Juveniles	0,50	49,6	9,05
Aves de corral	0,82	2,5	0,7
Jabalíes	1,57	100	54,31
Ciervos	0,46	450	75,56

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006, Cuadro 10.19; Capítulo 10; Volumen 4 y juicio experto.

<sup>35</sup> Investigadores de INIA-Remehue. Dres. Marta Alfaro y Francisco Salazar

<sup>36</sup> Investigadores de INIA-Remehue (Dres. Marta Alfaro, y Francisco Salazar y Sr. Marcelo Quezada), y profesionales de ASPROCER A.G (Sr. Renzo Boccanegra)

### 5.3.5. Ganado vacuno (3.B.1.)

#### 5.3.5.1. Descripción de la subcategoría

Esta subcategoría incluye emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O generadas por la descomposición del estiércol bajo condiciones aeróbicas y anaeróbicas del ganado vacuno. Estas condiciones ocurren a menudo cuando se maneja grandes cantidades de animales en una zona confinada, en las que habitualmente el estiércol es almacenado en grandes pilas o eliminado en lagunas o en otros tipos de sistemas de gestión del estiércol (SGE).

#### 5.3.5.2. Tendencia de las emisiones de GEI

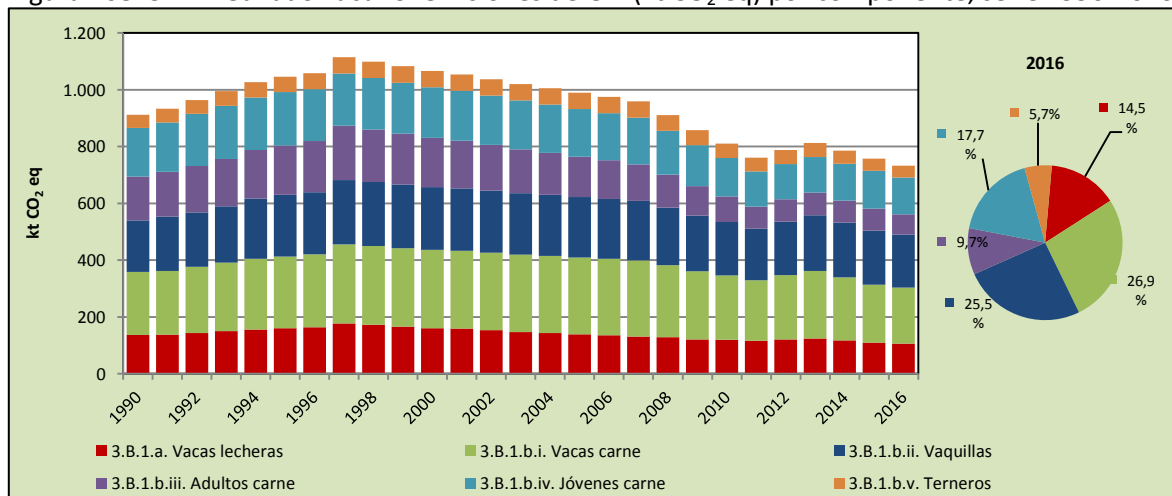
En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 732,1 kt CO<sub>2</sub> eq (representando el 36,2 % de las emisiones de GEI de la categoría), disminuyendo en un 19,7 % desde 1990, y en un 9,9 % desde 2016 (Tabla 204 y Figura 108). El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la disminución en la población de ganado bovino.

Tabla 204. 3.B.1. Ganado vacuno: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
3.B.1.a. Vacas lecheras	136,4	160,8	119,8	124,1	117,6	109,6	106,3
3.B.1.b.i. Vacas carne	222,0	275,1	226,0	238,5	221,3	204,3	196,9
3.B.1.b.ii. Vaquillas	181,2	221,8	189,0	195,7	192,7	189,6	187,0
3.B.1.b.iii. Adultos carne	154,4	173,1	90,1	79,9	78,7	77,5	70,9
3.B.1.b.iv. Jóvenes carne	171,8	177,7	134,4	124,9	129,1	133,4	129,5
3.B.1.b.v. Terneros	46,1	57,6	50,6	49,7	46,5	43,4	41,6
<b>Balance</b>	<b>912,0</b>	<b>1.066,1</b>	<b>809,8</b>	<b>812,7</b>	<b>786,0</b>	<b>757,9</b>	<b>732,1</b>

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Figura 108. 3.B.1. Ganado vacuno: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

#### 5.3.5.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para las emisiones de CH<sub>4</sub> y de N<sub>2</sub>O se aplicó un método Nivel 2 debido a que esta especie tiene una participación mayoritaria en las emisiones de la subcategoría. El método Nivel 2 implica la

desagregación de la población animal en grupos homogéneos y la utilización de factores de emisión país específico. Para la estimación de las emisiones de N<sub>2</sub>O de los sistemas de gestión del estiércol, el ganado vacuno fue asignado a diferentes SGE según las características de los sistemas productivos de cada región administrativa del país; esta asignación se hizo por juicio de experto ya que el país no cuenta con datos estadísticos. En la Tabla 205 se observa un resumen de los métodos aplicados por componente animal y por tipo de GEI.

Tabla 205. 3.B.1. Ganado vacuno: métodos aplicados por componente animal

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.B.1.a.	Vacas lecheras			T2	CS	T2	CS
3.B.1.b.i.	Vacas carne			T2	CS	T2	CS
3.B.1.b.ii.	Vaquillas			T2	CS	T2	CS
3.B.1.b.iii.	Adultos carne			T2	CS	T2	CS
3.B.1.b.iv.	Jóvenes carne			T2	CS	T2	CS
3.B.1.b.v.	Terneros			T2	CS	T2	CS

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de Agricultura con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

#### 5.3.5.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

La población animal (cabezas/año) fue obtenida de la misma forma que para fermentación entérica. Para mayor información ver 5.2.4. *Datos de actividad de la categoría*.

Para la asignación de población a los SGE, se realizó con base en el juicio experto<sup>37</sup>. Un dato paramétrico importante para estimar las emisiones de N<sub>2</sub>O corresponde a la tasa anual de excreción de nitrógeno por especie animal. Estas tasas fueron calculadas aplicando los valores de excreción por día por cada 1.000 kg de peso vivo, en línea con las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 10.19; Capítulo 10; Volumen 4) y multiplicándolas por la masa corporal animal determinada según juicio de experto<sup>38</sup>. Ver Tabla 206 y Tabla 207.

Tabla 206. 3.B.1. Ganado vacuno: tasas de excreción de nitrógeno (kg N (1.000 kg masa animal)<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) para Ganado Bovino en pastoreo, empleadas en la serie 1990-2016.

Año	Vacas lecheras en producción	Vacas lecheras secas	Vacas carne	Vaquillas	Adultos carne	Jóvenes carne	Terneros
1990	99,86	105,12	72,27	48,62	68,72	42,44	19,71
1991	99,59	104,85	72,02	48,67	68,65	42,62	19,71
1992	99,32	104,58	71,76	48,72	68,57	42,80	19,71
1993	99,06	104,31	71,51	48,77	68,49	42,97	19,71
1994	98,79	104,04	71,26	48,82	68,42	43,15	19,71

<sup>37</sup> Investigadores de INIA-Remehue. Dres. Marta Alfaro y Francisco Salazar

<sup>38</sup> Investigadores de INIA-Remehue (Dres. Marta Alfaro, y Francisco Salazar y Sr. Marcelo Quezada), y profesionales de ASPROCER A.G (Sr. Renzo Boccanegra)

Año	Vacas lecheras en producción	Vacas lecheras secas	Vacas carne	Vaquillas	Adultos carne	Jóvenes carne	Terneros
1995	98,52	103,77	71,01	48,87	68,34	43,33	19,71
1996	98,25	103,50	70,75	48,92	68,27	43,50	19,71
1997	97,98	103,23	70,50	48,97	68,19	43,68	19,71
1998	97,71	102,96	70,25	49,02	68,12	43,86	19,71
1999	97,44	102,69	70,00	49,07	68,04	44,03	19,71
2000	97,17	102,42	69,74	49,12	67,96	44,21	19,71
2001	96,90	102,16	69,49	49,17	67,89	44,39	19,71
2002	96,63	101,89	69,24	49,22	67,81	44,56	19,71
2003	96,36	101,62	68,99	49,28	67,74	44,74	19,71
2004	96,09	101,35	68,73	49,33	67,66	44,92	19,71
2005	95,82	101,08	68,48	49,38	67,59	45,10	19,71
2006	95,55	100,81	68,23	49,43	67,51	45,27	19,71
2007	95,28	100,54	67,97	49,48	67,43	45,45	19,71
2008	95,01	100,27	67,72	49,53	67,36	45,63	19,71
2009	94,74	100,00	67,47	49,58	67,28	45,80	19,71
2010	94,47	99,73	67,22	49,63	67,21	45,98	19,71
2011	94,20	99,46	66,96	49,68	67,13	46,16	19,71
2012	93,93	99,19	66,71	49,73	67,05	46,33	19,71
2013	93,66	98,92	66,46	49,78	66,98	46,51	19,71
2014	93,40	98,65	66,21	49,83	66,90	46,69	19,71
2015	93,13	98,38	65,95	49,88	66,83	46,86	19,71
2016	92,86	98,11	65,70	49,93	66,75	47,04	19,71

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 y juicio experto

Tabla 207. 3.B.1. Ganado vacuno: tasas de excreción de nitrógeno (kg N (1.000 kg masa animal)<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>) para Ganado Bovino en confinamiento, empleadas en la serie temporal 1990-2016.

Año	Vacas lecheras en producción	Vacas lecheras secas	Vacas carne	Vaquillas	Adultos carne	Jóvenes carne	Terneros
1990	110,38	112,13	72,27	53,87	74,90	42,44	19,71
1991	110,68	112,67	72,02	53,82	75,15	42,43	19,76
1992	110,98	113,21	71,76	53,77	75,40	42,41	19,81
1993	111,29	113,75	71,51	53,72	75,66	42,40	19,86
1994	111,59	114,28	71,26	53,67	75,91	42,38	19,91
1995	111,89	114,82	71,01	53,62	76,16	42,37	19,96
1996	112,20	115,36	70,75	53,57	76,41	42,35	20,01
1997	112,50	115,90	70,50	53,52	76,67	42,34	20,06
1998	112,80	116,44	70,25	53,47	76,92	42,32	20,11
1999	113,11	116,98	70,00	53,42	77,17	42,31	20,16
2000	113,41	117,52	69,74	53,37	77,42	42,29	20,22
2001	113,71	118,06	69,49	53,32	77,68	42,28	20,27
2002	114,01	118,60	69,24	53,27	77,93	42,26	20,32
2003	114,32	119,14	68,99	53,22	78,18	42,25	20,37
2004	114,62	119,68	68,73	53,17	78,44	42,23	20,42
2005	114,92	120,21	68,48	53,12	78,69	42,21	20,47
2006	115,23	120,75	68,23	53,07	78,94	42,20	20,52
2007	115,53	121,29	67,97	53,01	79,19	42,18	20,57
2008	115,83	121,83	67,72	52,96	79,45	42,17	20,62
2009	116,14	122,37	67,47	52,91	79,70	42,15	20,67
2010	116,44	122,91	67,22	52,86	79,95	42,14	20,72
2011	116,74	123,45	66,96	52,81	80,20	42,12	20,77
2012	117,05	123,99	66,71	52,76	80,46	42,11	20,82

Año	Vacas lecheras en producción	Vacas lecheras secas	Vacas carne	Vaquillas	Adultos carne	Jóvenes carne	Terneros
2013	117,35	124,53	66,46	52,71	80,71	42,09	20,87
2014	117,65	125,07	66,21	52,66	80,96	42,08	20,92
2015	117,96	125,60	65,95	52,61	81,22	42,06	20,97
2016	118,26	126,14	65,70	52,56	81,47	42,05	21,02

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en valores por defecto de las Directrices del IPCC de 2006 y juicio experto

### 5.3.5.3.2. Factores de emisión

Los factores de emisión país específicos empleados para la estimación de la emisión de CH<sub>4</sub> por la gestión del estiércol para el *Ganado vacuno* se obtuvieron en base a la Ecuación 10.23 del Capítulo 10, Volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006* y utilizando juicio experto<sup>39</sup>. Estos factores se estiman por tipo de ganado, modelo de gestión del ganado y ubicación geográfica. Los valores utilizados por región y año se encuentran en el ANEXO 08.01.

### 5.3.5.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2016, ha sido estimada para cada GEI de cada componente animal. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 208.

Tabla 208. 3.B.1. Ganado vacuno: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
3.B.1.a.	Vacas lecheras	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	20,0%	20,0%	48,2%	48,2%
3.B.1.b.i.	Vacas carne	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	20,0%	20,0%	48,2%	48,2%
3.B.1.b.ii.	Vaquillas	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	20,0%	20,0%	48,2%	48,2%
3.B.1.b.iii.	Adultos carne	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	20,0%	20,0%	48,2%	48,2%
3.B.1.b.iv.	Jóvenes carne	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	20,0%	20,0%	48,2%	48,2%
3.B.1.b.v.	Terneros	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	20,0%	20,0%	48,2%	48,2%
3.B.1.a.	Vacas lecheras	N <sub>2</sub> O	66,5%	66,5%	50,0%	100,0%	83,2%	120,1%
3.B.1.b.iii.	Adultos carne	N <sub>2</sub> O	66,5%	66,5%	50,0%	100,0%	83,2%	120,1%

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

En conclusión, la mayor fuente de incertidumbre en las estimaciones de GEI, proviene del uso de datos de actividad

<sup>39</sup> Marta Alfaro, Francisco Salazar, Sergio Iraira y Francisco Lanuza (investigadores de INIA-Remehue) y Héctor Manterola (Universidad de Chile) con base en las *Directrices del IPCC de 2006*

### 5.3.5.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión, los mismos SGE y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Y para los años en que no conto con datos estadísticos, se realizaron extrapolaciones e interpolaciones, para completar los datos faltantes. Cuando se realizaron cambios de actividad paramétrica o de factor de emisión, los recálculos realizados cubrieron la serie temporal completa.

### 5.3.5.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

#### 5.3.5.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de Agricultura se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de Agricultura. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_3AGRI*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

#### **Gestión de los datos de actividad estadísticos:**

- Los datos de actividad estadísticos fueron ingresados a las planillas de forma automática, directamente desde su fuente de origen, evitando errores asociados a la transcripción manual.
- Los totales nacionales de los datos de actividad fueron confeccionados por la suma de los totales regionales, realizando un chequeo cruzado para comprobar que no exista diferencia entre ellos.

#### **Gestión de factores de emisión, factores de conversión y constantes:**

- Todos los principales datos paramétricos se encuentran compilados en una sola planilla denominada "Hoja Madre", que está vinculada a las hojas de trabajo. Esto permite que esté centralizada la información para una rápida revisión y actualización cuando corresponda.

#### **Gestión de las hojas de trabajo:**

- Todas las hojas de trabajo están vinculadas automáticamente a las hojas de datos de actividad y factores de emisión.
- En las hojas de trabajo los valores de nivel país fueron generados tanto por la suma de los valores regionales, como por el ingreso directo a las planillas de los valores nacionales, no debiendo existir diferencia alguna entre ambas derivaciones. De esta forma, en cada planilla de trabajo se cuenta con tres cuadros de datos país: país por suma de regiones, país por datos nacionales directamente ingresados y país por la diferencia entre los dos cuadros anteriores, que debe dar cero (sin diferencia alguna entre los primeros dos cuadros).

#### **Revisión interna:**

- Para asegurar que los datos fueran reales, completos y consistentes, se efectuó una verificación cruzada de la información con otras fuentes y con datos utilizados en actualizaciones de años anteriores.

- Se realizó una revisión de las planillas de cálculo y hojas de trabajo por parte de revisores internos del proceso de actualización en cada institución que forma parte del Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI.

#### 5.3.5.6.2. *Garantía de la calidad*

Previo a la actualización del sector Agricultura, el Equipo Técnico ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de Agricultura como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo 2018\_SGCC\_3AGRI. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

#### 5.3.5.6.3. *Verificación*

Se empleó el mismo proceso de verificación explicado para la sección 5.2.5.6.3. *Verificación de Ganado vacuno*.

#### 5.3.5.7. *Recálculos*

##### 5.3.5.7.1. *Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras*

Para esta subcategoría se realizaron mejoras metodológicas a la base de población animal, que son las mismas que se pueden observar en el punto 5.2.5.7.1 *Justificación de los nuevos cálculos y mejoras*.

##### 5.3.5.7.2. *Implicaciones para los niveles de emisión*

En la Tabla 209 y Figura 109 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de esta subcategoría respecto del inventario anterior (INGEI2016). La diferencia se debe principalmente al ajuste de los datos de actividad en la población animal y al ajuste de los factores de emisiones país específicos empleados, ya que para este inventario los factores de emisión para el ganado bovino son mayores a los generados en el inventario anterior. Esto generó un aumento de las emisiones de GEI de la subcategoría en un promedio de 621,2 kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1990-2016.

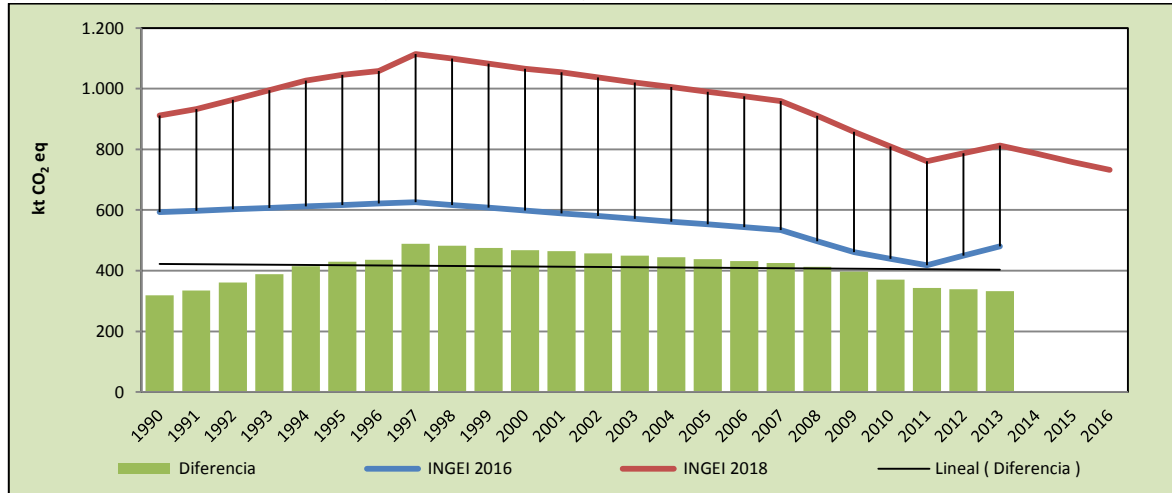
Tabla 209. 3.B.1 Ganado vacuno: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	593,0	598,4	439,2	480,6			
INGEI2018	912,0	1066,1	809,8	812,7	786,0	757,9	732,1
<b>Diferencia</b>	<b>319,0</b>	<b>467,7</b>	<b>370,7</b>	<b>332,1</b>			
<b>Diferencia %</b>	<b>35,0%</b>	<b>43,9%</b>	<b>45,8%</b>	<b>40,9%</b>			

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018



Figura 109. 3.B.1 Ganado vacuno: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

### 5.3.5.8. Plan de mejoramiento

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de Agricultura y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Conformación de mesas de trabajo con las principales entidades no gubernamentales (asociaciones gremiales, instituciones, etc.) que posean datos paramétricos, para la generación de factores de emisión país específicos. Esto es particularmente relevante para aquellas categorías y subcategorías significativas o clave; y
- Desarrollo y mejora de factores de emisión país específicos. Se evaluará la disponibilidad de fondos que permitan la ejecución de proyectos.

### 5.3.6. Ovinos (3.B.2.)

#### 5.3.6.1. Descripción de la subcategoría

Esta subcategoría incluye emisiones de CH<sub>4</sub> generadas por la descomposición del estiércol bajo condiciones aeróbicas y anaeróbicas de ovinos. Los ovinos son manejados fundamentalmente bajo condiciones de pastoreo a campo abierto; esto significa que las emisiones de N<sub>2</sub>O desde las excretas depositadas por los animales en el campo directamente sobre el suelo, son contabilizadas en la categoría *Suelos agrícolas*.

#### 5.3.6.2. Tendencia de las emisiones de GEI

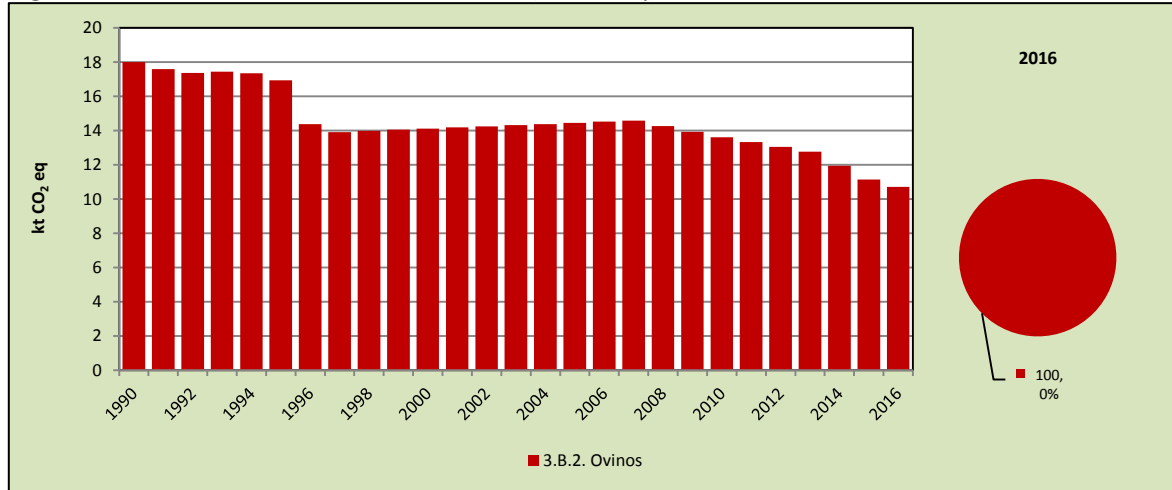
En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 10,7 kt CO<sub>2</sub> eq (representando el 0,5% de las emisiones de GEI de la categoría), disminuyendo en un 40,5% desde 1990, y en un 16,0 % desde 2013 (Tabla 210 y Figura 110). El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la disminución en la población de ganado ovino.

Tabla 210. 3.B.2. Ovinos: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016

Subcategoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
3.B.2. Ovinos	18,0	14,1	13,6	12,8	12,0	11,1	10,7

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Figura 110. 3.B.2. Ovinos: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

### 5.3.6.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Las emisiones de CH<sub>4</sub> fueron estimadas aplicando el método Nivel 1. Para su aplicación basta conocer las poblaciones por especie, las que se multiplican por los factores de emisión por defecto correspondientes. En la Tabla 211 se observa un resumen de los métodos aplicados por componente animal y por tipo de GEI.

Tabla 211. 3.B.2. Ovinos: métodos aplicados por componente animal

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.B.2.	Ovinos			T1	D	NO	NO

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de Agricultura con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

#### 5.3.6.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

En general la población animal (cabezas/año) fue obtenida al igual que en la *sección 5.2.6.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos*.

#### 5.3.6.3.2. Factores de emisión

Para las emisiones de CH<sub>4</sub> de otras especies y para las emisiones de N<sub>2</sub>O de todas las especies y sus respectivos SGE se aplicaron factores de emisión por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Tabla 212. 3.B.2. Ovinos: factor de emisión por defecto por especie animal (kg CH<sub>4</sub> animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>)

Ganado	Factores de Emisión (kg CH <sub>4</sub> (animal-año) <sup>-1</sup> )
Ovinos	0,150

Fuente: Cuadro 10.15; Capítulo 10; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

#### 5.3.6.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2016, ha sido estimada para cada GEI de cada componente animal. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 213.

Tabla 213. 3.B.2. Ovinos: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
3.B.2.	Ovinos	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	30,0%	30,0%	53,1%	53,1%

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

En conclusión, la mayor fuente de incertidumbre en las estimaciones de GEI corresponde a los datos de actividad

#### 5.3.6.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión, los mismos SGE y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Cuando se realizaron cambios de actividad paramétrica o de factor de emisión, los recálculos realizados cubrieron la serie temporal completa.

#### 5.3.6.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

##### 5.3.6.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de Agricultura se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de Agricultura. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_3AGRI*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

##### **Gestión de los datos de actividad estadísticos:**

- Los datos de actividad estadísticos fueron ingresados a las planillas de forma automática, directamente desde su fuente de origen, evitando errores asociados a la transcripción manual.

- Los totales nacionales de los datos de actividad fueron confeccionados por la suma de los totales regionales, realizando un chequeo cruzado para comprobar que no exista diferencia entre ellos.

**Gestión de factores de emisión, factores de conversión y constantes:**

- Todos los principales datos paramétricos se encuentran compilados en una sola planilla denominada “Hoja Madre”, que está vinculada a las hojas de trabajo. Esto permite que esté centralizada la información para una rápida revisión y actualización cuando corresponda.

**Gestión de las hojas de trabajo:**

- Todas las hojas de trabajo están vinculadas automáticamente a las hojas de datos de actividad y factores de emisión.
- En las hojas de trabajo los valores de nivel país fueron generados tanto por la suma de los valores regionales, como por el ingreso directo a las planillas de los valores nacionales, no debiendo existir diferencia alguna entre ambas derivaciones. De esta forma, en cada planilla de trabajo se cuenta con tres cuadros de datos país: país por suma de regiones, país por datos nacionales directamente ingresados y país por la diferencia entre los dos cuadros anteriores, que debe dar cero (sin diferencia alguna entre los primeros dos cuadros).

**Revisión interna:**

- Para asegurar que los datos fueran reales, completos y consistentes, se efectuó una verificación cruzada de la información con otras fuentes y con datos utilizados en actualizaciones de años anteriores.
- Se realizó una revisión de las planillas de cálculo y hojas de trabajo por parte de revisores internos del proceso de actualización en cada institución que forma parte del Equipo Técnico de Agricultura.

**5.3.6.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *Agricultura*, el Equipo Técnico ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de Agricultura como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_3AGRI*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

**5.3.6.6.3. Verificación**

Se empleó el mismo proceso de verificación explicado para la sección 5.2.6.6.3. *Verificación de Fermentación entérica*.

**5.3.6.7. Recálculos**

**5.3.6.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras**

Ver sección 5.2.6.7.1 Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras.

### 5.3.6.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión

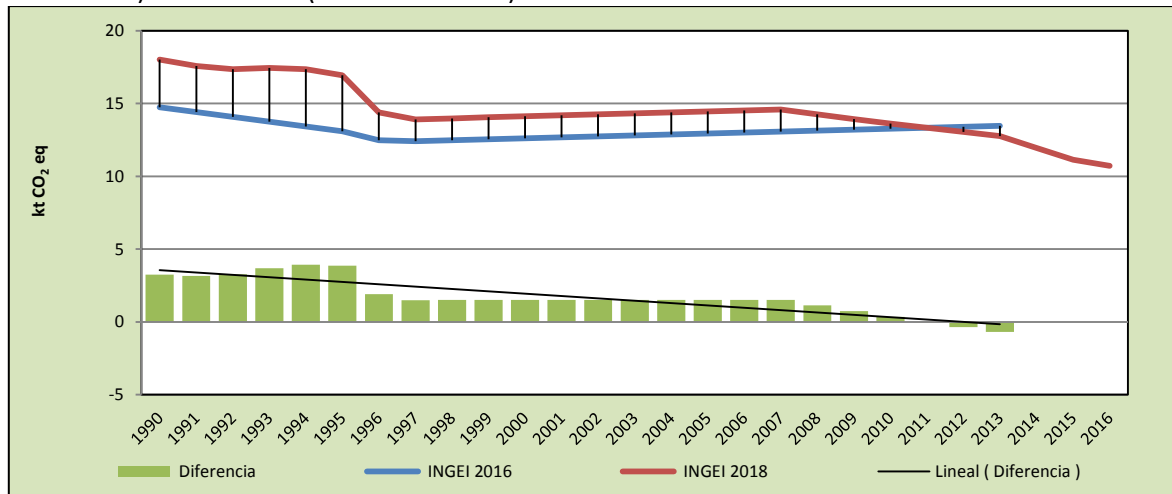
En la Tabla y Figura se observa cómo variaron las emisiones de GEI de esta subcategoría respecto del inventario anterior (INGEI2016). La diferencia se debe principalmente al ajuste de los datos de actividad en la población animal. Esto generó un aumento de las emisiones de GEI de la subcategoría en un promedio de 2,0 kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1990-2016.

Tabla 214. 3.B.2. Ovinos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	14,7	12,6	13,3	13,5			
INGEI2018	18,0	14,1	13,6	12,8	12,0	11,1	10,7
Diferencia	3,3	1,5	0,3	-0,7			
Diferencia %	18,1%	10,7%	2,6%	-5,5%			

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

Figura 111. 3.B.2. Ovinos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

### 5.3.6.8. Plan de mejoramiento

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de Agricultura y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Mejoramiento de la coordinación y gestión entre las entidades gubernamentales que poseen/generan datos estadísticos, para su posterior reporte a fuentes internacionales. Con esta acción se pretende mantener la consistencia entre bases de datos nacionales e internacionales;

### 5.3.7. Porcinos (3.B.3.)

#### 5.3.7.1. Descripción de la subcategoría

Esta subcategoría incluye emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O generadas por la descomposición del estiércol bajo condiciones aeróbicas y anaeróbicas de porcinos. Estas condiciones ocurren a menudo

cuando se maneja grandes cantidades de animales en una zona confinada, en las que habitualmente el estiércol es almacenado en grandes pilas o eliminado en lagunas o en otros tipos de sistemas de gestión del estiércol (SGE). En el contexto nacional, las emisiones de CH<sub>4</sub> provienen mayoritariamente de los cerdos (sistemas de manejo variado).

### 5.3.7.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 1.065,8 kt CO<sub>2</sub> eq (representando el 52,7 % de las emisiones de GEI de la categoría), incrementándose en un 128,9 % desde 1990, pero disminuyendo en un 3,7 % desde 2013 (Tabla 215 y Figura 112). El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales son las variaciones que ha experimentado el ganado porcino durante toda la serie temporal.

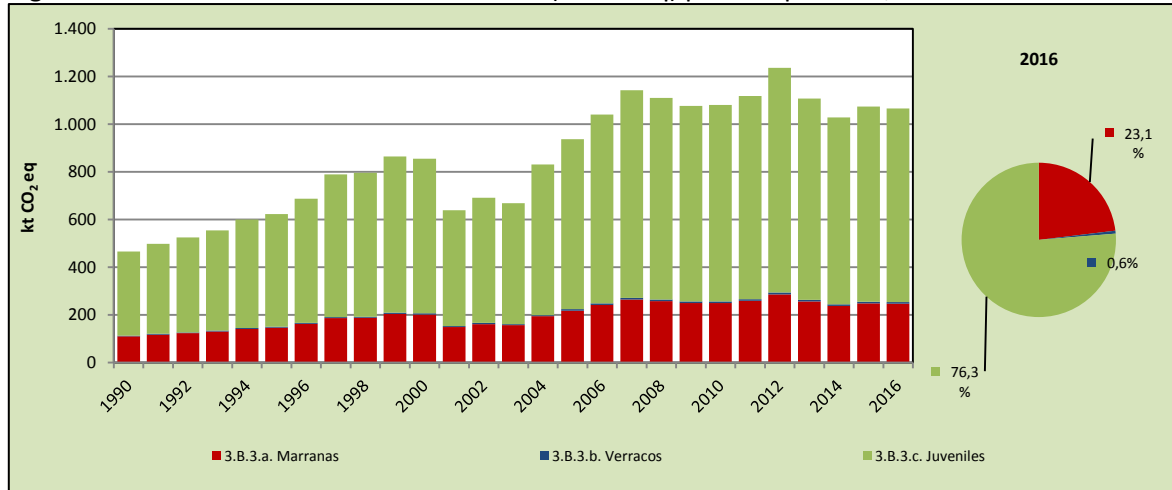
Respecto a los componentes, *Juveniles* acumula la mayoría de las emisiones, representando un 76,3 % de la subcategoría. Le siguen *Marranas* representando un 23,1 % y *Verracos* con un 0,6 %.

Tabla 215. 3.B.3. Porcinos: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Subcategoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
3.B.3.a. Marranas	109,1	201,1	249,7	256,0	237,6	248,0	246,1
3.B.3.b. Verracos	2,9	5,4	6,7	6,8	6,3	6,6	6,6
3.B.3.c. Juveniles	353,7	648,6	823,7	844,4	784,2	819,1	813,1
<b>Total</b>	<b>465,7</b>	<b>855,1</b>	<b>1.080,0</b>	<b>1.107,2</b>	<b>1.028,2</b>	<b>1.073,8</b>	<b>1.065,8</b>

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Figura 112. 3.B.3. Porcinos: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

### 5.3.7.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de las emisiones de CH<sub>4</sub> de esta subcategoría se aplicó el método Nivel 2. Para su aplicación basta conocer las poblaciones por especie, las que se multiplican por los factores de emisión país específico obtenidos para este INGEI. Para la estimación de las emisiones de N<sub>2</sub>O se aplicó el método de Nivel 1, para la asignación de los Porcinos a los SGE, se utilizó la información aportada por ASPROCER A.G. al elaborar la serie temporal 1990-2016. En la Tabla 216 se observa un resumen de los métodos aplicados por componente animal y por tipo de GEI.

Tabla 216. 3.B.3. Porcinos: métodos aplicados por componente animal

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.B.3.a.	Marranas			T2	CS	T1	D
3.B.3.b.	Verracos			T2	CS	T1	D
3.B.3.c.	Juveniles			T2	CS	T1	D

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de Agricultura con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

#### 5.3.7.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

En general la población animal (cabezas/año) fue obtenida al igual en la sección 5.2.7.3.1. *Datos de actividad estadísticos y paramétricos*.

#### 5.3.7.3.2. Factores de emisión

Los factores de emisión país específicos empleados para la estimación de la emisión de CH<sub>4</sub> por manejo del estiércol para porcinos fueron calculados con datos paramétricos aportados por investigadores del Centro Regional de Investigación Remehue (CRI Remehue) del Instituto de INIA y de ASPROCER. El cálculo de estos factores está basado en la ecuación 10.24 del capítulo 10, Volumen 4 de las *Directrices del IPCC 2006*. Los datos paramétricos utilizados para su estimación se presentan en la Tabla 217.

Tabla 217. 3.B.3. Porcinos: Datos paramétricos para el cálculo de los factores de emisión de CH<sub>4</sub> país específico.

Grupo animal - Porcinos	Verraco	Marrana	Juveniles	Fuente
Peso en pie kg cabeza <sup>-1</sup>	120	100	49,6	ASPROCER
Energía bruta (EB) MJ día <sup>-1</sup>	38,00	31,67	15,71	GL2006
Ingesta de alimentos kg ms día <sup>-1</sup>	2,10	1,75	0,87	GL2006
Digestibilidad de alimentos (DE) %	75	75	75	INIA - GL2006
Cenizas del estiércol (ASH) % ms	8	8	8	GL2006
Excreción de sólidos volátiles (VS) kg ms día <sup>-1</sup>	0,47	0,39	0,20	GL2006
Capacidad máxima del estiércol para producir CH <sub>4</sub> (Bo) m <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> kg <sup>-1</sup> SV)	0,45	0,45	0,45	GL2006
Factor de Conversión de Metano (FCM)	74	74	74	INIA - GL2006

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI y ASPROCER.

Tabla 218. Factores de emisión de metano por gestión del estiércol por temperatura para porcinos (kg CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>)

Factores de Emisión (kg CH <sub>4</sub> (animal-año) <sup>-1</sup> )	
Marranas	32,15
Verracos	38,58
Juveniles	15,95

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI.

Los factores de emisión país-específico obtenidos para esta serie temporal son más altos que los sugeridos por el IPCC, para sistemas de producción de cerdo en Latinoamérica<sup>40</sup>, siendo más semejantes a valores sugeridos para sistemas de producción de cerdo en Norteamérica bajo condiciones de clima templado. Esto es coherente con las características de los sistemas de manejo del estiércol de la industria porcina en Chile, que gestionan sus residuos en sistemas líquidos de almacenaje. El valor 1 (kg CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>), sugerido por el IPCC para Latinoamérica<sup>41</sup>, se refiere a porcinos manejados extensivamente donde el estiércol es depositado en la pradera durante el pastoreo. Esta situación es minoritaria en el país y no refleja la realidad de los sistemas de producción mayoritarios para esta industria.

Tabla 219. Factores de emisión de metano por gestión del estiércol por temperatura para porcinos (kg CH<sub>4</sub> cabeza<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>)

Características regionales		América del Norte: Regularmente se utilizan sistemas de base líquida para estiércol de porcinos.		América Latina: Casi todo el estiércol del ganado se gestiona como sólidos en pasturas y prados	
Especie de ganado		Porcinos en carne	Porcinos de cría	Porcinos	
Factores de emisión de CH <sub>4</sub> según la temperatura promedio anual	Frio	≤ 10	10	19	1
		11	11	20	1
		12	11	21	1
		13	12	22	1
		14	12	23	1
	Templado	15	13	24	1
		16	13	26	1
		17	14	27	1
		18	15	28	1
		19	15	29	1
		20	16	31	1
		21	17	32	1
		22	18	34	1
		23	18	35	1
		24	19	37	1
	25	20	39	1	
	Cálido	26	22	41	2
		27	23	44	2
≥ 28		23	45	2	

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con datos obtenidos en *Directrices del IPCC de 2006*

Para la estimación de los factores de emisión de N<sub>2</sub>O, se utilizan valores por defecto del cuadro 10.21 y las ecuaciones 10.30 y 10.25 del capítulo 10, volumen 4 de las *Directrices del IPCC 2006*.

#### 5.3.7.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2016, ha sido estimada para cada GEI de cada componente animal. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 220

<sup>40</sup>Directrices del IPCC 2006, volumen 4 capítulo 10, página 10.38

<sup>41</sup>Directrices del IPCC 2006, volumen 4 capítulo 10, página 10.38



Tabla 220. 3.B.3. Porcinos: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
3.A.3.	Porcinos	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	20,0%	20,0%	48,2%	48,2%
3.A.3.	Porcinos	N <sub>2</sub> O	55,2%	55,2%	50,0%	100,0%	74,5%	114,2%

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

En conclusión, la mayor fuente de incertidumbre en las estimaciones de GEI proviene de los datos de actividad.

### 5.3.7.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Cuando se realizaron cambios de actividad paramétrica o de factor de emisión, los recálculos realizados cubrieron la serie temporal completa.

### 5.3.7.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

#### 5.3.7.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de Agricultura se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de Agricultura. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_3AGRI*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

#### **Gestión de los datos de actividad estadísticos:**

- Los datos de actividad estadísticos fueron ingresados a las planillas de forma automática, directamente desde su fuente de origen, evitando errores asociados a la transcripción manual.
- Los totales nacionales de los datos de actividad fueron confeccionados por la suma de los totales regionales, realizando un chequeo cruzado para comprobar que no exista diferencia entre ellos.

#### **Gestión de factores de emisión, factores de conversión y constantes:**

- Todos los principales datos paramétricos se encuentran compilados en una sola planilla denominada "Hoja Madre", que está vinculada a las hojas de trabajo. Esto permite que esté centralizada la información para una rápida revisión y actualización cuando corresponda.

#### **Gestión de las hojas de trabajo:**

- Todas las hojas de trabajo están vinculadas automáticamente a las hojas de datos de actividad y factores de emisión.

- En las hojas de trabajo los valores de nivel país fueron generados tanto por la suma de los valores regionales, como por el ingreso directo a las planillas de los valores nacionales, no debiendo existir diferencia alguna entre ambas derivaciones. De esta forma, en cada planilla de trabajo se cuenta con tres cuadros de datos país: país por suma de regiones, país por datos nacionales directamente ingresados y país por la diferencia entre los dos cuadros anteriores, que debe dar cero (sin diferencia alguna entre los primeros dos cuadros).

**Revisión interna:**

- Para asegurar que los datos fueran reales, completos y consistentes, se efectuó una verificación cruzada de la información con otras fuentes y con datos utilizados en actualizaciones de años anteriores.
- Se realizó una revisión de las planillas de cálculo y hojas de trabajo por parte de revisores internos del proceso de actualización en cada institución que forma parte del Equipo Técnico de Agricultura.

**5.3.7.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *Agricultura*, el Equipo Técnico ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de Agricultura como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo 2018\_SGCC\_3AGRI. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

**5.3.7.6.3. Verificación**

Se empleó el mismo proceso de verificación explicado para la sección 5.2.7.6.3. *Verificación de Fermentación entérica*.

**5.3.7.7. Recálculos**

**5.3.7.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejora**

Se empleó el mismo proceso explicado para la sección 5.2.7.7.1. *Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras*.

**5.3.7.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión**

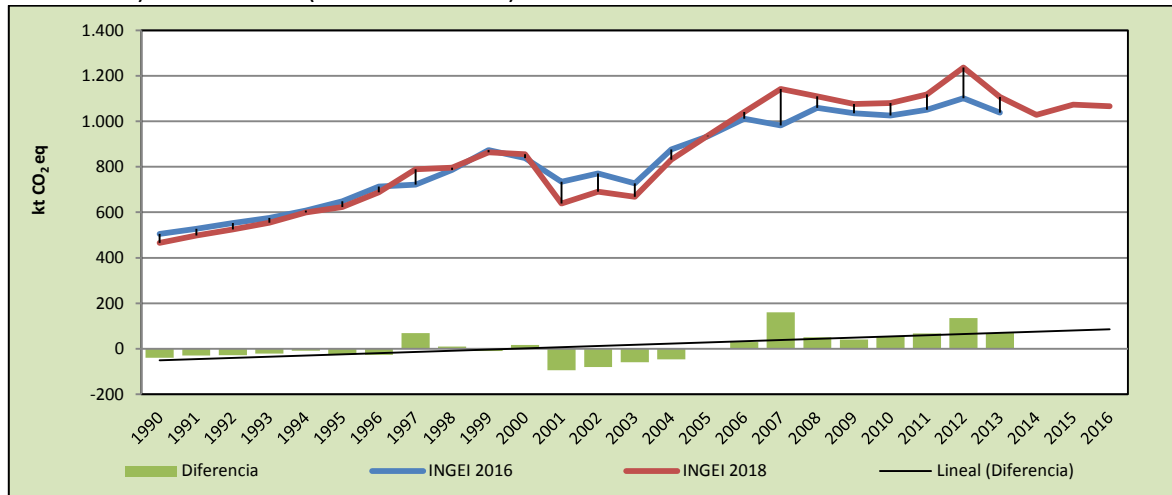
En la Tabla 221 y Figura 113 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de esta subcategoría respecto del inventario anterior (INGEI2016). La diferencia se debe principalmente al ajuste de los datos de actividad en la población animal y en menor grado al ajuste de los factores de emisiones país específicos empleados. Esto generó una disminución de las emisiones de GEI de la subcategoría en un promedio de 10,0 kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1990-2013.

Tabla 221. 3.B.3. Porcinos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	505,3	838,4	1.024,8	1.038,1			
INGEI2018	465,7	855,1	1.080,0	1.107,2	1.028,2	1.073,8	1.065,8
Diferencia	-39,7	16,7	55,2	69,1			
Diferencia %	-8,5%	2,0%	5,1%	6,2%			

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

Figura 113. 3.B.3. Porcinos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

### 5.3.7.8. Plan de mejoramiento

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de Agricultura y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Conformación de mesas de trabajo con las principales entidades no gubernamentales (asociaciones gremiales, instituciones, etc.) que posean datos paramétricos, para la generación de factores de emisión país específico. Esto es particularmente relevante para aquellas categorías y subcategorías significativas o clave.

### 5.3.8. Otras especies (3.B.4.)

#### 5.3.8.1. Descripción de la subcategoría

Esta subcategoría incluye emisiones de CH<sub>4</sub> generadas por la descomposición del estiércol bajo condiciones aeróbicas y anaeróbicas de otras especies.

Esta subcategoría incluye emisiones de CH<sub>4</sub>, el cual se produce como subproducto de los procesos digestivos de otras especies de menor participación en la población animal nacional. Las especies consideradas son las siguientes:

- Caprinos;
- Equinos;
- Mulas y asnos;
- Aves de corral;
- Camélidos (llamas y alpacas);
- Ciervos, y;
- Jabalíes.

A su vez el estiércol de Aves de corral genera emisiones directas de N<sub>2</sub>O, durante su tratamiento y almacenamiento previo a otro uso.

Las otras especies animales son manejadas fundamentalmente bajo condiciones de pastoreo a campo abierto; esto significa que las emisiones de N<sub>2</sub>O desde las excretas depositadas por los animales en el campo directamente sobre el suelo, son contabilizadas en la categoría *Suelos agrícolas*.

### 5.3.8.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 61,4 kt CO<sub>2</sub> eq (representando el 3,0 % de las emisiones de GEI de la categoría), incrementándose en un 20,8 % desde 1990, y en un 0,4 % desde 2013 (Tabla 222 y Figura 114). El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la variación de población animal, en donde para la mayoría de las especies animales hubo una disminución en el número de cabezas, a excepción la población de aves de corral y de las nuevas especies introducidas en el inventario (jabalíes y ciervos).

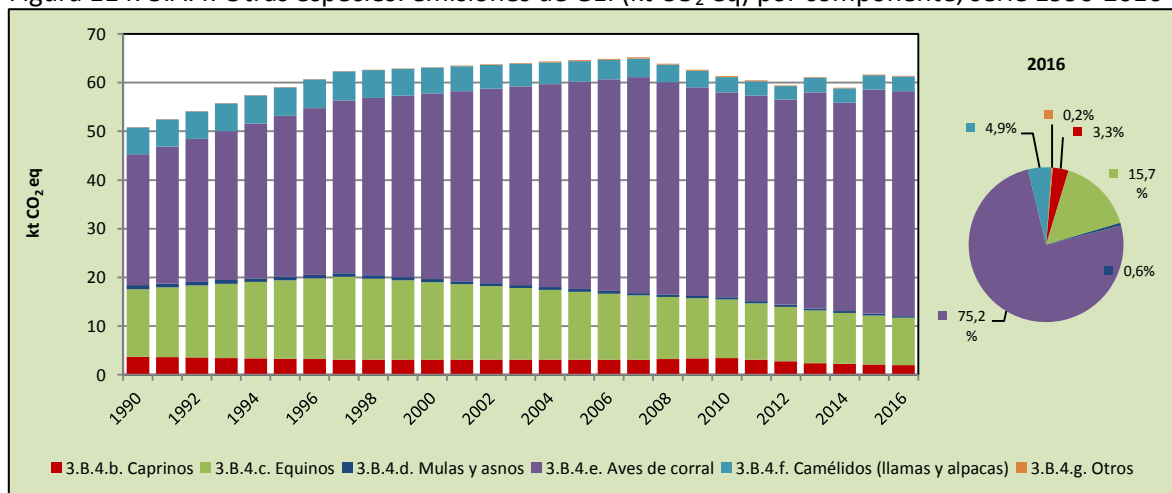
Respecto a los componentes, *Aves de corral* acumula la mayoría de las emisiones, representando un 75,2 % de la subcategoría. Le siguen *Equinos* representando un 15,7 %, *Camélidos (llamas y alpacas)* representando un 4,9 %, *Caprinos* representando un 3,3 %, *Mulas y asnos* representando un 0,6% y finalmente *Ciervos y Jabalíes* representan un 0,2 %.

Tabla 222. 3.B.4. Otras especies: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
3.B.4.b. Caprinos	3,7	3,1	3,4	2,4	2,3	2,2	2,0
3.B.4.c. Equinos	13,9	15,9	12,0	10,8	10,4	10,1	9,7
3.B.4.d. Mulas y asnos	0,8	0,6	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4
3.B.4.e. Aves de corral	26,9	38,2	42,1	44,3	42,8	46,0	46,2
3.B.4.f. Camélidos (llamas y alpacas)	5,5	5,3	3,2	3,0	3,0	3,0	3,0
3.B.4.g. Otros	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
<b>Balance</b>	<b>50,8</b>	<b>63,2</b>	<b>61,3</b>	<b>61,1</b>	<b>59,0</b>	<b>61,7</b>	<b>61,4</b>

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Figura 114. 3.A.4. Otras especies: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

**5.3.8.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría**

Las emisiones de CH<sub>4</sub> fueron estimadas aplicando el método Nivel 1. Para su aplicación basta conocer las poblaciones por especie, las que se multiplican por los factores de emisión por defecto correspondientes. Para las emisiones de N<sub>2</sub>O de aves de corral fueron estimadas aplicando el método Nivel 1.

Tabla 223. 3.B.4. Otras especies: métodos aplicados por componente animal

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero		CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.B.4.b.	Caprinos			T1	D	NO	NO
3.B.4.c.	Equinos			T1	D	NO	NO
3.B.4.d.	Mulas y asnos			T1	D	NO	NO
3.B.4.e.	Aves de corral			T1	D	T1	D
3.B.4.f.	Camélidos (Llamas y alpacas)			T1	D	NO	NO
3.B.4.g.i.	Ciervos			T1	D	NO	NO
3.B.4.g.ii.	Jabalíes			T1	D	NO	NO

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de Agricultura con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

**5.3.8.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos**

En general la población animal (cabezas/año) fue obtenida al igual en la sección 5.2.8.3.1. *Datos de actividad estadísticos y paramétricos*.

**5.3.8.3.2. Factores de emisión**

Para las emisiones de CH<sub>4</sub> de otras especies y para las emisiones de N<sub>2</sub>O de todas las especies y sus respectivos SGE se aplicaron factores de emisión por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Tabla 224. 3.B.4. Otras especies: factores de emisión por defecto por especie animal (kg CH<sub>4</sub> animal<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>)

Ganado	Factores de Emisión (kg CH <sub>4</sub> (animal-año) <sup>-1</sup> )
Caprinos	0,17
Equinos	1,64
Mulas y asnos	0,90
Camélidos (Llamas y Alpacas)	1,92
Aves de Corral	0,02
Jabalíes	1,00
Ciervos	0,22
Ganado	Factores de Emisión (kg N <sub>2</sub> O-N)
Aves de Corral	0,001

Fuente: Cuadros 10.10 y 10.21; Capítulo 10; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

#### 5.3.8.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2016, ha sido estimada para cada GEI de cada componente animal. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 225.

Tabla 225. 3.B.4. Otras especies: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
3.B.4.b.	Caprinos	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	30,0%	30,0%	53,1%	53,1%
3.B.4.c.	Equinos	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	30,0%	30,0%	53,1%	53,1%
3.B.4.d.	Mulas y asnos	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	30,0%	30,0%	53,1%	53,1%
3.B.4.e.	Aves de corral	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	30,0%	30,0%	53,1%	53,1%
3.B.4.f.	Camélidos (llamas y alpacas)	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	30,0%	30,0%	53,1%	53,1%
3.B.4.g.i.	Ciervos	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	30,0%	30,0%	53,1%	53,1%
3.B.4.g.ii.	Jabalíes	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	30,0%	30,0%	53,1%	53,1%
3.B.4.e.	Aves de corral	N <sub>2</sub> O	66,5%	66,5%	50,0%	100,0%	83,2%	120,1%

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

#### 5.3.8.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Cuando se realizaron cambios de actividad paramétrica o de factor de emisión, los recálculos realizados cubrieron la serie temporal completa.

#### 5.3.8.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

##### 5.3.8.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de Agricultura se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de Agricultura. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_3AGRI*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

##### **Gestión de los datos de actividad estadísticos:**

- Los datos de actividad estadísticos fueron ingresados a las planillas de forma automática, directamente desde su fuente de origen, evitando errores asociados a la transcripción manual.

- Los totales nacionales de los datos de actividad fueron confeccionados por la suma de los totales regionales, realizando un chequeo cruzado para comprobar que no exista diferencia entre ellos.

**Gestión de factores de emisión, factores de conversión y constantes:**

- Todos los principales datos paramétricos se encuentran compilados en una sola planilla denominada “Hoja Madre”, que está vinculada a las hojas de trabajo. Esto permite que esté centralizada la información para una rápida revisión y actualización cuando corresponda.

**Gestión de las hojas de trabajo:**

- Todas las hojas de trabajo están vinculadas automáticamente a las hojas de datos de actividad y factores de emisión.
- En las hojas de trabajo los valores de nivel país fueron generados tanto por la suma de los valores regionales, como por el ingreso directo a las planillas de los valores nacionales, no debiendo existir diferencia alguna entre ambas derivaciones. De esta forma, en cada planilla de trabajo se cuenta con tres cuadros de datos país: país por suma de regiones, país por datos nacionales directamente ingresados y país por la diferencia entre los dos cuadros anteriores, que debe dar cero (sin diferencia alguna entre los primeros dos cuadros).

**Revisión interna:**

- Para asegurar que los datos fueran reales, completos y consistentes, se efectuó una verificación cruzada de la información con otras fuentes y con datos utilizados en actualizaciones de años anteriores.
- Se realizó una revisión de las planillas de cálculo y hojas de trabajo por parte de revisores internos del proceso de actualización en cada institución que forma parte del Equipo Técnico de Agricultura.

**5.3.8.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *Agricultura*, el Equipo Técnico ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de Agricultura como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_3AGRI*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

**5.3.8.6.3. Verificación**

Se empleó el mismo proceso de verificación explicado para la sección 5.2.5.6.3. *Verificación de Fermentación entérica*.

**5.3.8.7. Recálculos**

**5.3.8.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras**

Se empleó el mismo proceso explicado para la sección 5.2.8.7.1. *Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras de Fermentación entérica*.

**5.3.8.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión**

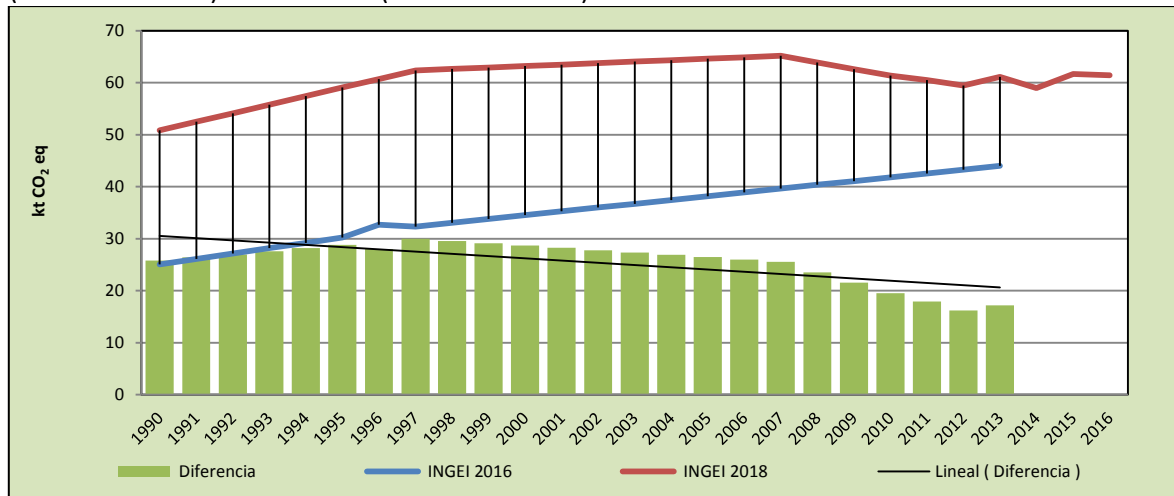
En la Tabla 226 y Figura 115 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de esta subcategoría respecto del inventario anterior (INGEI2016). La diferencia se debe principalmente al ajuste de los datos de actividad en la población animal. Esto generó un aumento de las emisiones de GEI de la subcategoría en un promedio de 25,6 kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1990-2013.

Tabla 226. 3.B.4. Otras especies: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	25,1	34,5	41,8	44,0			
INGEI2018	50,8	63,2	61,3	61,1	59,0	61,7	61,4
<b>Diferencia</b>	<b>25,8</b>	<b>28,7</b>	<b>19,5</b>	<b>17,2</b>			
<b>Diferencia %</b>	<b>50,7%</b>	<b>45,4%</b>	<b>31,8%</b>	<b>28,1%</b>			

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

Figura 115. 3.B.4. Otras especies: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

**5.3.8.8. Plan de mejoramiento**

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de Agricultura y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Mejoramiento de la coordinación y gestión entre las entidades gubernamentales que poseen/generan datos estadísticos, para su posterior reporte a fuentes internacionales. Con esta acción se pretende mantener la consistencia entre bases de datos nacionales e internacionales;



### 5.3.9. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O resultantes de la gestión del estiércol (3.B.5.)

#### 5.3.9.1. Descripción de la subcategoría

Esta subcategoría incluye emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O generadas por la descomposición del estiércol bajo condiciones aeróbicas y anaeróbicas en los distintos tipos de sistemas de gestión del estiércol (SGE).

En el contexto nacional, las emisiones de N<sub>2</sub>O se consideran principalmente en los siguientes SGE:

- Lagunas anaeróbicas para el componente de *Vacas lecheras*,
- Corral de engorda para el componente de *Otros vacunos*,
- Varios sistemas de manejo para el componente de *Porcinos*, y
- Sistemas sólidos para el componente de *Aves de corral*.

Las otras especies animales son manejadas fundamentalmente bajo condiciones de pastoreo a campo abierto.

#### 5.3.9.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 152,1 kt CO<sub>2</sub> eq (representando el 7,5 % de las emisiones de GEI de la categoría), incrementándose en un 101,5 % desde 1990, pero disminuyendo en un 1,3 % desde 2013 (Tabla 227 y Figura 116). El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la variación en la población animal.

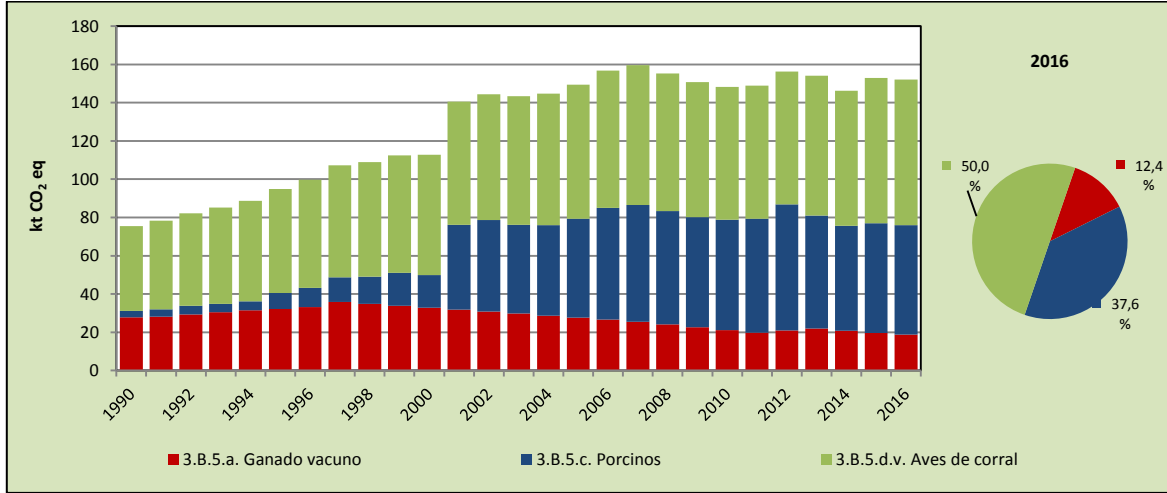
Respecto a los componentes, *Aves de corral* acumula la mayoría de las emisiones, representando un 50,0 % de la subcategoría. Le siguen *Porcinos* representando un 37,6 % y *Ganado vacuno* con un 12,4 %.

Tabla 227. 3.B.5. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O resultantes de la gestión del estiércol: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
3.B.5.a. Ganado vacuno	27,8	32,9	21,2	22,0	20,8	19,6	18,8
3.B.5.c. Porcinos	3,4	17,0	57,6	59,0	54,9	57,5	57,2
3.B.5.d.v. Aves de corral	44,3	62,9	69,4	73,1	70,5	75,8	76,1
<b>Total</b>	<b>75,5</b>	<b>112,7</b>	<b>148,2</b>	<b>154,1</b>	<b>146,2</b>	<b>152,9</b>	<b>152,1</b>

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Figura 116. 3.B.5. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O resultantes de la gestión del estiércol: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

### 5.3.9.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de las emisiones de N<sub>2</sub>O de esta subcategoría se aplicó un método Nivel 1 para todas sus componentes, mediante datos de actividad desagregados por regiones administrativas y factores de emisión por defecto. En la Tabla se observa un resumen de los métodos aplicados por categoría y por tipo de GEI.

Tabla 228. 3.B.5. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O resultantes de la gestión del estiércol: métodos aplicados por componente

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.B.5.a. Ganado vacuno					T1	D
3.B.5.b. Ovinos					NO	NO
3.B.5.c. Porcinos					T1	D
3.B.5.d.i. Búfalos					NO	NO
3.B.5.d.ii. Caprinos					NO	NO
3.B.5.d.iii. Equinos					NO	NO
3.B.5.d.iv. Mulas y asnos					NO	NO
3.B.5.d.v. Aves de corral					T1	D
3.B.5.d.vi. Camélidos (llamas y alpacas)					NO	NO
3.B.5.d.vii. Otros					NO	NO

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de Agricultura con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

**5.3.9.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos**

Los datos se calcularon aplicando tasas de excreción de nitrógeno por defecto desde las *Directrices del IPCC de 2006*, presentadas previamente en la sección de metodología de la categoría *Gestión del estiércol*, las que se multiplicaron por la población animal bajo cada tipo de SGE.

**5.3.9.3.2. Factores de emisión**

Los factores de emisión para la subcategoría corresponden a valores por defecto de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006*.

Tabla 229. 3.B.5. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O resultantes de la gestión del estiércol: factores de emisión por defecto por especie animal.

Especie animal	Factores de Emisión kg N <sub>2</sub> O-N / (kg NH <sub>3</sub> -N + NO <sub>x</sub> -N volatilised)-1
Vacuno	0,01
Porcinos	0,01
Aves de corral	0,01

Fuente: Cuadro 11.3; Capítulo 10; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

**5.3.9.4. Incertidumbre**

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2016, ha sido estimada para el N<sub>2</sub>O. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 230.

Tabla 230. 3.B.5. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O resultantes de la gestión del estiércol: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
		(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
3.B.5.a.	Ganado vacuno	66,5%	66,5%	50,0%	50,0%	83,2%	83,2%
3.B.5.c.	Porcinos	66,5%	66,5%	50,0%	50,0%	83,2%	83,2%
3.B.5.d.v.	Aves de corral	66,5%	66,5%	50,0%	50,0%	83,2%	83,2%

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

**5.3.9.5. Consistencia de la serie temporal**

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos, durante toda la serie. Para completar los datos estadísticos en los cuales no se contaba con información, se procedió a realizar interpolaciones y extrapolaciones. Cuando se realizaron cambios de actividad paramétrica o de factor de emisión, los recálculos realizados cubrieron la serie temporal completa.

### 5.3.9.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

#### 5.3.9.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de Agricultura se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de Agricultura. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_3AGRI*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

##### **Gestión de los datos de actividad estadísticos:**

- Los datos de actividad estadísticos fueron ingresados a las planillas de forma automática, directamente desde su fuente de origen, evitando errores asociados a la transcripción manual.
- Los totales nacionales de los datos de actividad fueron confeccionados por la suma de los totales regionales, realizando un chequeo cruzado para comprobar que no exista diferencia entre ellos.

##### **Gestión de factores de emisión, factores de conversión y constantes:**

- Todos los principales datos paramétricos se encuentran compilados en una sola planilla denominada “Hoja Madre”, que está vinculada a las hojas de trabajo. Esto permite que esté centralizada la información para una rápida revisión y actualización cuando corresponda.

##### **Gestión de las hojas de trabajo:**

- Todas las hojas de trabajo están vinculadas automáticamente a las hojas de datos de actividad y factores de emisión.
- En las hojas de trabajo los valores de nivel país fueron generados tanto por la suma de los valores regionales, como por el ingreso directo a las planillas de los valores nacionales, no debiendo existir diferencia alguna entre ambas derivaciones. De esta forma, en cada planilla de trabajo se cuenta con tres cuadros de datos país: país por suma de regiones, país por datos nacionales directamente ingresados y país por la diferencia entre los dos cuadros anteriores, que debe dar cero (sin diferencia alguna entre los primeros dos cuadros).

##### **Revisión interna:**

- Para asegurar que los datos fueran reales, completos y consistentes, se efectuó una verificación cruzada de la información con otras fuentes y con datos utilizados en actualizaciones de años anteriores.
- Se realizó una revisión de las planillas de cálculo y hojas de trabajo por parte de revisores internos del proceso de actualización en cada institución que forma parte del Equipo Técnico de Agricultura.

#### 5.3.9.6.2. Garantía de la calidad

Previo a la actualización del sector *Agricultura*, el Equipo Técnico ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de Agricultura como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro

del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo 2018\_SGCC\_3AGRI. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

### 5.3.9.6.3. Verificación

Se empleó el mismo proceso de verificación explicado para las secciones 5.2.5.6.3, 5.2.7.6.3 y 5.2.8.6.3 de Verificación de Fermentación entérica.

### 5.3.9.7. Recálculos

#### 5.3.9.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras

Para esta subcategoría se realizaron mejoras metodológicas a la base de población animal, que son las mismas que se pueden observar en el punto 5.2.5.7.1 Justificación de los nuevos cálculos y mejoras.

#### 5.3.9.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión

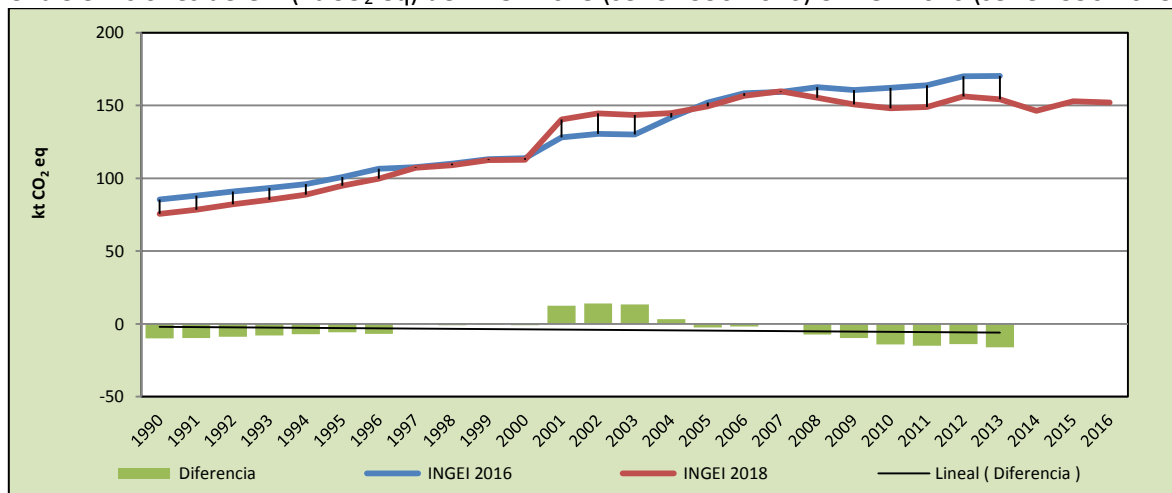
En la Tabla 231 y Figura 117 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de esta subcategoría respecto del inventario anterior (INGEI2016). La diferencia se debe principalmente al ajuste de los datos de actividad en la población animal y al ajuste de los factores de emisiones país específicos empleados. Esto generó una disminución de las emisiones de GEI de la subcategoría en un promedio de 4,0 kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1990-2016.

Tabla 231. 3.B.5. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O resultantes de la gestión del estiércol: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	85,5	113,7	162,2	170,3			
INGEI2018	75,5	112,7	148,2	154,1	146,2	152,9	152,1
Diferencia	-10,0	-1,0	-14,1	-16,2			
Diferencia %	-13,2%	-0,9%	-9,5%	-10,5%			

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

Figura 117. 3.B.5. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O resultantes de la gestión del estiércol: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

### 5.3.9.8. Plan de mejoramiento

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de Agricultura y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Conformación de mesas de trabajo con las principales entidades no gubernamentales (asociaciones gremiales, instituciones, etc.) que posean datos paramétricos, para la generación de factores de emisión país específico. Esto es particularmente relevante para aquellas categorías y subcategorías significativas o clave; y
- Desarrollo y mejora de factores de emisión país específicos. Se evaluará la disponibilidad de fondos que permitan la ejecución de proyectos.

## 5.4. Cultivo del arroz (3.C.)

### 5.4.1. Descripción de la categoría

Esta categoría incluye emisiones de CH<sub>4</sub> generadas por la descomposición anaeróbica de material orgánico en arrozales inundados, que se libera a la atmósfera fundamentalmente a través de burbujas de agua y mediante el transporte a través de las plantas del arroz. La cantidad emitida está en función de las variedades de arroz, de la extensión del período de inundación, de la cantidad de ciclos de cultivación y duración de cada cultivación, de la temperatura del suelo, del método de riego y de la incorporación de sustratos orgánicos. Toda emisión de N<sub>2</sub>O por el uso de fertilizantes basados en nitrógeno en el cultivo de arroz deben declararse con las emisiones de N<sub>2</sub>O de los suelos gestionados.

En el contexto nacional, esta especie es el único cultivo producido bajo condiciones de anegamiento permanente y se produce en unas pocas regiones administrativas centrales sin incorporación de sustratos orgánico, habiendo una cosecha por año. Por lo anterior solo se contabilizan las emisiones para la subcategoría *Irrigadas*.

### 5.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI

La categoría *Cultivo de arroz* es la quinta categoría emisora de GEI del sector *Agricultura*, representando el 1,1 % de las emisiones de GEI del sector. En 2016, sus emisiones de GEI contabilizaron 133,7 kt CO<sub>2</sub> eq, disminuyendo en un 18,6 % desde 1990, pero incrementándose un 26,4 % desde 2013. El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la variabilidad de la superficie plantada la que depende fuertemente del precio internacional y la importación de arroz.

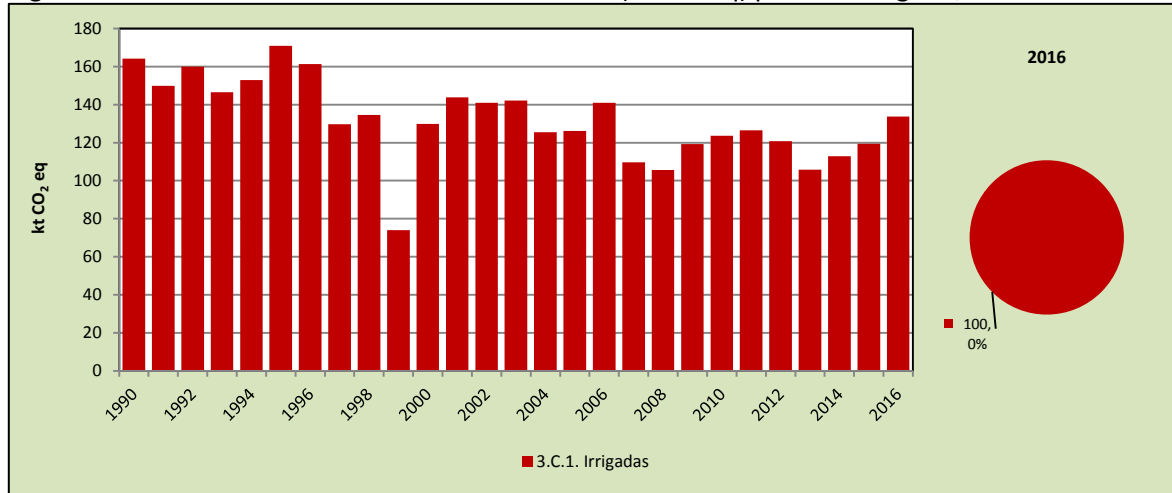
Respecto a las subcategorías, solo se registran emisiones para *Irrigadas*, único tipo de práctica efectuada en el país para el cultivo del arroz.

Tabla 232. 3.C. Cultivo del arroz: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016

Subcategoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
3.C.1. Irrigadas	164,2	129,8	123,6	105,8	112,8	119,5	133,7
<b>Total</b>	<b>164,2</b>	<b>129,8</b>	<b>123,6</b>	<b>105,8</b>	<b>112,8</b>	<b>119,5</b>	<b>133,7</b>

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Figura 118. 3.C. Cultivo del arroz: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

### 5.4.3. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de CH<sub>4</sub> de esta categoría se aplicó un método Nivel 1 para toda su única subcategoría, mediante datos de actividad desagregados por regiones administrativas y factores de emisión por defecto. En la Tabla 233 se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 233. 3.C. Cultivo del arroz: métodos aplicados por subcategoría

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero		CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.C.1.	Irrigadas			T1	D		
3.C.2.	Alimentadas a lluvia			NE	NE		
3.C.3.	Aguas profundas			NE	NE		
3.C.4.	Otros			NO	NO		

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Las emisiones de CH<sub>4</sub> se estiman multiplicando los factores de emisión diaria por período de cultivo<sup>42</sup> de arroz y por superficies de cosecha anual<sup>43</sup> (Ecuación 43). En su forma más simple, esta ecuación se aplica utilizando datos de la actividad nacionales (es decir, periodo de cultivo de arroz promedio y superficie cosechada a nivel nacional) y un único factor de emisión. Sin embargo, las condiciones naturales y la gestión agrícola de la producción de arroz pueden ser muy variables dentro de un mismo país. Constituye una buena práctica tener en cuenta esta variabilidad desagregando la superficie total cosechada a nivel nacional en subunidades (p. ej. superficies

<sup>42</sup> En caso de cultivos bianuales, el «período de cultivo» deben ampliarse según la cantidad respectiva de días.

<sup>43</sup> En caso de múltiples cultivos durante el mismo año, la «superficie de cosecha» será igual a la suma de las superficies utilizadas para cada cultivo.

cosechadas bajo diferentes regímenes hídricos). La superficie cosechada de cada subunidad se multiplica por el período de cultivo respectivo y por el factor de emisión representativo de las condiciones que definen la subunidad. Con este método desagregado, las emisiones totales anuales equivalen a la suma de emisiones de cada subunidad de superficie cosechada.

Ecuación 43. 3.C. Cultivo del arroz: emisiones anuales de metano

$$CH_4 \text{ Arroz} = \sum_{i,j,k} (EF_{i,j,k} \times t_{i,j,k} \times A_{i,j,k} \times 10^{-6})$$

Fuente: Ecuación 5.1; Capítulo 5; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- $CH_4 \text{ Arroz}$  = Emisiones anuales de metano producidas por el cultivo del arroz (kt  $CH_4$  año<sup>-1</sup>),
- $EF_{i,j,k}$  = Factor de emisión diario para las condiciones i, j, y k (kg  $CH_4$  ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>),
- $t_{i,j,k}$  = Período de cultivo del arroz para las condiciones i, j, y k (días),
- $A_{i,j,k}$  = Superficie de cosecha anual de arroz para las condiciones i, j, y k (ha año<sup>-1</sup>),
- i,j,k = Representan los diferentes ecosistemas, regímenes hídricos, tipo y cantidad de abonos orgánicos y otras condiciones bajo las cuales pueden variar las emisiones de  $CH_4$  producidas por el arroz.

Existen distintas condiciones que inciden sobre las emisiones de  $CH_4$  producidas por el cultivo del arroz, como, por ejemplo:

- Diferencias regionales en las prácticas de cultivo del arroz: si el país es grande y tiene regiones agrícolas dispares con diferentes climas y/o sistemas de producción (p. ej., pautas de inundación), se debe realizar un conjunto de cálculos individual para cada región.
- Régimen hídrico: definido como la combinación entre el tipo de ecosistema (es decir, irrigado, alimentado por lluvia, y producción de arroz en aguas profundas) y las pautas de inundación.
- Agregados orgánicos a los suelos: tipo y de la cantidad de material aplicado.
- Otras condiciones: el cultivar del arroz y el contenido de sulfatos de los abonos.

Dado que nuestro país no cuenta con información suficiente como para desagregar la superficie total cosecha bajo ninguna de las condiciones nombradas en el párrafo anterior, es que el nivel metodológico utilizado para calcular las emisiones de esta categoría corresponde a emplear el factor de emisión por defecto de Nivel 1 y factores de ajuste, junto con datos de la actividad en cuanto a superficie de cosecha y período de cultivo. Cabe destacar que se asumió un valor único de 1, para todos los factores de ajuste señalados en la Ecuación 44.

Ecuación 44. 3.C. Cultivo del arroz: factor de emisión diaria ajustado para una superficie de cosecha dada

$$EF_i = EF_c \times SF_w \times SF_p \times SF_o \times SF_{s,r}$$

Fuente: Ecuación 5.2; Capítulo 5; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- $EF_i$  = Factor de emisión diaria ajustado para una superficie de cosecha dada,



- $EF_c$  = Factor de emisión básico para Tierras inundadas permanentemente sin abonos orgánicos,
- $SF_w$  = Factor de ajuste para compensar las diferencias del régimen hídrico durante el período de cultivo,
- $SF_p$  = Factor de ajuste para compensar las diferencias del régimen hídrico durante la temporada previa al cultivo,
- $SF_o$  = El factor de ajuste deberá variar según el tipo y a cantidad de abono orgánico aplicado,
- $SF_{s,r}$  = Factor de ajuste para tipo de suelo, cultivar del arroz, etc., si está disponible.

El cálculo de las emisiones para esta categoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de Agricultura con base en las hojas de trabajo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

#### 5.4.3.1. Datos de actividad de la categoría

La superficie de cosecha anual se obtuvo de los *Censos Agropecuarios y Forestales 1997 y 2007* y de las Estadística de Cultivos elaboradas por ODEPA. La información entregada permite desagregar los datos por región (Tabla 234).

Tabla 234. 3.C. Cultivo del arroz: superficie de arroz cosechada anualmente (ha)

Año	Superficie (ha)
1990	32.590
1991	29.750
1992	31.760
1993	29.080
1994	30.360
1995	33.930
1996	32.030
1997	25.762
1998	26.702
1999	14.696
2000	25.768
2001	28.550
2002	27.980
2003	28.230
2004	24.900
2005	25.030
2006	27.980
2007	21.765
2008	20.960
2009	23.680
2010	24.527
2011	25.121
2012	23.991
2013	21.000
2014	22.398
2015	23.714
2016	26.540

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en ODEPA e INE

El único dato paramétrico aplicado consiste en el período de siembra a cosecha, el cual, de acuerdo a información de ODEPA, el cultivo se siembra entre octubre y noviembre, para ser cosechado entre marzo y abril, pudiendo asumirse, para toda la superficie arroceras nacional, un período promedio de 155 días.

#### 5.4.3.2. Factores de emisión

Para las emisiones de CH<sub>4</sub> se aplicó un factor de emisión por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006* suponiendo (1) que no hay inundación durante menos de 180 días previos al cultivo del arroz, (2) permanentemente inundados durante el período de cultivo y (3) sin aplicación de abonos orgánicos (EFc).

Tabla 235. 3.C.1 Irrigadas: factor de emisión por defecto (kg CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup> día<sup>-1</sup>)

Cultivo de Arroz	Factores de Emisión (kg CH <sub>4</sub> ha <sup>-1</sup> día <sup>-1</sup> )
Irrigadas	1,3

Fuente: Cuadro 5.11. Volumen 4, Capítulo 5, *Directrices del IPCC de 2006*.

#### 5.4.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2016, ha sido estimada para el CH<sub>4</sub>. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 236.

Tabla 236. 3.C. Cultivo del arroz: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
		(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
3.C.1	Irrigadas	43,9%	43,9%	38,0%	69,0%	58,0%	81,8%

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

#### 5.4.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Cuando se realizaron cambios de actividad paramétrica o de factor de emisión, los recálculos realizados cubrieron la serie temporal completa.

#### 5.4.6. Procedimientos de garantía y control de la calidad y verificación

##### 5.4.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de Agricultura se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo

Técnico de Agricultura. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo 2018\_SGCC\_3AGRI.

**Gestión de los datos de actividad estadísticos:**

- Los datos de actividad estadísticos fueron ingresados a las planillas de forma automática, directamente desde su fuente de origen, evitando errores asociados a la transcripción manual.
- Los totales nacionales de los datos de actividad fueron confeccionados por la suma de los totales regionales, realizando un chequeo cruzado para comprobar que no exista diferencia entre ellos.

**Gestión de factores de emisión, factores de conversión y constantes:**

- Todos los principales datos paramétricos se encuentran compilados en una sola planilla denominada “Hoja Madre”, que está vinculada a las hojas de trabajo. Esto permite que esté centralizada la información para una rápida revisión y actualización cuando corresponda.

**Gestión de las hojas de trabajo:**

- Todas las hojas de trabajo están vinculadas automáticamente a las hojas de datos de actividad y factores de emisión.
- En las hojas de trabajo los valores de nivel país fueron generados tanto por la suma de los valores regionales, como por el ingreso directo a las planillas de los valores nacionales, no debiendo existir diferencia alguna entre ambas derivaciones. De esta forma, en cada planilla de trabajo se cuenta con tres cuadros de datos país: país por suma de regiones, país por datos nacionales directamente ingresados y país por la diferencia entre los dos cuadros anteriores, que debe dar cero (sin diferencia alguna entre los primeros dos cuadros).

**Revisión interna**

- Para asegurar que los datos fueran reales, completos y consistentes, se efectuó una verificación cruzada de la información con otras fuentes y con datos utilizados en actualizaciones de años anteriores.
- Se realizó una revisión de las planillas de cálculo y hojas de trabajo por parte de revisores internos del proceso de actualización en cada institución que forma parte del Equipo Técnico de Agricultura.

**5.4.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *Agricultura*, el Equipo Técnico de Agricultura ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de Agricultura como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo 2018\_SGCC\_3AGRI. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

**5.4.6.3. Verificación**

No hubo verificación para esta categoría.

#### 5.4.6.4. Recálculos

#### 5.4.6.5. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras

Los últimos años de la serie temporal del INGEI2016 fueron extrapolados, mientras que para la serie actual se tenían nuevos datos por lo que se obtuvo una mejor estimación para estos años. Adicionalmente se observa una diferencia constante en el tiempo que tiene relación con el cambio del PCG del metano.

#### 5.4.6.6. Implicaciones para los niveles de emisión

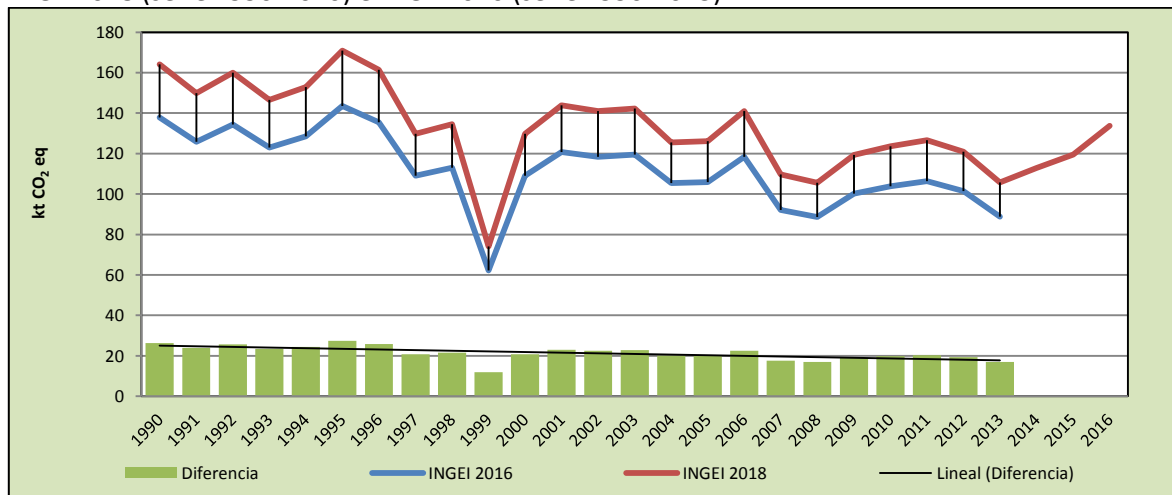
En la Tabla 237 y Figura 119 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de esta categoría respecto del inventario anterior (INGEI2016). La diferencia se debe principalmente al cambio en el PCG del metano.

Tabla 237. 3.C. Cultivo del arroz: comparación entre las emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	137,9	109,0	103,8	88,9			
INGEI2018	164,2	129,8	123,6	105,8	112,8	119,5	133,7
Diferencia	26,3	20,8	19,8	16,9			
Diferencia %	16,0%	16,0%	16,0%	16,0%			

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Figura 119. 3.C. Cultivo del arroz: comparación entre las emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

#### 5.4.7. Plan de mejoramiento

Debido a que las emisiones de CH<sub>4</sub> dependen directamente de la cantidad de días que abarca el período de siembra a cosecha, se generaron datos que diferencien este parámetro a nivel regional, junto la variación en el tiempo no-inundado, tomando en cuenta factores como el cultivar de arroz más utilizado en cada región. La cantidad de residuos incorporados al suelo permitiendo una estimación más precisa de emisión de metano. A la misma vez, factores país-específicos se deben implementar para emisiones de metano y óxido nítrico, reflejando las condiciones únicas del arroz producido en Chile, especialmente sus condiciones climáticas (de bajas temperaturas).

## 5.5. Suelos agrícolas (3.D.)

### 5.5.1. Descripción de la categoría

Esta categoría incluye emisiones directas e indirectas de N<sub>2</sub>O generadas desde la superficie de los suelos producto de procesos microbianos asociados a la aplicación de nitrógeno en forma de fertilizantes sintético; nitrógeno orgánico aplicado como fertilizante (estiércol animal, abono orgánico, compost, lodos de aguas servidas, residuos); nitrógeno de orina y de estiércol depositado en pasturas, praderas, prados por animales en pastoreo; nitrógeno en residuos de cultivos (sobre la superficie y debajo de esta), incluyendo de cultivos fijadores de nitrógeno y de forrajes durante la renovación de pasturas; mineralización/inmovilización de nitrógeno vinculada a la ganancia/pérdida de materia orgánica del suelo resultante del cambio del uso de la tierra o de la gestión de suelos minerales; y el drenaje/gestión de suelos orgánicos (histosoles).

En el contexto nacional, las emisiones directas e indirectas de N<sub>2</sub>O desde suelos agrícolas provienen de las siguientes fuentes:

- Nitrógeno aplicado desde fertilizantes sintéticos (N-fertilizantes sintéticos),
- Nitrógeno orgánico proveniente de fertilizantes orgánicos (N-estiércol),
- Nitrógeno de residuos de cosecha (N-residuos de cosecha),
- Nitrógeno de orina y estiércol depositado en pastizales, prados y praderas por animales en pastoreo. Este componente se subdivide a su vez en
  - Nitrógeno que proviene del estiércol de bovinos, aves y cerdos (N-PRP-CPP).
  - Nitrógeno que proviene del estiércol de ovinos, caprinos, equinos, mulas, asnos y auquénidos (N-PRP-SO).

Es importante señalar que se incluyen en la contabilización las emisiones de N<sub>2</sub>O desde suelos orgánicos gestionados (histosoles), gracias a la información (hectáreas que anualmente son drenadas a nivel nacional) proporcionada por Comisión Nacional de Riego (CNR) a través de ODEPA y la información obtenida de los suelos ñadi existentes (hectáreas de suelos) en el país de las regiones de Los Lagos y Los Ríos.

### 5.5.2. Tendencia de las emisiones de GEI

La categoría *Suelos agrícolas* es la segunda categoría emisora de GEI del sector *Agricultura*, representando el 38,0 % de las emisiones de GEI del sector. En 2016, sus emisiones de GEI contabilizaron 4.483,6 kt CO<sub>2</sub> eq, disminuyendo en un 1,4 % desde 1990 y en un 5,5 % desde 2013. El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la disminución en *Orina y estiércol depositado en pastizales, prados y praderas*, aunque la disminución ha sido compensada parcialmente por el aumento en las emisiones provenientes de componente *Fertilizantes inorgánicos*.

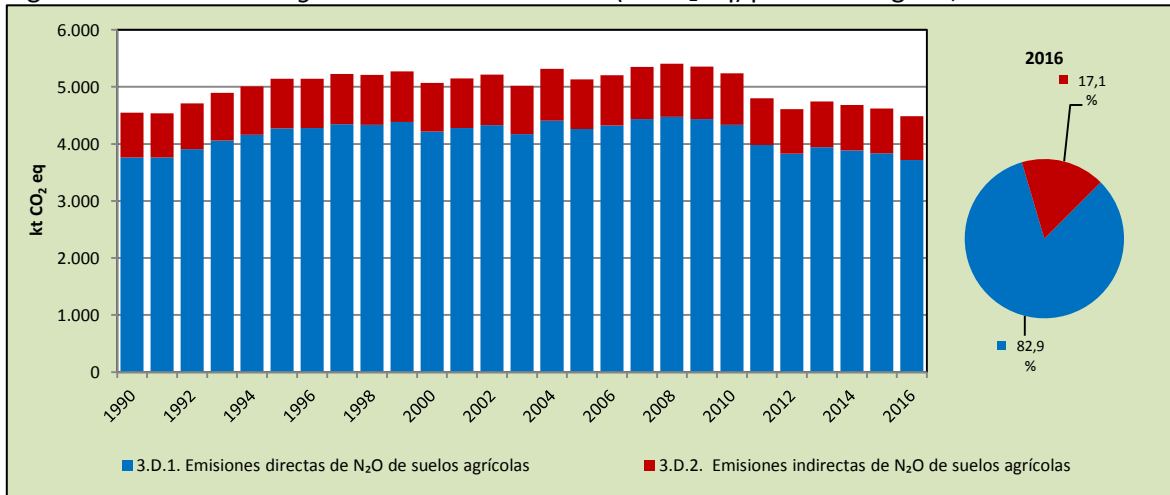
Respecto a las subcategorías, *Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos agrícolas* es la de mayor relevancia con un 82,9 %, seguida de un 17,1 % de *Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos agrícolas*.

Tabla 238. 3.D. *Suelos agrícolas*: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016

Subcategoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
3.D.1. Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos agrícolas	3.764,5	4.219,1	4.336,3	3.943,5	3.887,9	3.837,8	3.718,3
3.D.2. Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos agrícolas	782,8	851,9	902,4	802,7	795,3	783,8	765,4
<b>Total</b>	<b>4.547,3</b>	<b>5.071,0</b>	<b>5.238,7</b>	<b>4.746,2</b>	<b>4.683,2</b>	<b>4.621,7</b>	<b>4.483,6</b>

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Figura 120. 3.D. *Suelos agrícolas*: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

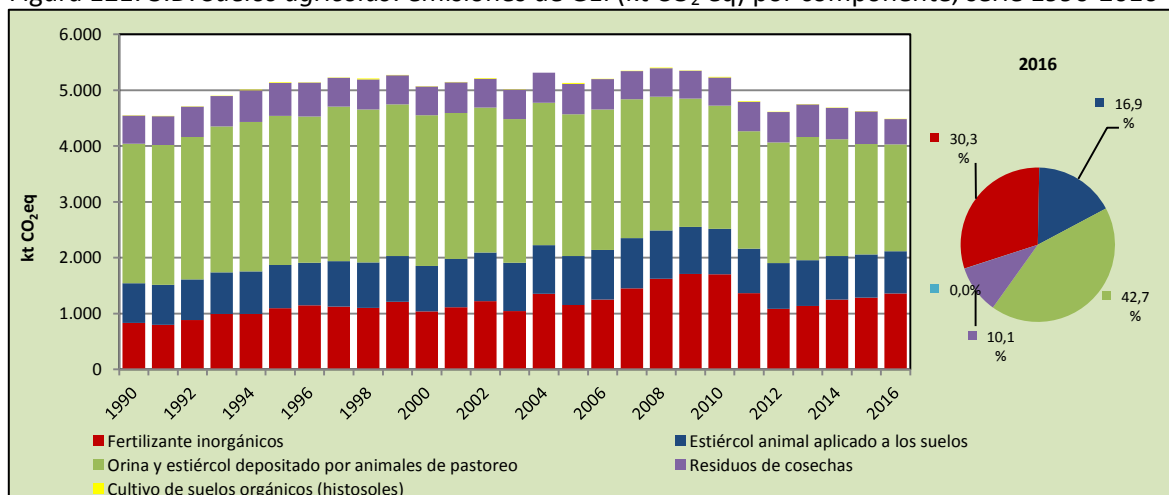
A nivel de componente, *Orina y estiércol depositado por animales en pastoreo* es el de mayor importancia con un 42,7 %, seguido de 30,3 % de *Fertilizantes inorgánicos*, 16,9 % de *Estiércol animal aplicado a los suelos*, seguido de 10,1 % de *Residuos de cosecha*, mientras que el porcentaje restante 0,03 % corresponde a *Cultivos de suelos orgánicos (histosoles)* (Tabla 239 y Figura 121).

Tabla 239. 3.D. *Suelos agrícolas*: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Fertilizantes inorgánicos	833,5	1.037,6	1.704,0	1.134,3	1.250,2	1.285,3	1.359,0
Estiércol animal aplicado a los suelos	710,8	815,9	814,0	823,8	780,6	773,3	758,2
Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	2.499,1	2.696,5	2.206,0	2.205,7	2.087,9	1.976,5	1.912,9
Residuos de cosechas	502,9	517,9	505,3	580,7	563,0	582,1	452,4
Cultivo de suelos orgánicos (histosoles)	0,9	3,1	9,5	1,7	1,5	4,4	1,2
<b>Total</b>	<b>4.547,3</b>	<b>5.071,0</b>	<b>5.238,7</b>	<b>4.746,2</b>	<b>4.683,2</b>	<b>4.621,7</b>	<b>4.483,6</b>

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Figura 121. 3.D. Suelos agrícolas: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

### 5.5.3. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de N<sub>2</sub>O de esta subcategoría se aplicó un método Nivel 1 para todas sus componentes a excepción de la componente *Fertilizantes Inorgánicos*, que contó con método Nivel 2 para ciertas regiones del sur del país (Región del Biobío, La Araucanía, Los Lagos y Los Ríos) mediante datos de actividad desagregados por regiones administrativas y factores de emisión por defecto. En la Tabla 240 se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 240. 3.D. Suelos agrícolas: métodos aplicados por subcategoría

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.D.1.	Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos agrícolas					T1, T2	D, CS
3.D.2.	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos agrícolas					T1, NE	D, NE

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

El cálculo de las emisiones para esta categoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de Agricultura con base en las hojas de trabajo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

### 5.5.4. Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos agrícolas (3.D.1.)

#### 5.5.4.1. Descripción de la subcategoría

Esta subcategoría incluye emisiones directas de N<sub>2</sub>O generadas desde la superficie de los suelos producto de procesos microbianos asociados a la aplicación de nitrógeno en forma de fertilizantes sintético; nitrógeno orgánico aplicado como fertilizante (estiércol animal, abono orgánico, compost, lodos de aguas servidas, residuos); nitrógeno de orina y de estiércol depositado en

pasturas, praderas, prados por animales en pastoreo; nitrógeno en residuos de cultivos (sobre la superficie y debajo de esta), incluyendo de cultivos fijadores de nitrógeno y de forrajes durante la renovación de pasturas; mineralización/inmovilización de nitrógeno vinculada a la ganancia/pérdida de materia orgánica del suelo resultante del cambio del uso de la tierra o de la gestión de suelos minerales; y el drenaje/gestión de suelos orgánicos (histosoles).

En el contexto nacional, las emisiones directas de N<sub>2</sub>O desde suelos agrícolas provienen de las siguientes fuentes:

- Nitrógeno aplicado desde fertilizantes sintéticos (N-fertilizantes sintéticos),
- Nitrógeno orgánico proveniente del Fertilizantes orgánicos (N-estiércol),
- Nitrógeno de residuos de cosecha (N-residuos de cosecha),
- Nitrógeno de orina y estiércol depositado en pastizales, prados y praderas por animales en pastoreo. Este componente se subdivide a su vez en
  - Nitrógeno que proviene del estiércol de bovinos, aves y cerdos (N-PRP-CPP).
  - Nitrógeno que proviene del estiércol de ovinos, caprinos, equinos, mulas, asnos y auquénidos (N-PRP-SO).

Es importante señalar que no se incluyen en la contabilización las emisiones de N<sub>2</sub>O desde suelos orgánicos, debido a la carencia de información respecto a la gestión de este tipo de suelos en el país.

#### 5.5.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 3.718,3 kt CO<sub>2</sub> eq (representando el 82,9 % de las emisiones de GEI de la categoría), disminuyendo en un 1,2 % desde 1990 y en un 5,7 % desde 2013 (Tabla 241 y Figura 122). El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la disminución de la componente *Orina y estiércol depositado en pastizales, prados y praderas*, aunque la disminución ha sido compensada parcialmente por el aumento en las emisiones provenientes de la componente *Fertilizantes inorgánicos*.

Respecto a los componentes, *Orina y estiércol depositado por animales en pastoreo* acumula la mayoría de las emisiones, representando un 49,6 % de la subcategoría, seguida de un 29,4 % de *Fertilizantes inorgánicos*, un 10,7 % de *Residuos de cosechas*, un 10,4 % de *Estiércol animal aplicado a los suelos* y por último un 0,03 % de *Cultivos de suelos orgánicos (histosoles)*.

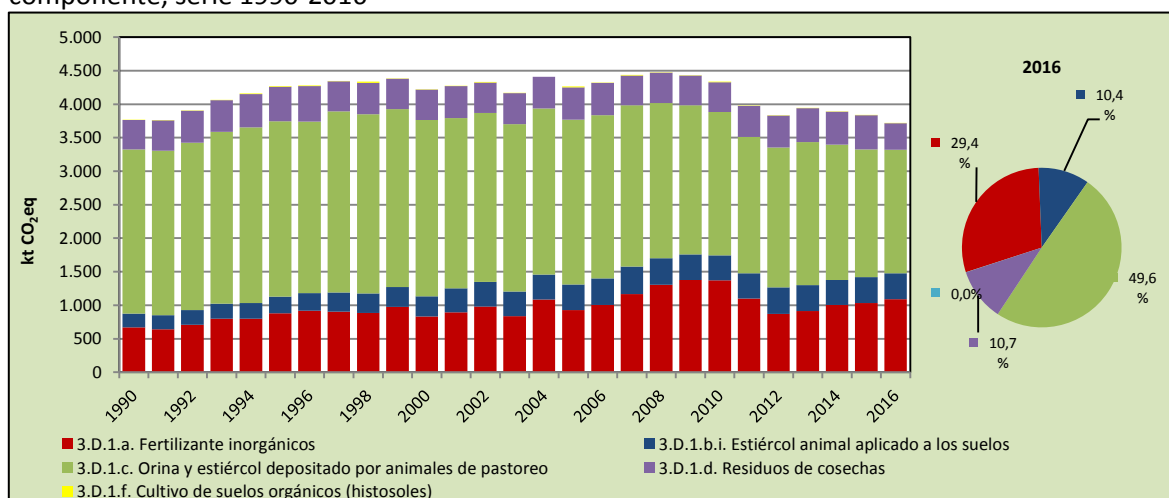
Tabla 241. 3.D.1. Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos agrícolas: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
3.D.1.a. Fertilizantes inorgánicos	669,3	833,6	1.369,4	911,4	1.004,6	1.032,8	1.092,0
3.D.1.b. Fertilizantes orgánicos	203,5	299,1	376,1	390,8	371,1	387,4	385,2
3.D.1.c. Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	2.452,0	2.631,5	2.136,4	2.133,3	2.019,0	1.905,9	1.843,1
3.D.1.d. Residuos de cosechas	438,8	451,8	444,9	506,2	491,6	507,4	396,8
3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (histosoles)	0,9	3,1	9,5	1,7	1,5	4,3	1,2
<b>Total</b>	<b>3.764,5</b>	<b>4.219,1</b>	<b>4.336,3</b>	<b>3.943,5</b>	<b>3.887,9</b>	<b>3.837,8</b>	<b>3.718,3</b>

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI



Figura 122. 3.D.1. Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos agrícolas: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

### 5.5.4.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de las emisiones de N<sub>2</sub>O de esta subcategoría se aplicó un método Nivel 1 para la mayoría de sus componentes, excepto para para ciertas regiones del país de la componente *Fertilizantes Inorgánicos*, mediante datos de actividad desagregados por regiones administrativas y factores de emisión por defecto. En la Tabla 242 se observa un resumen de los métodos aplicados por categoría y por tipo de GEI.

Tabla 242. 3.D.1. Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos agrícolas: métodos aplicados por componente

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.D.1.a. Fertilizante inorgánicos					T1, T2	D, CS
3.D.1.b.i. Fertilizantes orgánicos					T1	D
3.D.1.c. Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo					T1	D
3.D.1.d. Residuos de cosechas					T1	D
3.D.1.f. Cultivo de suelos orgánicos (histosoles)					T1	D

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de Agricultura con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*. Dentro del método utilizado, se trabajó con las siguientes ecuaciones:

Ecuación 45. 3.D.1. Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos agrícolas: emisiones directas de N<sub>2</sub>O en suelos gestionados (Nivel 1)

$$N_2O_{Directas} - N = N_2O - N_{N\text{ aportes}} + N_2O - N_{PRP}$$

Fuente: Ecuación 11.1; Capítulo 11; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- $N_2O_{Directas} - N$  = Emisiones directas anuales de  $N_2O-N$  producidas a partir de suelos gestionados ( $kg\ N_2O-N\ año^{-1}$ ),
- $N_2O - N_{N_{aportes}}$  = Emisiones directas anuales de  $N_2O-N$  producidas por aportes de N a suelos gestionados ( $kg\ N_2O-N\ año^{-1}$ ),
- $N_2O - N_{PRP}$  = Emisiones directas anuales de  $N_2O-N$  de aportes de orina y estiércol a Tierras de pastoreo ( $kg\ N_2O-N\ año^{-1}$ ).

Ecuación 46. 3.D.1. Emisiones directas de  $N_2O$  de suelos agrícolas: emisiones directas anuales de  $N_2O$  producidas por aportes de N a suelos gestionados

$$N_2O - N_{N_{aportes}} = [(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR}) \times EF_1]$$

Fuente: Ecuación 11.1; Capítulo 11; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- $N_2O - N_{N_{aportes}}$  = Emisiones directas anuales de  $N_2O-N$  producidas por aportes de N a suelos gestionados ( $kg\ N_2O-N\ año^{-1}$ ),
- $F_{SN}$  = Cantidad anual de N aplicado a los suelos en forma de fertilizante sintético ( $kg\ N\ año^{-1}$ ),
- $F_{ON}$  = Cantidad anual de estiércol animal ( $kg\ N\ año^{-1}$ ),
- $F_{CR}$  = Cantidad anual de N en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo los cultivos fijadores de N y la renovación de forraje/pastura, que se regresan a los suelos ( $kg\ N\ año^{-1}$ ),
- $EF_1$  = Factor de emisión para emisiones de  $N_2O$  de aportes de N ( $kg\ N_2O-N\ ((kg\ aporte\ de\ N)^{-1})$ ).

Ecuación 47. 3.D.1. Emisiones directas de  $N_2O$  de suelos agrícolas: emisiones directas anuales de  $N_2O$  producidas por orina y estiércol de animales en pastoreo

$$N_2O - N_{PRP} = [(F_{PRP,CPP} \times EF_{3PRP,CPP}) + (F_{PRP,SO} \times EF_{3PRP,SO})]$$

Fuente: Ecuación 11.1; Capítulo 11; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- $N_2O - N_{PRP}$  = Emisiones directas anuales de  $N_2O-N$  de aportes de orina y estiércol a tierras de pastoreo ( $kg\ N_2O-N\ año^{-1}$ ),
- $F_{PRP}$  = Cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada por los animales en pastoreo sobre pasturas, prados y praderas ( $kg\ N\ año^{-1}$ ) (Nota: los subíndices CPP y SO se refieren a Vacunos, Aves de corral y Porcinos, y a Ovinos y Otros animales, respectivamente),
- $EF_3$  = Factor de emisión para emisiones de  $N_2O$  de aportes de N  $kg\ N_2O-N\ ((kg\ aporte\ de\ N)^{-1})$ .

**5.5.4.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos****Fertilizantes**

Para el caso de los fertilizantes inorgánicos, los datos recopilados corresponden a las toneladas de nitrógeno de fertilizantes inorgánicos que se consumen en Chile anualmente. ODEPA es la entidad nacional que cuenta con información de consumo aparente de fertilizantes nitrogenados, pero corresponden a datos de toneladas de producto de fertilizantes y no están calculadas las toneladas de nitrógeno que contienen, por lo que para obtener el contenido de nitrógeno de estos fertilizantes se utiliza por defecto el valor 0,46 (que correspondería al contenido de nitrógenos de un fertilizantes promedio), el cual es multiplicado por las toneladas de consumo aparente de fertilizantes.

**Distribución de los residuos de cultivo**

Para estimar la fracción de residuos agrícolas que es destinada a cada uso final son numerosos los datos paramétricos que se requieren, pues estos varían según los distintos tipos de cultivo. La determinación de estos datos paramétricos, entre los que destaca la desagregación de los residuos en sus posibles destinos finales, es básicamente en base al juicio de expertos. Los destinos finales designados a cada tipo de residuos son (1) quema in-situ, (2) consumo animal en campo, (3) enfardo, y (4) incorporación al suelo, lo que fue definido como el porcentaje remanente después de determinar los previos tres destinos. Con la quema in-situ definido según los métodos descritos el consumo animal en campo y el enfardo fueron evaluados para cuatro rubros, a saber, cultivos anuales, huertos frutales, hortalizas, y forrajeras. Generalmente los destinos a enfardo y consumo animal en campo se mantuvieron estáticos a través de años, donde el arroz, tomate, y cereales no-maíz fueron las excepciones.

El detalle de la obtención de los datos (población animal) para las subcategorías relacionadas con estiércol animal, así como los datos de actividad paramétricos (tasa de excreción animal y su distribución), deben consultarse en el capítulo de la categoría *Gestión del estiércol*.

**Histosoles**

La superficie de histosoles (suelos orgánicos drenados), viene de información levantada por ODEPA y el Consejo Nacional de Riego (CNR).

**5.5.4.3.2. Factores de emisión**

Los factores de emisión para la subcategoría corresponden a valores por defecto de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006* (Tabla 243).

Tabla 243. 3.D.1. Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos agrícolas: factores de emisión por defecto

Factor de emisión	Valor por defecto
EF <sub>1</sub> para aportes de N de fertilizantes minerales, abonos orgánicos y residuos agrícolas, y N mineralizado de suelos minerales a causa de pérdida de carbono del suelo [kg N <sub>2</sub> O-N (kg N) <sup>-1</sup> ]	0,01
EF <sub>3PRP, CPP</sub> para vacunos (lecheros y no lecheros, y búfalos), aves de corral y porcinos [kg N <sub>2</sub> O-N (kg N) <sup>-1</sup> ]	0,02
EF <sub>3PRP, SO</sub> para ovinos y «otros animales» [kg N <sub>2</sub> O-N (kg N) <sup>-1</sup> ]	0,01
EF <sub>1FR</sub> para arrozales inundados [kg N <sub>2</sub> O-N (kg N) <sup>-1</sup> ]	0,003
EF <sub>2GC, Temp</sub> para suelos orgánicos templados de cultivos y con pastizales [kg N <sub>2</sub> O-N (ha) <sup>-1</sup> ]	8
EF <sub>país-específico</sub> para aportes de N de fertilizantes minerales causa de pérdida de carbono del suelo [kg N <sub>2</sub> O-N (kg N) <sup>-1</sup> ]	0,0025

Fuente: Cuadro 11.1; Capítulo 11; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

Los factores de emisión para la categoría corresponden a valores de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006* más un factor de emisión de valor local para un grupo contiguo de regiones dominados por suelos de cenizas volcánicas, estas regiones son Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos. Los factores de emisión en estos suelos se han investigado a través de ensayos y estudios realizados por INIA, los cuales dieron un valor promedio de 0,0025 [kg N<sub>2</sub>O–N (kg N)<sup>-1</sup>].

#### 5.5.4.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2016, ha sido estimada para el N<sub>2</sub>O. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en Tabla 244.

Tabla 244. 3.D.1. Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos agrícolas: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
		(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
3.D.1.a.	Fertilizantes inorgánicos	83,0%	83,0%	70,0%	67,0%	108,6%	106,7%
3.D.1.b.	Fertilizantes orgánicos	66,5%	66,5%	70,0%	67,0%	96,6%	94,4%
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	66,5%	66,5%	70,0%	67,0%	96,6%	94,4%
3.D.1.d.	Residuos de cosechas	83,0%	83,0%	70,0%	67,0%	108,6%	106,7%
3.D.1.f.	Cultivo de suelos orgánicos (histosoles)	33,1%	33,1%	100,0%	67,0%	105,3%	74,7%

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI.

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

#### 5.5.4.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Cuando se realizaron cambios de actividad paramétrica o de factor de emisión, los recálculos realizados cubrieron la serie temporal completa.

#### 5.5.4.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

##### 5.5.4.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de Agricultura se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de Agricultura. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_3AGRI*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

##### **Gestión de los datos de actividad estadísticos:**

- Los datos de actividad estadísticos fueron ingresados a las planillas de forma automática, directamente desde su fuente de origen, evitando errores asociados a la transcripción manual.

- Los totales nacionales de los datos de actividad fueron confeccionados por la suma de los totales regionales, realizando un chequeo cruzado para comprobar que no exista diferencia entre ellos.

**Gestión de factores de emisión, factores de conversión y constantes:**

- Todos los principales datos paramétricos se encuentran compilados en una sola planilla denominada “Hoja Madre”, que está vinculada a las hojas de trabajo. Esto permite que esté centralizada la información para una rápida revisión y actualización cuando corresponda.

**Gestión de las hojas de trabajo:**

- Todas las hojas de trabajo están vinculadas automáticamente a las hojas de datos de actividad y factores de emisión.
- En las hojas de trabajo los valores de nivel país fueron generados tanto por la suma de los valores regionales, como por el ingreso directo a las planillas de los valores nacionales, no debiendo existir diferencia alguna entre ambas derivaciones. De esta forma, en cada planilla de trabajo se cuenta con tres cuadros de datos país: país por suma de regiones, país por datos nacionales directamente ingresados y país por la diferencia entre los dos cuadros anteriores, que debe dar cero (sin diferencia alguna entre los primeros dos cuadros).

**Revisión interna:**

- Para asegurar que los datos fueran reales, completos y consistentes, se efectuó una verificación cruzada de la información con otras fuentes y con datos utilizados en actualizaciones de años anteriores.
- Se realizó una revisión de las planillas de cálculo y hojas de trabajo por parte de revisores internos del proceso de actualización en cada institución que forma parte del Equipo Técnico de Agricultura.

**5.5.4.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector Agricultura, el Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_3AGRI*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

**5.5.4.6.3. Verificación**

Con respecto a la cantidad de fertilizante utilizada en el país, las importaciones y exportaciones están agrupadas por categorías lo que ha permitido una estimación de su probable cantidad de N, persistiendo cierto grado de incertidumbre. Por este motivo, y buscando mejorar la estimación de distribución de fertilizantes minerales por región, se intentó realizar el cálculo de estimación de uso de nitrógeno en los cultivos agrícolas, aplicando un método “Bottom-Up” regional. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica en la serie de tiempo 1990-2016, sobre la aplicación de nitrógeno en diferentes cultivos, conjuntamente con la opinión de varios expertos de diferentes cultivos. Pero finalmente se optó por utilizar solamente los datos depurados y entregados por ODEPA, distribuidos por región en base de superficie cultivada, ya que la estimación Bottom-Up no refleja las distintas variables existentes en la serie de tiempo, como lo son el precio de los

fertilizantes, variables climáticas (sequía), crisis económica, tasas de aplicación por agricultores pequeños, entre varias otras.

**5.5.4.7. Recálculos**

**5.5.4.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras**

En esta actualización, se utilizaron nuevas estimaciones de nitrógeno animal excretado (ver detalle en 3.A. Fermentación entérica), sumado a la incorporación del cálculo de suelos orgánicos gestionados, revisión y mejora de los datos paramétricos de residuos agrícolas, la utilización de los datos depurados (fertilizantes nitrogenados) entregados por ODEPA, y la incorporación de un factor país específico para emisiones directas del N<sub>2</sub>O para fertilizantes nitrogenados minerales (regiones del Biobío, La Araucanía, Los Ríos y Los Lagos).

**5.5.4.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión**

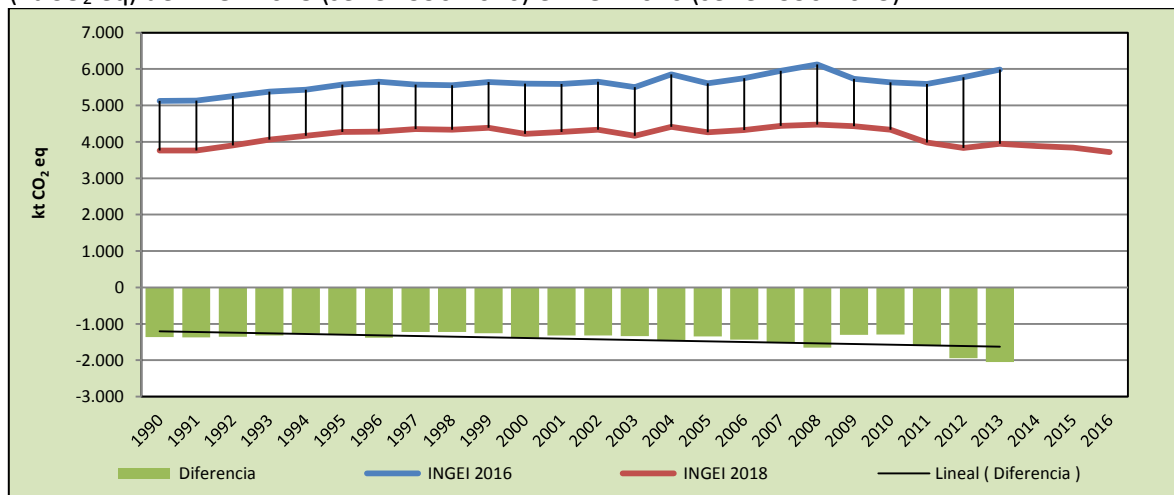
En la Tabla 245 y Figura 123 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de esta subcategoría respecto del inventario anterior (INGEI2016). La disminución de emisiones es básicamente atribuible a la utilización de nuevas estimaciones de nitrógeno excretado y la mejora de la información sobre el uso de fertilizantes nitrógenos entregados por ODEPA. Esto generó una disminución de las emisiones de GEI de la subcategoría en un promedio de 1.415,3 kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1990-2013.

Tabla 245. 3.D.1. Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos agrícolas: comparación entre emisiones de CH<sub>4</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	5.125,9	5.600,0	5.631,1	5.989,4			
INGEI2018	3.764,5	4.219,1	4.336,3	3.943,5	3.887,9	3.837,8	3.718,3
Diferencia	-1.361,5	-1.380,9	-1.294,8	-2.045,8			
Diferencia %	-36,2%	-32,7%	-29,9%	-51,9%			

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

Figura 123. 3.D.1. Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos agrícolas: comparación entre emisiones (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

#### 5.5.4.8. Plan de mejoramiento

En general, se requiere mejorar la precisión de los datos sobre cantidad de nitrógeno aplicado al suelo desde todas sus fuentes.

En el caso de los *Fertilizantes sintéticos*, se cuenta con el dato de consumo anual total, disponible en FAOSTAT, valor que le es aportado por ODEPA como datos nacionales no publicados. Una mejora fundamental consiste en descontar la urea y los nitratos que no son empleados para fines agrícolas. Esta información está disponible en ODEPA, pero se requeriría de convenios de cooperación y esfuerzos adicionales para hacer una desagregación de la información. Adicionalmente, se requeriría contar con información por región administrativa, con el fin de disminuir la incertidumbre asociada a la utilización de métodos de desagregación regional, que consisten en procedimientos internos, basados en desagregar la información nacional de acuerdo a la importancia relativa de la actividad agrícola en cada una de las regiones. Es evidente que el país, a través de ODEPA, debe dotarse de los medios para llenar este vacío de información, llegando finalmente a contar con datos estadísticos fidedignos acerca del consumo de nitrógeno en la forma de fertilizantes sintéticos, desagregado por forma química, región y cultivo. Igualmente, importante es que estos datos deben ser periódicamente publicados y de libre acceso.

Respecto a las fuentes de nitrógeno animal, en la actualidad el país no cuenta con factores de emisión país específico para aplicar métodos superiores. Sin embargo se encuentra en marcha una investigación científica práctica por parte de INIA-Remehue, con el apoyo de la Global Research Alliance (GRA), para determinar estos factores. Esto que generaría una contribución importante debido a que más del 75 % de esta subcategoría tiene relación con las fuentes y la cantidad de nitrógeno animal.

#### 5.5.5. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos agrícolas (3.D.2.)

##### 5.5.5.1. Descripción de la subcategoría

Esta subcategoría incluye emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O generadas por (a) la volatilización de nitrógeno (como NH<sub>3</sub> y NO<sub>x</sub>) después de la aplicación de fertilizantes con nitrógeno sintético y orgánico y/o deposición de orina y estiércol de animales en pastoreo y la subsiguiente deposición del nitrógeno como amoníaco (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>) en suelos y aguas y (b) la lixiviación y el agotamiento de nitrógeno de fertilizantes añadidos con nitrógeno sintético y orgánico, residuos de cultivos, mineralización/inmovilización vinculada a la ganancia/pérdida de carbono del suelo resultante del cambio del uso de la tierra o de las prácticas de gestión de suelos minerales; y orina y estiércol depositado por animales en pastoreo en aguas subterráneas.

##### 5.5.5.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 765,4 kt CO<sub>2</sub> eq (representando el 17,1 % de las emisiones de GEI de la categoría), disminuyendo en un 2,2 % desde 1990 y en un 4,7 % desde 2013 (Tabla 246 y Figura 124). El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la disminución en la reducción de N orgánico proveniente del estiércol animal.

Respecto a las fuentes, tanto de la componente de *Deposición atmosférica* como de *Lixiviación y escurrimiento*, *Estiércol animal aplicado a los suelos* acumula la mayoría de las emisiones,

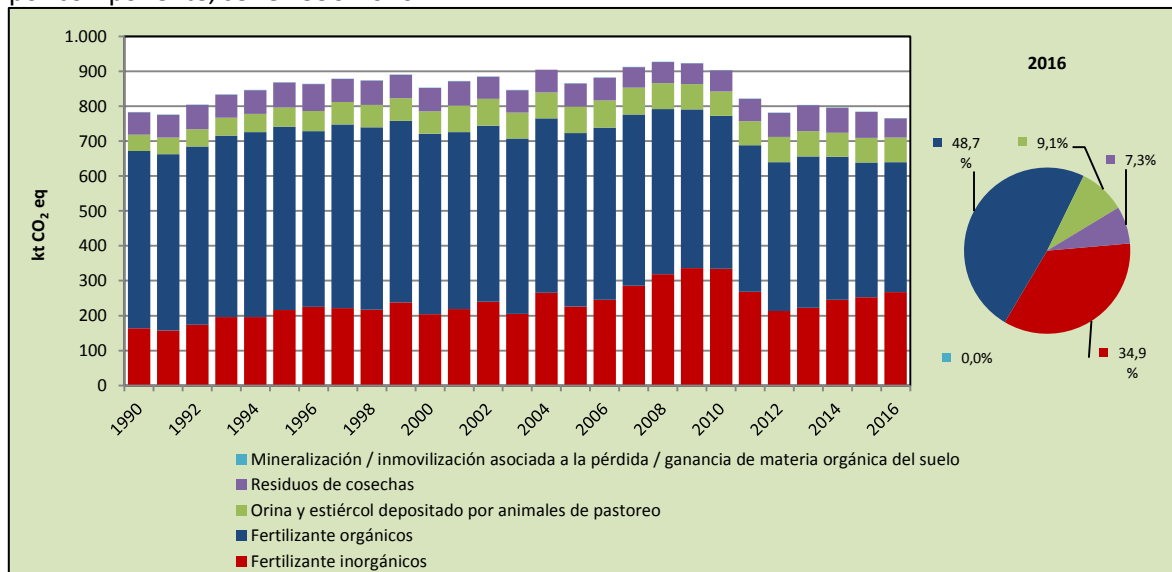
representando un 48,7 % de la subcategoría, seguida de un 34,9 % de *Fertilizantes inorgánicos*, un 9,1 % de *Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo*, un 7,3 % de *Residuos de cosecha* y el porcentaje (menor al 0,1 %) restante de *Mineralización/inmovilización a la pérdida/ganancia de materia orgánica del suelo*.

Tabla 246. 3.D.2. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos agrícolas: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Fertilizante inorgánicos	164,2	204,0	334,6	222,8	245,6	252,5	267,0
Fertilizante orgánicos	507,3	516,8	437,8	433,0	409,4	386,0	373,0
Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	47,1	64,9	69,6	72,4	69,0	70,6	69,8
Residuos de cosechas	64,1	66,1	60,4	74,5	71,3	74,7	55,6
Mineralización asociada a la pérdida ganancia de MO del suelo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Total</b>	<b>782,8</b>	<b>851,9</b>	<b>902,4</b>	<b>802,7</b>	<b>795,3</b>	<b>783,8</b>	<b>765,4</b>

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Figura 124. 3.D.2. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos agrícolas: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

### 5.5.5.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de las emisiones de N<sub>2</sub>O de esta subcategoría se aplicó un método Nivel 1 para todas sus componentes, mediante datos de actividad desagregados por región administrativa y factores de emisión por defecto. En la Tabla 247 se observa un resumen de los métodos aplicados por categoría y por tipo de GEI.



Tabla 247. 3.D.2. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos agrícolas: métodos aplicados por componente.

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.D.2.a.i	Fertilizantes inorgánicos					T1	D
3.D.2.a.ii	Fertilizantes orgánicos					T1	D
3.D.2.a.iii	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo					T1	D
3.D.2.b.i	Fertilizantes inorgánicos					T1	D
3.D.2.b.ii	Fertilizantes orgánicos					T1	D
3.D.2.b.iii	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo					T1	D
3.D.2.b.iv	Residuos de cosechas					T1	D
3.D.2.b.v	Mineralización / inmovilización asociada a la pérdida / ganancia de materia orgánica del suelo					T1	D

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de Agricultura con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Un punto importante de mencionar es lo relacionado con la subcategoría *Lixiviación y escurrimiento*. Las *Directrices del IPCC de 2006*, indican que se produce lixiviación o escurrimiento en regiones húmedas o en regiones secas en donde se emplea irrigación y en las regiones que presentan estas características la fracción de lixiviación que se debe ocupar es de 0,3 ( $Frac_{Lixiviación-(H)}$ ). Pero en regiones secas, donde las precipitaciones son menores a la evapotranspiración durante la mayor parte del año y es poco factible que se produzca lixiviación, la fracción de lixiviación es igual a cero. Es por este punto y siguiendo lo que se indica sobre la evapotranspiración en el Atlas Agroclimático de Chile, solo en las regiones del Biobío al sur ocurría lixiviación, no así en las regiones al norte de esta.

Ecuación 48. 3.D.2. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O producido por disposición atmosférica de N volatilizado de suelos agrícolas (Nivel 1)

$$N_2O_{(ATD)} = N - [(F_{SN} \times Frac_{GASF}) + (F_{ON} + F_{PRP}) \times Frac_{GASM}] \times EF_4$$

Fuente: Ecuación 11.9; Capítulo 11; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- $N_2O_{(ATD)}$  = Cantidad anual de N<sub>2</sub>O-N producida por disposición atmosférica de N volatilizado de suelos agrícolas (kg N<sub>2</sub>O-N año<sup>-1</sup>),
- $F_{SN}$  = Cantidad anual de fertilizantes sintéticos aplicado a los suelos (kg N año<sup>-1</sup>),
- $Frac_{GASF}$  = Fracción de N de fertilizantes sintéticos que se volatiliza como NH<sub>3</sub> y NO<sub>x</sub>, kg N volatilizado (kg de N aplicado)<sup>-1</sup>
- $F_{ON}$  = cantidad anual de estiércol animal gestionado, *compost*, lodos cloacales y otros agregados de N orgánico aplicada a los suelos, kg N año<sup>-1</sup>

- $F_{PRP}$  = cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada por animales de pastoreo en pasturas, prados y praderas,  $\text{kg N año}^{-1}$
- $Frac_{GASM}$  = fracción de materiales fertilizantes de N orgánico ( $F_{ON}$ ) y de N de orina y estiércol depositada por animales de pastoreo ( $F_{PRP}$ ) que se volatiliza como  $\text{NH}_3$  y  $\text{NO}_x$ ,  $\text{kg N volatilizado (kg de N aplicado o depositado)}^{-1}$
- $EF_4$  = factor de emisión correspondiente a las emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$  de la deposición atmosférica de N en los suelos y en las superficies del agua [ $\text{kg N-N}_2\text{O (kg NH}_3\text{-N + NO}_x\text{-N volatilizado)}^{-1}$ ]

Ecuación 49. 3.D.2. Emisiones indirectas de  $\text{N}_2\text{O}$  por lixiviación/escorrimento de N de suelos agrícolas en regiones donde se produce este fenómeno (Nivel 1)

$$N_2O_{(L)} - N = \left[ (F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{PRP} + F_{SOM}) \times Frac_{Lixiviación-(H)} \times EF_5 \right]$$

Fuente: Ecuación 11.10; Capítulo 11; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- $N_2O_{(L)} - N$  = Cantidad anual de  $\text{N}_2\text{O-N}$  producida por lixiviación y escurrimiento de agregados de N a suelos gestionados en regiones donde se producen estos fenómenos, ( $\text{kg N}_2\text{O-N año}^{-1}$ ),
- $F_{SN}$  = Cantidad anual de N de fertilizantes sintéticos aplicada a los suelos en regiones donde se produce lixiviación/escorrimento, ( $\text{kg N año}^{-1}$ ),
- $F_{ON}$  = Cantidad anual de estiércol animal gestionado, *compost*, lodos cloacales y otros agregados de N orgánico aplicada a los suelos en regiones donde se produce lixiviación/escorrimento, ( $\text{kg N año}^{-1}$ ),
- $F_{CR}$  = cantidad de N en los residuos agrícolas (aéreos y subterráneos), incluyendo los cultivos fijadores de N y de la renovación de forraje/pastura, devuelta a los suelos anualmente en regiones donde se produce lixiviación/escorrimento, ( $\text{kg N año}^{-1}$ ),
- $F_{PRP}$  = Cantidad anual de N de la orina y el estiércol depositada por los animales en pastoreo en regiones donde se produce lixiviación/escorrimento, ( $\text{kg N año}^{-1}$ ),
- $F_{SOM}$  = Cantidad anual de N mineralizado en suelos minerales relacionada con la pérdida de C del suelo de la materia orgánica del suelo, como resultado de cambios en el uso o la gestión de la tierra en regiones donde se produce lixiviación/escorrimento
- $Frac_{Lixiviación-(H)}$  = Fracción de todo el N agregado a/mineralizado en suelos gestionados en regiones donde se produce lixiviación/escorrimento,  $\text{kg N (kg de agregados de N)}^{-1}$
- $EF_5$  = Factor de emisión para emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$  por lixiviación y escurrimiento de N,  $\text{kg N}_2\text{O-N (kg N por lixiviación y escurrido)}^{-1}$

#### 5.5.5.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Los datos utilizados para esta subcategoría fueron los mismos utilizados en *Emisiones directas de  $\text{N}_2\text{O}$  desde suelos agrícolas*, pero en este caso toma importancia la distinción entre las emisiones por volatilización de aquellas por lixiviación y escurrimiento. De acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006* para las emisiones indirectas se debe descontar la superficie bajo riego mecanizado ya que este sistema de riego elimina la lixiviación y la escurrimiento.

Para la desagregación del consumo de fertilizantes inorgánicos, se recopiló información sobre la superficie regional de cada uno de los rubros de cultivos y las superficies regadas bajo los distintos métodos disponibles en del *Censo Agropecuario y Forestal 2007*. Así, se desagregaron los datos a

nivel regional, de acuerdo a la distribución porcentual de la superficie cultivada, diferenciando la superficie cultivada que es regada con riego mecanizado, de aquella no regada o que es regada con riego no mecanizado. Esto permitió hacer una distinción entre el N que se volatiliza del que lixivia y escurre superficialmente, datos que son utilizados para la categoría *Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos agrícolas*.

### 5.5.5.3.2. Factores de emisión

Los factores de emisión para la subcategoría corresponden a valores por defecto de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006* (Tabla 248).

Tabla 248. 3.D.2. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos agrícolas: factores de emisión por defecto

Factor de emisión	Valor por defecto
EF <sub>4</sub> [volatilización y re-deposición de N], kg N <sub>2</sub> O-N (kg NH <sub>3</sub> -N + NO <sub>x</sub> -N volatilizado) <sup>-1 19</sup>	0,010
EF <sub>5</sub> [lixiviación/escorrimento], kg N <sub>2</sub> O-N (kg N lixiviación/escorrimento) <sup>-1 20</sup>	0,0075
Fra <sub>C<sub>GASF</sub></sub> [Volatilización de fertilizante sintético], (kg NH <sub>3</sub> -N + NO <sub>x</sub> -N) (kg N aplicado) <sup>-1</sup>	0,100
Fra <sub>C<sub>GASM</sub></sub> [Volatilización de todos los fertilizantes de N orgánicos aplicados, y de estiércol y orina depositados por animales en pastoreo], (kg NH <sub>3</sub> -N + NO <sub>x</sub> -N) (kg N aplicado o depositado) <sup>-1</sup>	0,200
Fra <sub>C<sub>LIXIVIACIÓN-(H)</sub></sub> [pérdidas de N por lixiviación/escorrimento en regiones donde Σ(luvia en la estación lluviosa) - Σ (EP en el mismo período) > capacidad de retención del agua del suelo, O donde se emplea irrigación (excepto por goteo)], kg N (kg N agregado o por deposición de animales en pastoreo) <sup>-1</sup>	0,300

Fuente: Cuadro 11.3; Capítulo 11; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

### 5.5.5.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2016, ha sido estimada para el N<sub>2</sub>O. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 249.

Tabla 249. 3.D.2. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos agrícolas: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
		(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
3.D.2.a.i	Fertilizantes inorgánicos	87,0%	87,0%	80,0%	400,0%	118,2%	409,4%
3.D.2.a.ii.1.	Fertilizantes orgánicos	67,0%	67,0%	80,0%	400,0%	104,0%	405,5%
3.D.2.a.iii.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	67,0%	67,0%	93,0%	233,0%	114,3%	242,3%
3.D.2.b.i.	Fertilizantes inorgánicos	67,0%	67,0%	93,0%	233,0%	114,6%	242,4%
3.D.2.b.ii.1.	Fertilizantes orgánicos	66,5%	66,5%	93,0%	233,0%	114,3%	242,3%
3.D.2.b.iii.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	66,5%	66,5%	93,0%	150,0%	114,3%	164,1%
3.D.2.b.iv.	Residuos de cosechas	67,0%	67,0%	93,0%	167,0%	114,6%	179,9%
3.D.2.b.v.	Mineralización / inmovilización asociada a la pérdida / ganancia de materia orgánica del suelo	33,1%	33,1%	93,0%	167,0%	98,7%	170,2%

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

Se aprecia que, en general, la mayor fuente de incertidumbre está relacionada al factor de emisión por defecto aplicado más que a los datos de actividad.

#### **5.5.5.5. Consistencia de la serie temporal**

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Cuando se realizaron cambios de actividad paramétrica o de factor de emisión, los recálculos realizados cubrieron la serie temporal completa.

#### **5.5.5.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación**

##### **5.5.5.6.1. Control de la calidad**

Durante la actualización del ISGEI de Agricultura se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de Agricultura. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_3AGRI*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

##### **Gestión de los datos de actividad estadísticos:**

- Los datos de actividad estadísticos fueron ingresados a las planillas de forma automática, directamente desde su fuente de origen, evitando errores asociados a la transcripción manual.
- Los totales nacionales de los datos de actividad fueron confeccionados por la suma de los totales regionales, realizando un chequeo cruzado para comprobar que no exista diferencia entre ellos.

##### **Gestión de factores de emisión, factores de conversión y constantes:**

- Todos los principales datos paramétricos se encuentran compilados en una sola planilla denominada “Hoja Madre”, que está vinculada a las hojas de trabajo. Esto permite que esté centralizada la información para una rápida revisión y actualización cuando corresponda.

##### **Gestión de las hojas de trabajo:**

- Todas las hojas de trabajo están vinculadas automáticamente a las hojas de datos de actividad y factores de emisión.
- En las hojas de trabajo los valores de nivel país fueron generados tanto por la suma de los valores regionales, como por el ingreso directo a las planillas de los valores nacionales, no debiendo existir diferencia alguna entre ambas derivaciones. De esta forma, en cada planilla de trabajo se cuenta con tres cuadros de datos país: país por suma de regiones, país por datos nacionales directamente ingresados y país por la diferencia entre los dos cuadros anteriores, que debe dar cero (sin diferencia alguna entre los primeros dos cuadros).

##### **Revisión interna:**

- Para asegurar que los datos fueran reales, completos y consistentes, se efectuó una verificación cruzada de la información con otras fuentes y con datos utilizados en actualizaciones de años anteriores.

- Se realizó una revisión de las planillas de cálculo y hojas de trabajo por parte de revisores internos del proceso de actualización en cada institución que forma parte del Equipo Técnico de Agricultura.

#### 5.5.5.6.2. *Garantía de la calidad*

Previo a la actualización del sector *Agricultura*, el Equipo Técnico Agricultura del MINAGRI ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de AFOLU como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo 2018\_SGCC\_3AGRI. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

#### 5.5.5.6.3. *Verificación*

No se realizaron actividades de verificación.

#### 5.5.5.7. *Recálculos*

##### 5.5.5.7.1. *Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras*

Al igual que en la subcategoría *Emisiones directas de N<sub>2</sub>O de suelos agrícolas* se cuenta con nuevos datos de actividad y paramétricos que afectan las emisiones, como ajustes en el N aplicado como fertilizante. En esta actualización, otra modificación que se incorporó en los cálculos está relacionada con la utilización de nuevas estimaciones de nitrógeno animal excretado para ganado vacuno y porcino. Para mayor detalle revisar categoría *Gestión del estiércol*.

Un punto importante que difiere del anterior ejercicio de inventario, es el cálculo de las emisiones generadas por lixiviación que solo correspondieron a ciertas regiones del país, siguiendo las indicaciones de las *Directrices del IPCC de 2006*. En el inventario anterior el cálculo fue hecho para la totalidad de todas las regiones del país, sin tomar en cuenta lo que se indica para el uso y cálculo de la fracción que efectivamente lixivia

##### 5.5.5.7.2. *Implicaciones para los niveles de emisión*

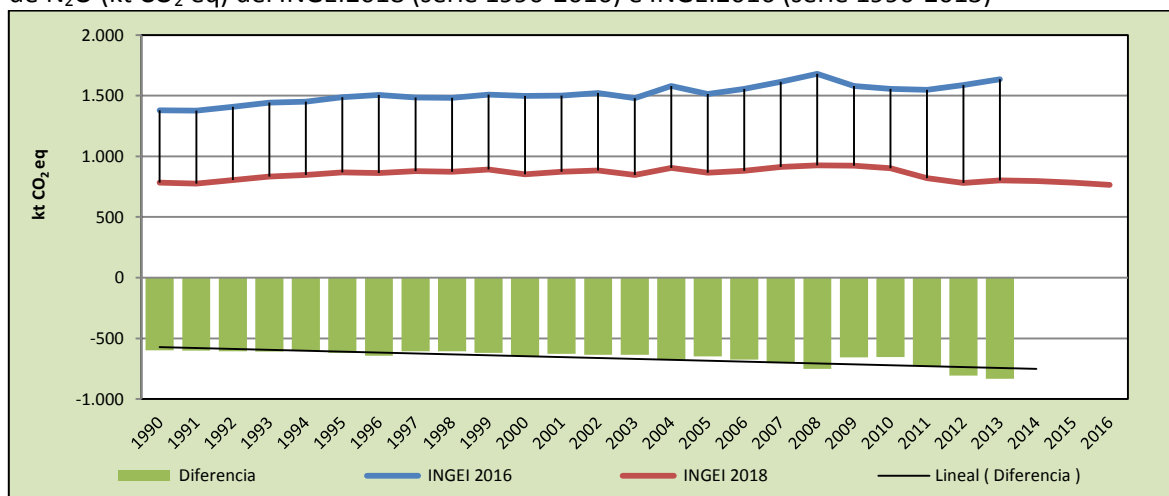
En la Tabla 250 y Figura 125 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de esta subcategoría respecto del inventario anterior (INGEI2016). La diferencia es atribuible a la utilización de nuevas estimaciones de nitrógeno excretado y la mejora de la información sobre el uso de fertilizantes nitrógenos entregados por ODEPA. Esto generó una disminución de las emisiones de GEI de la subcategoría en un promedio de 657,9 kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1990-2016.

Tabla 250. 3.D.2. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos agrícolas: comparación entre emisiones de N<sub>2</sub>O (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	1.380,2	1.498,8	1.556,1	1.635,3			
INGEI2018	782,8	851,9	902,4	802,7	795,3	783,8	765,4
<b>Diferencia</b>	<b>-597,4</b>	<b>-647,0</b>	<b>-653,7</b>	<b>-832,6</b>			
<b>Diferencia %</b>	<b>-76,3%</b>	<b>-75,9%</b>	<b>-72,4%</b>	<b>-103,7%</b>			

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

Figura 125. 3.D.2. Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos agrícolas: comparación entre emisiones de N<sub>2</sub>O (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

#### 5.5.5.8. Plan de mejoramiento

En general, el mismo plan de mejoramiento de *Emisiones indirectas de N<sub>2</sub>O de suelos agrícolas*, previamente descrito, es aplicable para esta subcategoría.

### 5.6. Quema prescrita de sabanas (3.E.)

#### 5.6.1. Descripción de la categoría

En el contexto nacional, esta categoría no ocurre

### 5.7. Quema de residuos agrícolas en el campo (3.F.)

#### 5.7.1. Descripción de la categoría

Esta categoría incluye las emisiones de N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub> generadas por la quema de residuos agrícolas en el campo.

En el contexto nacional, esta categoría incluye diversos cultivos agrupadas en los siguientes componentes:

- Cereales y otros cultivos (cultivos industriales, leguminosas y tubérculos);
- Huertos frutales (frutales mayores, frutales menores, viñas y parronales).

### 5.7.2. Tendencia de las emisiones de GEI

La categoría *Quema de residuos agrícolas en el campo* es la séptima categoría emisora de GEI del sector Agricultura, representando el 0,3 % de las emisiones de GEI del sector. En 2016, sus emisiones de GEI contabilizaron 34,8 kt CO<sub>2</sub> eq, disminuyendo en un 76,6 % desde 1990 y en un 25,8 % desde 2013. El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la implementación de las leyes que prohíben la quema de estos residuos y, por otra parte, el mejor aprovechamiento de los residuos para consumo animal o incorporación al suelo.

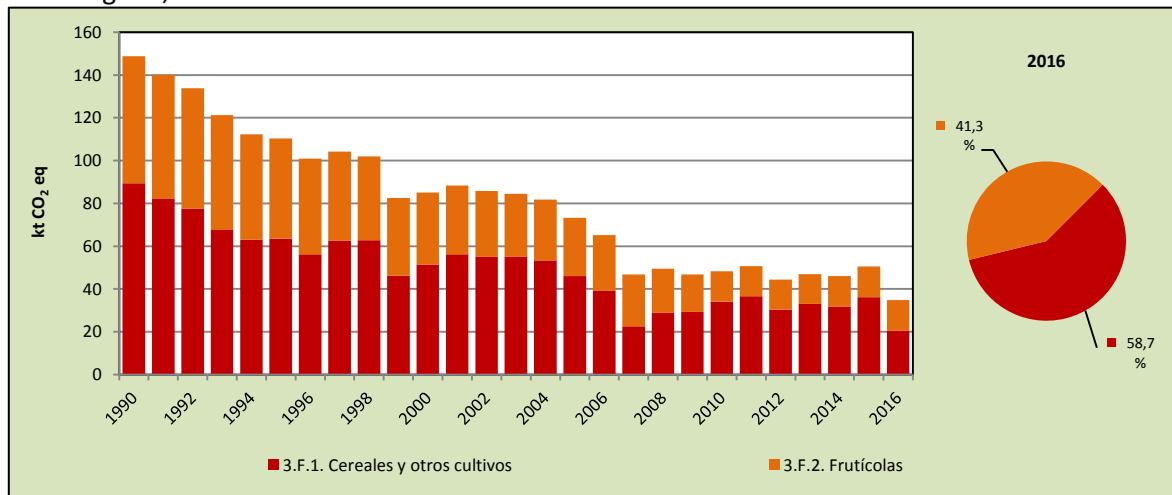
Respecto a las subcategorías, *Cereales y otros cultivos* es la de mayor relevancia con un 58,7 %, seguida de un 41,3 % de *Frutícolas*.

Tabla 251. 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
3.F.1. Cereales y otros cultivos	89,4	51,4	34,1	33,0	31,9	36,2	20,5
3.F.2. Frutícolas	59,5	33,6	14,3	13,9	14,1	14,4	14,4
<b>Total</b>	<b>148,9</b>	<b>85,1</b>	<b>48,3</b>	<b>46,9</b>	<b>46,0</b>	<b>50,6</b>	<b>34,8</b>

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Figura 126. 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

### 5.7.3. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de esta subcategoría se aplicó un método Nivel 1 para todas sus componentes, mediante datos de actividad desagregados por regiones administrativas y factores de emisión por defecto. En la Tabla se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 252. 3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo: métodos aplicados por subcategoría

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.F.1.	Cereales			T1	D	T1	D
3.F.2.	Huertos frutales			T1	D	T1	D

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

El cálculo de las emisiones para esta categoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de Agricultura con base en las hojas de trabajo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

#### 5.7.4. Datos de actividad de la categoría

Los datos paramétricos necesarios fueron una combinación de valores por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006*, valores nacionales de ODEPA, INE, FAOSTAT y juicio de expertos.

#### 5.7.5. Cereales y otros cultivos (3.F.1.)

##### 5.7.5.1. Descripción de la subcategoría

Esta categoría incluye las emisiones de N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub> generadas por la quema de residuos agrícolas en los cultivos de cereales y otros cultivos como leguminosas, cultivos industriales y tubérculos.

##### 5.7.5.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 20,5 kt CO<sub>2</sub> eq (representando el 58,7 % de las emisiones de GEI de la categoría), disminuyendo en un 77,1 % desde 1990 y en un 38,0 % desde 2013. El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la prohibición y control existente sobre la quema de residuos de cereales, lo que ha generado cambios en la disposición final y reutilización de estos residuos.

##### 5.7.5.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de esta subcategoría se aplicó un método Nivel 1 para todas sus componentes, mediante datos de actividad desagregados por regiones administrativas y factores de emisión por defecto. En la Tabla se observa un resumen de los métodos aplicados por categoría y por tipo de GEI.

Tabla 253. 3.F.1. Cereales y otros cultivos: métodos aplicados por tipo de cultivo

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.F.1.	Cereales			T1	D	T1	D

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI



Para determinar las emisiones de GEI se aplicó una metodología país específica, pues se desarrolló una desagregación a nivel regional y una desagregación por componente operacional, que consistió en la utilización de criterio experto país específico para determinar la fracción de los residuos de los principales tipos de cultivos que se destinan a la quema en el campo.

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de Agricultura con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

Ecuación 50. 3.F.1. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero a causa del fuego.

$$L_{quema} = A \times M_B \times C_f \times G_{ef} \times 10^{-3}$$

Fuente: Ecuación 2.27; Capítulo 2; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

- $L_{quema}$  = Cantidad de gases de efecto invernadero provocados por el fuego, t de GEI
- $A$  = Superficie quemada, ha
- $M_B$  = Masa de combustible disponible para la combustión, t ha<sup>-1</sup>
- $C_f$  = Factor de combustión, sin dimensión
- $G_{ef}$  = Factor de emisión, g kg<sup>-1</sup> de materia seca quemada.

#### **5.7.5.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos**

Los datos paramétricos necesarios fueron una combinación de valores por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006*, valores nacionales de ODEPA, CONAF y juicio de expertos.

#### **Residuos agrícolas**

Los datos de producción de residuos de cosechas se generaron a partir de datos estadísticos de superficie y de datos de productividad de los cultivos, recopilados de los *Censos Agropecuarios y Forestales 1997 y 2007*, de las estadísticas anuales de ODEPA y los catastros frutícolas realizados de CIREN, que fueron combinados con datos de actividad paramétricos correspondientes a juicio de expertos e investigaciones, lo que permite hacer una división de los residuos de cultivo según su destino final. La desagregación de la superficie de huertos frutales, a base de la etapa de vida del huerto, consistió en diferenciar los huertos de acuerdo a la edad de los árboles, identificando la superficie regional en huertos en “etapa de formación” y huertos en “etapa de producción”. Esta clasificación sirvió para obtener valores más precisos acerca de la cantidad de restos de poda generados y de la biomasa viva presente en dichas superficies, variables que difieren según la edad y especie.

Con respecto a los cereales (sin incluir al maíz y al arroz en este ítem) se contó adicionalmente con información estadística del Departamento de Manejo del Fuego de CONAF, la que contiene los permisos de quema agrícola otorgados y la superficie. Los permisos son legalmente necesarios para la quema, y fueron autorizados, tabulados y compartidos por CONAF. Los cultivos cuyos residuos representan la mayor parte de biomasa, son los cereales trigo, avena, cebada, centeno, y triticale. Las superficies totales por región que se destinan a la quema fueron cuantificadas para los años 2008-2016, utilizando los datos entregados por CONAF. Para la superficie de quema, del inicio de la serie (año 1990) fue estimada por juicio experto y para luego realizar una interpolación lineal entre 1990 y 2007.

**Distribución de los residuos de cultivo**

Para estimar la fracción de residuos agrícolas que es destinada a cada uso final son numerosos los datos paramétricos que se requieren, pues estos varían según los distintos tipos de cultivo. La determinación de estos datos paramétricos, entre los que destaca la desagregación de los residuos en sus posibles destinos finales, es básicamente atribuible al juicio de expertos. Los destinos finales designados a cada tipo de residuos son (1) quema in-situ, (2) consumo animal en campo, (3) enfardo, y (4) incorporación al suelo, lo que fue definido como el porcentaje remanente después de determinar los previos 3 destinos. Con la quema in-situ definido según los métodos descritos, el consumo animal en campo y el enfardo fueron evaluados para 4 rubros, a saber, cultivos anuales, huertos frutales, hortalizas, y forrajeras. Generalmente los destinos a enfardo y consumo animal en campo se mantuvieron estáticos a través de años, donde el arroz, tomate, y cereales no-maíz fueron las excepciones.

Para generar los datos del cuadro anterior se requirió de una gran cantidad de datos de actividad paramétricos, los cuales se resumen en la Tabla 254.

Tabla 254. 3.F.1. Cereales y otros cultivos: datos de actividad paramétricos de cultivos anuales

Especie	Índice de cosecha	Factor Residuos	Fracción de Materia Seca	Factor Residuos (ms)	Rendimiento (t ms ha <sup>-1</sup> )	Fracción de Carbono	Relación C/N	Relación N/C	Fracción de N
Cereales									
Arroz	0,48	1,08	0,89	0,96	4,82	0,45	65,00	0,02	0,01
Maíz	0,50	1,00	0,95	0,95	10,10	0,42	60,00	0,02	0,01
Avena	0,44	1,27	0,88	1,12	3,76	0,42	61,00	0,02	0,01
Cebada cervecera y forrajera	0,44	1,27	0,88	1,12	4,26	0,42	60,00	0,02	0,01
Centeno	0,44	1,27	0,85	1,08	3,13	0,42	60,00	0,02	0,01
Trigo blanco y candeal	0,42	1,38	0,90	1,24	4,26	0,42	60,00	0,02	0,01
Triticale	0,42	1,38	0,90	1,24	4,76	0,42	60,00	0,02	0,01
Cultivos industriales principales									
Lupino	0,38	1,63	0,86	1,40	2,08	0,42	35,00	0,03	0,02
Maravilla	0,36	1,78	0,90	1,60	1,81	0,42	52,00	0,02	0,01
Raps	0,30	2,33	0,80	1,87	2,93	0,42	52,00	0,02	0,05
Remolacha	0,65	1,00	0,18	0,18	72,86	0,42	28,00	0,04	0,02
Tomate industrial	0,42	1,38	0,90	1,24	59,59	0,42	60,00	0,02	0,01
Leguminosas y tubérculos									
Poroto	0,40	1,50	0,90	1,35	1,55	0,42	53,00	0,02	0,03
Lenteja	0,37	1,70	0,91	1,55	0,71	0,42	54,00	0,02	0,02
Arveja	0,31	2,23	0,77	1,71	1,09	0,42	53,00	0,02	0,02
Garbanzo	0,35	1,86	0,92	1,71	0,93	0,42	53,00	0,02	0,01
Chícharo	0,35	1,86	0,89	1,65	0,84	0,42	53,00	0,02	0,03
Tubérculos									
Papa	0,72	0,39	0,12	0,05	18,52	0,42	26,00	0,04	0,02

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en juicio de expertos.

Para el cálculo de la generación de residuos de cultivos se emplearon las siguientes ecuaciones:

Ecuación 51. 3.F.1. Cereales y otros cultivos: residuos de cultivos anuales generados anualmente

$$Res = Prod \times Fact(Res)$$

Donde:

- Res = Residuos de cultivo generados anualmente (t ms año<sup>-1</sup>),
- Prod = Producción anual del cultivo (t ms año<sup>-1</sup>),
- Fact(Res)= Factor Residuos (fracción ms).

Ecuación 52. 3.F.1. Cereales y otros cultivos: producción anual de cultivos anuales.

$$Prod = Rend \times Sup$$

Donde:

- Prod = Producción anual (t ms año<sup>-1</sup>),
- Rend = Rendimiento del cultivo (t ms ha año<sup>-1</sup>),
- Sup = Superficie anual cultivada (ha año<sup>-1</sup>).

Ecuación 53. 3.F.1. Cereales y otros cultivos: factor residuos de cultivos anuales

$$Fact(Res) = ((1 - IC) \div IC) \times Frac(MS)$$

Donde:

- Fact(Res)= Factor Residuos (fracción ms),
- IC = Índice de Cosecha,
- Frac(MS) = Fracción de materia seca de los residuos.

Ecuación 54. 3.F.1. Cereales y otros cultivos: residuos de forrajeras generados anualmente

$$Res = Prod \times Fact(Res)$$

Donde:

- Res = Residuos de cultivo generados anualmente (t ms año<sup>-1</sup>),
- Prod = Producción anual de materia seca (t ms año<sup>-1</sup>),
- Fact(Res)= Factor Residuos (fracción ms).

Ecuación 55. 3.F.1. Cereales y otros cultivos: producción anual de materia seca en forrajeras

$$Prod = Rend \times Sup$$

Donde:

- Prod = Producción anual de materia seca (t ms año<sup>-1</sup>),
- Rend = Rendimiento anual del cultivo (t ms ha año<sup>-1</sup>),
- Sup = Superficie anual cultivada (ha año<sup>-1</sup>).

Ecuación 56. 3.F.1. Cereales y otros cultivos: factor residuos de forrajeras

$$Fact(Res) = Rend \times Declive + Intercept$$

Donde:

- Fact(Res)= Factor Residuos (fracción ms),
- Rend = Rendimiento anual del cultivo (t ms ha año<sup>-1</sup>),
- Declive = Parámetro desconocido proveniente de las *Directrices IPCC de 2006*,
- Intercept = Parámetro desconocido proveniente de las *Directrices IPCC de 2006*.

A continuación, se presentan los criterios elaborados por juicio de expertos para determinar la distribución de los residuos agrícolas según destino final, por cultivo o rubro.

Tabla 255. 3.F.1. Cereales y otros cultivos: asignación de los destinos finales de los residuos vegetales de cultivos anuales, por cultivo.

Cultivo	Consumo animal in situ		Enfarda		Incorporación al suelo		Quema in-situ	
	1990	2016	1990	2016	1990	2016	1990	2016
Cultivos industriales principales								
Lupino australiano, l. amargo y l. dulce	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%
Raps	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%
Remolacha	80%	80%	0%	0%	20%	20%	0%	0%
Tomate industrial	45%	15%	40%	45%	5%	35%	10%	5%
Cultivos de cereales								
Arroz	45%	45%	45%	45%	0%	0%	10%	10%
Avena	10%	35%	10%	20%	5%	25%	75%	20%
Cebada cervecera y forrajera	10%	35%	10%	20%	5%	25%	75%	20%
Maíz	5%	5%	0%	0%	95%	95%	0%	0%
Trigo blanco y candeal	10%	35%	10%	20%	5%	25%	75%	20%
Triticale	10%	35%	10%	20%	5%	25%	75%	20%
Leguminosas y tubérculos								
Papa	0%	0%	0%	0%	100%	100%	0%	0%
Poroto consumo interno y exportación	30%	30%	40%	40%	30%	30%	0%	0%

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en juicio de expertos

#### 5.7.5.3.2. Factores de emisión

Los factores de emisión de GEI corresponden a valores por defecto de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006* (Tabla 256).

Tabla 256. 3.F.1. Cereales y otros cultivos: factores de emisión por defectos aplicados para emisiones no CO<sub>2</sub> por quema de biomasa en Tierras de cultivo

Parámetro/Factor de emisión	Valor	Unidad
Factor de emisión de CH <sub>4</sub>	2,7	g CH <sub>4</sub> (kg ms biomasa) <sup>-1</sup>
Factor de emisión de CO	92	g CO (kg ms biomasa) <sup>-1</sup>
Factor de emisión de N <sub>2</sub> O	0,07	g N <sub>2</sub> O (kg ms biomasa) <sup>-1</sup>
Factor de combustión	0,9	Sin unidad

Fuente: Cuadro 2.5; Capítulo 2; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

#### 5.7.5.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, ha sido estimada para CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O de forma separada y por cada componente. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 257.

Tabla 257. 3.F.1. Cereales y otros cultivos: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
3.F.1.	Cereales y otros cultivos	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	50,0%	30,0%	66,5%	53,1%
3.F.1.	Cereales y otros cultivos	N <sub>2</sub> O	43,9%	43,9%	50,0%	30,0%	66,5%	53,1%

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

#### 5.7.5.5. Consistencia de la serie temporal

Dado que se realizaron mejoras al incorporar datos de actividad de quema de biomasa de cultivos para 2008-20016 (entregados por CONAF) y para mantener la consistencia en la serie temporal, es que, se realizó una estimación porcentual de la quema de residuos para la serie 1990-2007. La estimación porcentual obtenida, tiene directa relación con la superficie del tipo de cultivo, su rendimiento, sumado al juicio experto y los datos de actividad entregados por CONAF. Con todo lo anterior es que se pudo completar la serie temporal, sumado a que se realizó una interpolación lineal sobre los porcentajes obtenidos y con ello poder obtener la cantidad de quema de residuos para toda la serie.

#### 5.7.5.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

##### 5.7.5.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de Agricultura se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de Agricultura. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_3AGRI*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

##### **Gestión de los datos de actividad estadísticos:**

- Los datos de actividad estadísticos fueron ingresados a las planillas de forma automática, directamente desde su fuente de origen, evitando errores asociados a la transcripción manual.
- Los totales nacionales de los datos de actividad fueron confeccionados por la suma de los totales regionales, realizando un chequeo cruzado para comprobar que no exista diferencia entre ellos.

##### **Gestión de factores de emisión, factores de conversión y constantes:**

- Todos los principales datos paramétricos se encuentran compilados en una sola planilla denominada “Hoja Madre”, que está vinculada a las hojas de trabajo. Esto permite que esté centralizada la información para una rápida revisión y actualización cuando corresponda.

**Gestión de las hojas de trabajo:**

- Todas las hojas de trabajo están vinculadas automáticamente a las hojas de datos de actividad y factores de emisión.
- En las hojas de trabajo los valores de nivel país fueron generados tanto por la suma de los valores regionales, como por el ingreso directo a las planillas de los valores nacionales, no debiendo existir diferencia alguna entre ambas derivaciones. De esta forma, en cada planilla de trabajo se cuenta con tres cuadros de datos país: país por suma de regiones, país por datos nacionales directamente ingresados y país por la diferencia entre los dos cuadros anteriores, que debe dar cero (sin diferencia alguna entre los primeros dos cuadros).

**Revisión interna:**

- Para asegurar que los datos fueran reales, completos y consistentes, se efectuó una verificación cruzada de la información con otras fuentes y con datos utilizados en actualizaciones de años anteriores.
- Se realizó una revisión de las planillas de cálculo y hojas de trabajo por parte de revisores internos del proceso de actualización en cada institución que forma parte del Equipo Técnico de Agricultura.

**5.7.5.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *Agricultura*, el Equipo Técnico de Agricultura ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de AFOLU como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_3AGRI*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

**5.7.5.6.3. Verificación**

Por el momento no se cuenta con datos de otras fuentes (nacionales o internacionales) con los cuales se pueda comparar los resultados.

**5.7.5.7. Recálculos**

**5.7.5.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras**

Para esta subcategoría se realizaron mejoras a metodológicas y datos de actividad al incorporar datos de actividad de quema de biomasa de cultivos de cereales no-maíz y no-arroz para los años 2008-2016. Estos datos provienen de CONAF, donde enlistan las hectáreas por cultivo y año para las cuales se obtuvieron permisos de quema. Se confía en que los datos entregados describen con una gran certeza la mayoría de la quema que se efectúa. Se modificó también la estimación de quema en 2007, lo cual aumentó toda la serie de estimación lineal de quema de biomasa de estos cereales desde 1990. Entendiendo que las condiciones climáticas y regulaciones influyen el uso de la quema agrícola de año a año, los datos de esta práctica provistos por CONAF mostraron consistencia adecuada para su uso directo como datos de actividad.

**5.7.5.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión**

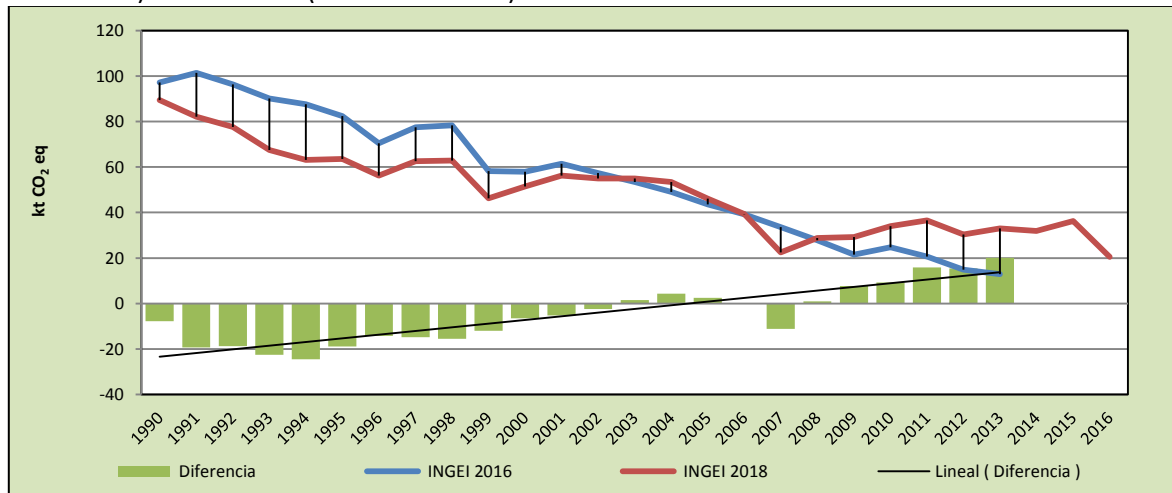
En la Tabla 258 y Figura 127 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de esta subcategoría respecto del inventario anterior (INGEI2016). La diferencia se debe principalmente al ajuste de los datos de actividad. Esto generó una disminución de las emisiones de GEI de la subcategoría en un promedio de 4,8 kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1990-2013.

Tabla 258. 3.F.1. Cereales: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	97,2	58,0	24,8	12,9			
INGEI2018	89,4	51,4	34,1	33,0	31,9	36,2	20,5
Diferencia	-7,8	-6,6	9,3	20,1			
Diferencia %	-8,7%	-12,7%	27,2%	61,0%			

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

Figura 127. 3.F.1. Cereales: comparación entre emisiones de CH<sub>4</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

**5.7.5.8. Plan de mejoramiento**

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de Agricultura y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector es la siguiente:

Respecto al nitrógeno incorporado al suelo a través de los residuos de cultivo, se requiere evaluar y mejorar los juicios de experto empleados. Esto permitiría estimar de manera más precisa el volumen de nitrógeno incorporado al suelo por parte de las actividades agrícolas. También se puede asesorar la confiabilidad y tasas de materia oxidada en cultivos no-cereales – raps y lupino – cuyas quemas son registradas por CONAF, para poder aplicar estos datos de actividad. Los destinos de residuos enfardo y consumo animal en campo, se deberían mejorar por aplicar datos de poblaciones animal y su consumo esperado, considerando también juicios expertos regionales.

## 5.7.6. Frutícolas (3.F.2.)

### 5.7.6.1. Descripción de la subcategoría

Esta categoría incluye las emisiones de N<sub>2</sub>O y CH<sub>4</sub> generadas por la quema de residuos agrícolas en huertos frutales.

En el contexto nacional, se incluyen al INGEI de Chile diversas especies animales agrupadas en los siguientes componentes:

- Frutales mayores caducifolios;
- Frutales mayores perennifolios;
- Frutales menores;
- Viñas y parronales

### 5.7.6.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 14,4 kt CO<sub>2</sub> eq (representando el 41,3 % de las emisiones de GEI de la categoría), disminuyendo en un 75,8 % desde 1990, pero incrementándose en un 3,2 % desde 2013. El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la prohibición y control existente sobre la quema de residuos de quema, lo que ha generado cambios en la disposición final de estos residuos.

### 5.7.6.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de esta subcategoría se aplicó un método Nivel 1 para todas sus componentes, mediante datos de actividad desagregados por regiones administrativas y factores de emisión por defecto. En la Tabla se observa un resumen de los métodos aplicados por categoría y por tipo de GEI.

Tabla 259. 3.F.2. Frutícolas: métodos aplicados por tipo de cultivo

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
		Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.F.2.	Frutícolas			T1	D	T1	D

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Para determinar las emisiones de GEI se aplicó una metodología país específica, pues se desarrolló una desagregación a nivel regional y una desagregación por componente operacional, que consistió en la utilización de criterio experto país específico para determinar la fracción de los residuos de los principales tipos de cultivos) que se destinan a la quema en el campo.

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de Agricultura con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*.



Ecuación 57. 3.F.2. Frutícolas: Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero a causa del fuego.

$$L_{quemada} = A \times M_B \times C_f \times G_{ef} \times 10^{-3}$$

Fuente: Ecuación 2.27; Capítulo 2; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

- $L_{quemada}$  = Cantidad de gases de efecto invernadero provocada por el fuego, t de GEI
- $A$  = Superficie quemada, ha
- $M_B$  = Masa de combustible disponible para la combustión, t ha<sup>-1</sup>
- $C_f$  = Factor de combustión, sin dimensión
- $G_{ef}$  = Factor de emisión, g kg<sup>-1</sup> de materia seca quemada.

#### 5.7.6.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Los datos paramétricos necesarios fueron una combinación de valores por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006*, valores nacionales de CONAF y juicio de expertos. Se aplicaron los mismos datos estadísticos ocupados en la categoría de Cereales.

Los datos de actividad estadísticos empleados para obtener la asignación de residuos agrícolas según destino final son datos de superficie cultivada por rendimiento y factor de residuos por cultivo.

Para el cálculo de la generación de residuos de cultivos se emplearon las siguientes ecuaciones:

Ecuación 58. 3.F.2. Frutícolas: residuos generados anualmente

$$Res = Prod \times Fact(Res)$$

Donde:

- $Res$  = Residuos de cultivo generados anualmente (t ms año<sup>-1</sup>),
- $Prod$  = Producción anual del cultivo (t ms año<sup>-1</sup>),
- $Fact(Res)$  = Factor Residuos (fracción ms).

Ecuación 59. 3.F.2. Frutícolas: producción anual.

$$Prod = Rend \times Sup$$

Donde:

- $Prod$  = Producción anual (t ms año<sup>-1</sup>),
- $Rend$  = Rendimiento del cultivo (t ms ha año<sup>-1</sup>),
- $Sup$  = Superficie anual cultivada (ha año<sup>-1</sup>).

Ecuación 60. 3.F.2. Frutícolas: factor residuos

$$Fact(Res) = ((1 - IC) \div IC) \times Frac(MS)$$

Donde:

- $Fact(Res)$  = Factor Residuos (fracción ms),

- IC = Índice de Cosecha,
- Frac(MS) = Fracción de materia seca de los residuos.

A continuación, se presentan los criterios elaborados por juicio de expertos para determinar la distribución de los residuos agrícolas según destino final, por cultivo o rubro.

Tabla 260. 3.F.2. Frutícolas: asignación de los destinos finales de los residuos vegetales.

Cultivo	Leña		Quema en campo		Incorporación al suelo	
	Restos de poda	Biomasa por renovación del huerto	Restos de poda	Biomasa por renovación del huerto	Restos de poda	Biomasa por renovación del huerto
<b>Frutales Mayores Caducifolios</b>						
Almendro	25%	30%	10%	5%	65%	65%
Cerezo	10%	15%	3%	5%	87%	80%
Ciruelo europeo	35%	40%	10%	5%	55%	55%
Ciruelo japonés	35%	40%	20%	15%	45%	45%
Duraznero consumo fresco	25%	30%	10%	5%	65%	65%
Duraznero tipo conservero	25%	30%	15%	5%	60%	65%
Kiwi	10%	15%	10%	5%	80%	80%
Manzano rojo	40%	45%	10%	5%	50%	50%
Manzano verde	50%	55%	10%	5%	40%	40%
Nectarino	25%	30%	10%	5%	65%	65%
Nogal	60%	65%	10%	5%	30%	30%
Peral	40%	45%	10%	5%	50%	50%
<b>Frutales Mayores Perennifolios</b>						
Limonero	10%	15%	10%	5%	80%	80%
Naranja	10%	15%	10%	5%	80%	80%
Olivo	10%	15%	10%	5%	80%	80%
Palto	10%	15%	10%	5%	80%	80%
<b>Frutales Menores</b>						
Arándano americano	0%	0%	10%	10%	90%	90%
Avellano	10%	10%	10%	10%	80%	80%
Frambuesa	0%	0%	10%	10%	90%	90%
<b>Viñas y Parronales</b>						
Vid de mesa	0%	5%	10%	5%	90%	90%
Vid pisquera	20%	25%	20%	15%	60%	60%
Vid vinífera	20%	25%	10%	5%	70%	70%

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en juicio de expertos

#### 5.7.6.3.2. Factores de emisión

Los factores de emisión de GEI corresponden a valores por defecto de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006* (Tabla 261).

Tabla 261. 3.F.2. Frutícolas: factores de emisión por defectos aplicados para emisiones no CO<sub>2</sub> por quema de biomasa en Tierras de cultivo

Parámetro/Factor de emisión	Valor	Unidad
Factor de emisión de CH <sub>4</sub>	2,7	g CH <sub>4</sub> (kg ms biomasa) <sup>-1</sup>
Factor de emisión de CO	92	g CO (kg ms biomasa) <sup>-1</sup>
Factor de emisión de N <sub>2</sub> O	0,07	g N <sub>2</sub> O (kg ms biomasa) <sup>-1</sup>

Parámetro/Factor de emisión	Valor	Unidad
Factor de combustión	0,9	Sin unidad

Fuente: Cuadro 2.5; Capítulo 2; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

#### 5.7.6.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2016, ha sido estimada para el CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O de cada componente. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 262.

Tabla 262. 3.F.2. Huertos frutales: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
3.F.2.	Huertos frutales	CH <sub>4</sub>	43,9%	43,9%	50,0%	30,0%	66,5%	53,1%
3.F.2.	Huertos frutales	N <sub>2</sub> O	43,9%	43,9%	50,0%	30,0%	66,5%	53,1%

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

#### 5.7.6.5. Consistencia de la serie temporal

Dado que se realizaron mejoras al incorporar datos de actividad de quema de biomasa de cultivos para 2008-20016 (entregados por CONAF) y para mantener la consistencia en la serie temporal, es que, se realizó una estimación porcentual de la quema de residuos para 1990-2007. La estimación porcentual obtenida, tiene directa relación con la superficie del tipo de cultivo, su rendimiento y sumado al juicio experto y los datos de actividad entregados por CONAF. Con todo lo anterior es que se pudo completar la serie temporal, sumado a que se realizó una interpolación lineal sobre los porcentajes obtenidos y con ello poder obtener la cantidad de quema de residuos para toda la serie.

#### 5.7.6.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

##### 5.7.6.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de Agricultura se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de Agricultura. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_3AGRI*. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

##### **Gestión de los datos de actividad estadísticos:**

- Los datos de actividad estadísticos fueron ingresados a las planillas de forma automática, directamente desde su fuente de origen, evitando errores asociados a la transcripción manual.

- Los totales nacionales de los datos de actividad fueron confeccionados por la suma de los totales regionales, realizando un chequeo cruzado para comprobar que no exista diferencia entre ellos.

**Gestión de factores de emisión, factores de conversión y constantes:**

- Todos los principales datos paramétricos se encuentran compilados en una sola planilla denominada “Hoja Madre”, que está vinculada a las hojas de trabajo. Esto permite que esté centralizada la información para una rápida revisión y actualización cuando corresponda.

**Gestión de las hojas de trabajo:**

- Todas las hojas de trabajo están vinculadas automáticamente a las hojas de datos de actividad y factores de emisión.
- En las hojas de trabajo los valores de nivel país fueron generados tanto por la suma de los valores regionales, como por el ingreso directo a las planillas de los valores nacionales, no debiendo existir diferencia alguna entre ambas derivaciones. De esta forma, en cada planilla de trabajo se cuenta con tres cuadros de datos país: país por suma de regiones, país por datos nacionales directamente ingresados y país por la diferencia entre los dos cuadros anteriores, que debe dar cero (sin diferencia alguna entre los primeros dos cuadros).

**Revisión interna:**

- Para asegurar que los datos fueran reales, completos y consistentes, se efectuó una verificación cruzada de la información con otras fuentes y con datos utilizados en actualizaciones de años anteriores.
- Se realizó una revisión de las planillas de cálculo y hojas de trabajo por parte de revisores internos del proceso de actualización en cada institución que forma parte del Equipo Técnico de Agricultura.

**5.7.6.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *Agricultura*, el Equipo Técnico de Agricultura ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de AFOLU como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_3AGRI*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

**5.7.6.6.3. Verificación**

Por el momento no se cuenta con datos de otras fuentes (nacionales o internacionales) con los cuales se pueda comparar los resultados.

**5.7.6.7. Recálculos**

**5.7.6.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras**

Para esta subcategoría se realizaron mejoras a metodológicas y datos de actividad al incorporar datos de actividad de quema de biomasa de cultivos de huertos frutales para los años 2008-2016. Estos datos provienen de CONAF, donde enlistan las hectáreas por cultivo y año para las cuales se obtuvieron permisos de quema. Se confía en que los datos entregados describen con una gran

certeza la mayoría de la quema que se efectúa. Se modificó también la estimación de quema en 2007, lo cual aumentó toda la serie de estimación lineal de quema de biomasa de estos cereales desde 1990. Entendiendo que las condiciones climáticas y regulaciones influyen el uso de la quema agrícola de año a año, los datos de esta práctica provistos por CONAF mostraron consistencia adecuada para su uso directo como datos de actividad.

**5.7.6.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión**

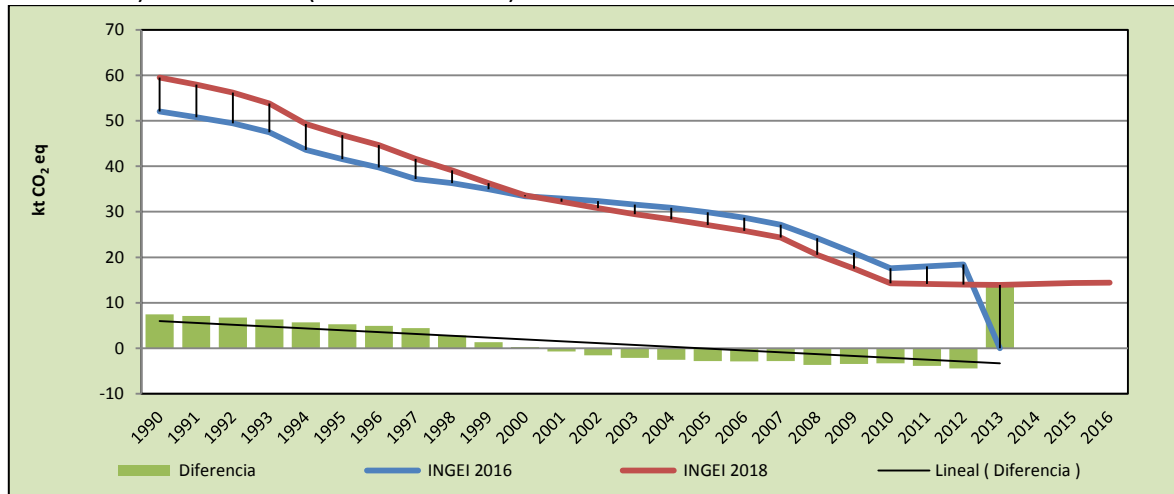
En la Tabla 263 y Figura 128 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de esta subcategoría respecto del inventario anterior (INGEI2016). La diferencia se debe principalmente al ajuste de los datos de actividad. Esto generó un incremento de las emisiones de GEI de la subcategoría en un promedio de 1,3 kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1990-2013. Un punto importante a destacar es que, según el juicio experto utilizado en el anterior inventario, las quemas de residuos agrícolas llegarían a cero en el año 2013, pero gracias a los datos proporcionados por CONAF, que cuenta con información cuantitativa, se identificó que este hecho no ocurrió, aunque si se aprecia una baja sustancia en la práctica de la quema de los residuos.

Tabla 263. 3.F.2. Frutícolas: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	52,0	33,4	17,6	0,0			
INGEI2018	59,5	33,6	14,3	13,9	14,1	14,4	14,4
Diferencia	7,4	0,3	-3,3	13,9			
Diferencia %	12,5%	0,7%	-23,4%	100,0%			

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

Figura 128. 3.F.2. Frutícolas: comparación entre emisiones de CH<sub>4</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

**5.7.6.8. Plan de mejoramiento**

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de Agricultura y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las mismas que corresponde al componente de Cereales de esta subcategoría.

## 5.8. Encalado (3.G.)

### 5.8.1. Descripción de la categoría

La categoría *Encalado* corresponde a las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el uso de calcita y dolomita en los suelos agrícolas, así como en suelos de bosques gestionados o lagos, ya que las cales al disolverse liberan bicarbonato (2HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), que se convierte en CO<sub>2</sub> y agua (H<sub>2</sub>O). La utilización de calcita y dolomita por parte del sector agrícola en Chile, se debe a la declinación en la fertilidad de los cultivos y la acidificación de los suelos debido a la práctica intensiva, extractiva y utilización masiva de fertilizantes acidificantes. Gracias al uso de la calcita y la dolomita se logra mejorar el PH de los suelos y con ello la productividad perdida.

Con respecto a los datos de actividad la mayoría de los datos corresponde a información proporcionada por el sector privado sobre estimaciones de producción y venta, sumado a los datos de importación proporcionados por ADUANAS, pudiendo con ello generarse una estimación sobre la cantidad de calcita y dolomita utilizados para fines agrícolas.

### 5.8.2. Tendencia de las emisiones de GEI

La categoría *Encalado* es la sexta categoría emisora de GEI del sector Agricultura, representando el 0,7 % de las emisiones de GEI del sector. En 2016, sus emisiones de GEI contabilizaron 88,4 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 187,0 % desde 1990 y disminuyendo en un 18,9 % desde 2013. El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la variabilidad de la importación de calcita y dolomita en los últimos años. De hecho, en los últimos años ha existido una reducción en las importaciones de dolomita y en menor grado de calcita, se puede explicar, a que se presume que los suelos que han estado bajo un proceso de encalado, han llegado a cierta estabilidad, generando con ello una disminución en la aplicación de cal y por consiguiente su importación.

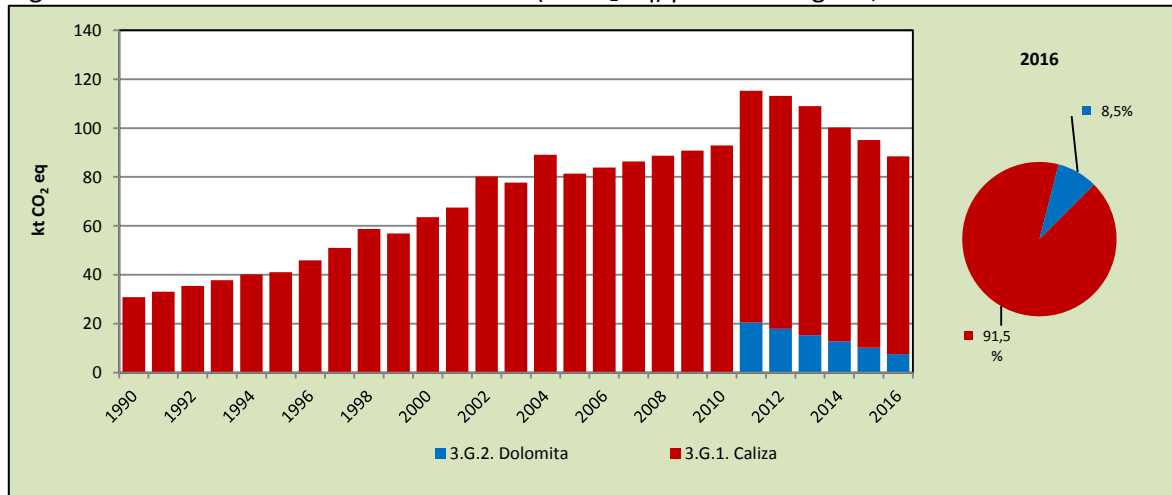
Respecto a las subcategorías, *Caliza* es la de mayor relevancia con un 91,5 %, seguida de un 8,5 % de *Dolomita*.

Tabla 264. 3.G. Encalado: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
3.G.1. Caliza	30,8	63,6	92,9	93,6	87,5	85,0	80,9
3.G.2. Dolomita				15,3	12,7	10,1	7,5
<b>Total</b>	<b>30,8</b>	<b>63,6</b>	<b>92,9</b>	<b>108,9</b>	<b>100,2</b>	<b>95,1</b>	<b>88,4</b>

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Figura 129. 3.G. Encalado: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

### 5.8.3. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de esta subcategoría se aplicó un método Nivel 1 para todas sus subcategorías, mediante datos de actividad desagregados por regiones administrativas y factores de emisión por defecto. En la Tabla se observa un resumen de los métodos aplicados por categoría y por tipo de GEI.

Tabla 265. 3.G. Encalado: métodos aplicados por subcategoría

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.G.1. Caliza	T1	D				
3.G.2. Dolomita	T1	D				

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de Agricultura con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

#### 5.8.3.1. Datos de actividad de la categoría

Durante este proceso de actualización no se encontraron estadísticas oficiales del consumo de cal o dolomita. Para la estimación se empleó como información base aquella obtenida y empleada en el inventario anterior (que fue obtenida vía comunicación personal con diferentes organismos y entidades que tenían información sobre la cantidad de uso de cal), sumado a la información que se obtuvo de las principales empresas que producen y comercializan cal para fines agrícolas en el país, e información proporcionada por ODEPA por parte de ADUANA, respecto de los insumos importados para uso agrícola en Chile. La información proporcionada por ODEPA permite diferenciar en este ejercicio de inventario, la calcita (CaCO<sub>3</sub>) y dolomita (CaMg (CO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) aplicada a los suelos, separadamente a partir del año 2011 (Tabla 266).

Tabla 266. 3.G. Encalado: consumo nacional anual de caliza (t) y dolomita (t) aplicado a los suelos agrícolas, serie 1990-2016

Año	Valor (t)
1990	70.000,0
1991	75.300,0
1992	80.600,0
1993	85.900,0
1994	91.200,0
1995	93.300,0
1996	104.200,0
1997	115.800,0
1998	133.400,0
1999	129.300,0
2000	144.600,0
2001	153.500,0
2002	182.300,0
2003	176.500,0
2004	202.500,0
2005	134.000,0
2006	134.000,0
2007	134.000,0
2008	134.000,0
2009	134.000,0
2010	134.000,0
2011	244.540,0
2012	254.231,6
2013	244.923,2
2014	225.614,8
2015	214.306,4
2016	199.598,0

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

La desagregación regional del consumo de cal se basó en el juicio de expertos aplicado para elaborar el inventario anterior, y que fueron implementados y corroborados al momento de elaborar el actual INGEI (Tabla 267).

Tabla 267. 3.G. Encalado: Distribución regional del consumo caliza y dolomita, según juicio experto

Consumo (%)	Caliza	Dolomita
Región de Biobío	10%	10%
Región de la Araucanía	30%	30%
Región de Los Ríos	29%	29%
Región de Los Lagos	31%	31%
Otras regiones	0%	0%

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI en base a juicio experto.

### 5.8.3.2. Factores de emisión

Para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes del *Encalado*, se utilizó el factor de emisión por defecto, proveniente de las *Directrices del IPCC de 2006*.



Tabla 268. 3.G. Encalado: Factores de emisión por defecto para caliza y dolomita

Factor de emisión	Caliza (t C (t caliza)) <sup>-1</sup>	Dolomita (t de C (t dolomita)) <sup>-1</sup>
		0,12

Fuente: Capítulo 11; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

#### 5.8.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2016, ha sido estimada para el CO<sub>2</sub>. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 269.

Tabla 269. 3.G. Encalado: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
3.G.	Encalado	CO <sub>2</sub>	71,1%	71,1%	50,0%	50,0%	86,9%	86,9%

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

#### 5.8.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Cuando se realizaron cambios de actividad paramétrica o de factor de emisión, los recálculos realizados cubrieron la serie temporal completa. Para el caso de la dolomita se obtuvo información de la importación de este producto, solo para dos años (2011 y 2016), por lo cual para cubrir los años que se encuentra entre estos dos datos, se realizó una interpolación. Para los demás años de la serie (1990 al 2010), por decisión del Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI se optó por no realizar una extrapolación de los datos, ya que no se cuenta con información sobre la cantidad de importación o producción nacional de la dolomita para el uso agrícola. Y solo se usó la mejor información disponible.

#### 5.8.6. Procedimientos de garantía y control de la calidad y verificación

##### 5.8.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de Agricultura se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de Agricultura. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_3AGRI*.

##### **Gestión de los datos de actividad estadísticos:**

- Los datos de actividad estadísticos fueron ingresados a las planillas de forma automática, directamente desde su fuente de origen, evitando errores asociados a la transcripción manual.

- Los totales nacionales de los datos de actividad fueron confeccionados por la suma de los totales regionales, realizando un chequeo cruzado para comprobar que no exista diferencia entre ellos.

**Gestión de factores de emisión, factores de conversión y constantes:**

- Todos los principales datos paramétricos se encuentran compilados en una sola planilla denominada “Hoja Madre”, que está vinculada a las hojas de trabajo. Esto permite que esté centralizada la información para una rápida revisión y actualización cuando corresponda.

**Gestión de las hojas de trabajo:**

- Todas las hojas de trabajo están vinculadas automáticamente a las hojas de datos de actividad y factores de emisión.
- En las hojas de trabajo los valores de nivel país fueron generados tanto por la suma de los valores regionales, como por el ingreso directo a las planillas de los valores nacionales, no debiendo existir diferencia alguna entre ambas derivaciones. De esta forma, en cada planilla de trabajo se cuenta con tres cuadros de datos país: país por suma de regiones, país por datos nacionales directamente ingresados y país por la diferencia entre los dos cuadros anteriores, que debe dar cero (sin diferencia alguna entre los primeros dos cuadros).

**Revisión interna:**

- Para asegurar que los datos fueran reales, completos y consistentes, se efectuó una verificación cruzada de la información con otras fuentes y con datos utilizados en actualizaciones de años anteriores.
- Se realizó una revisión de las planillas de cálculo y hojas de trabajo por parte de revisores internos del proceso de actualización en cada institución que forma parte del Equipo Técnico de Agricultura.

**5.8.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *Agricultura*, el Equipo Técnico de Agricultura ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de Agricultura como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_3AGRI*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

**5.8.6.3. Verificación**

No se realizaron procedimientos de verificación.

### 5.8.7. Recálculos

#### 5.8.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras

En el anterior inventario se contaba con escasa información estadística sobre la cantidad de cal aplicada en los suelos agrícolas. Por lo que para este inventario se logró mejorar la estadística existente con la información que proporcionó tanto el sector público como el sector privado. Dentro de la información proporcionada por el sector público, se pudo identificar el uso de calcita como de dolomita, generando una mejora importante en comparación con el anterior inventario en donde no se contaba con información de dolomita.

#### 5.8.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión

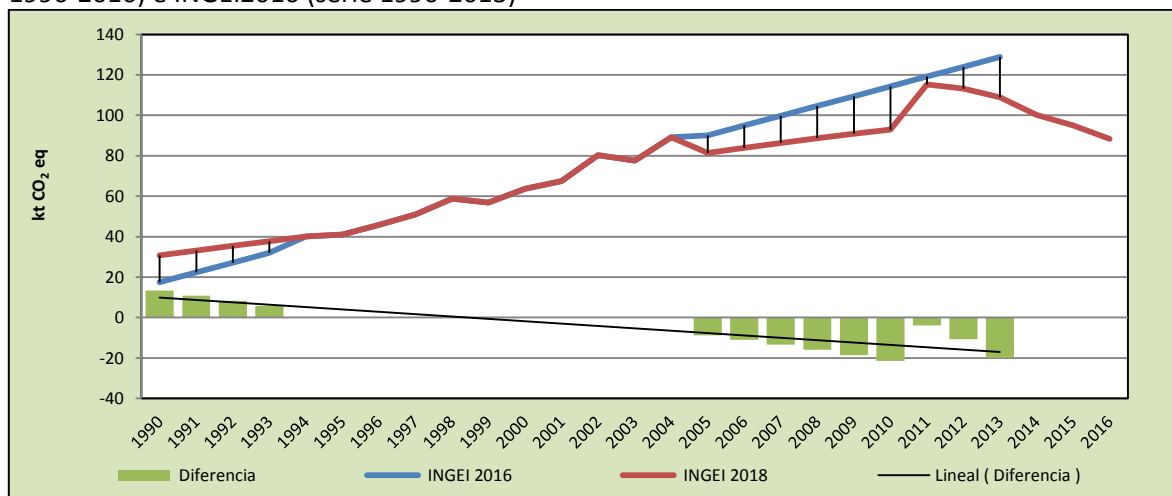
Debido a la mejora en los datos de actividad (consumo nacional de calcita y dolomita) recopilados para este inventario, se obtuvo como resultado en un leve descenso de las emisiones en comparación al inventario anterior. Debido a que al realizar la mejora y refinamiento de los datos de actividad se obtuvo como resultado valores menores a los del anterior inventario.

Tabla 270. 3.G. Encalado: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	17,5	63,6	114,3	128,8			
INGEI2018	30,8	63,6	92,9	108,9	100,2	95,1	88,4
<b>Diferencia</b>	<b>13,3</b>	<b>0,0</b>	<b>-21,4</b>	<b>-19,9</b>			
<b>Diferencia %</b>	<b>43,2%</b>	<b>0,0%</b>	<b>-23,1%</b>	<b>-18,3%</b>			

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

Figura 130. 3.G. Encalado: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

### 5.8.8. Plan de mejoramiento

Pese a que el encalado no es una categoría principal, se reconoce la necesidad de contar con mejor información del consumo de cal para su aplicación en suelos agrícolas, idealmente

recopilada por una entidad oficial del gobierno y con datos regionales. En efecto, solo se cuenta con estimaciones de las empresas comercializadoras respecto al volumen de cal agrícola producida, sin información fidedigna respecto del volumen efectivamente aplicado a los suelos. Frente a esta falta de información, se hace evidente la necesidad de que las entidades pertinentes, siendo ODEPA una de ellas, comiencen a generar datos estadísticos respecto al consumo real de la cal agrícola en Chile, idealmente desagregados por región y tipo de cultivos.

## 5.9. Aplicación de urea (3.H.)

### 5.9.1. Descripción de la categoría

La categoría “*Aplicación de urea*” tiene relación con la generación de emisiones de CO<sub>2</sub> producto de la aplicación de urea a los suelos cultivados. El agregado de urea a los suelos durante la fertilización conduce a una pérdida de CO<sub>2</sub> que se fija en el proceso de producción industrial. La urea (CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>) se convierte en amonio (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>), ión hidroxilo (OH<sup>-</sup>), y bicarbonato (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) en presencia de agua y de enzimas de ureasa. De manera similar a la reacción del suelo cuando se le agrega cal, el bicarbonato que se forma se convierte en CO<sub>2</sub> y agua.

Como resultado del cálculo de las emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por el uso de urea en los suelos agrícolas. En el contexto nacional, la urea es uno de los principales fertilizantes usados en el sector agrícola con una fuerte alza de su demanda en el tiempo.

### 5.9.2. Tendencia de las emisiones de GEI

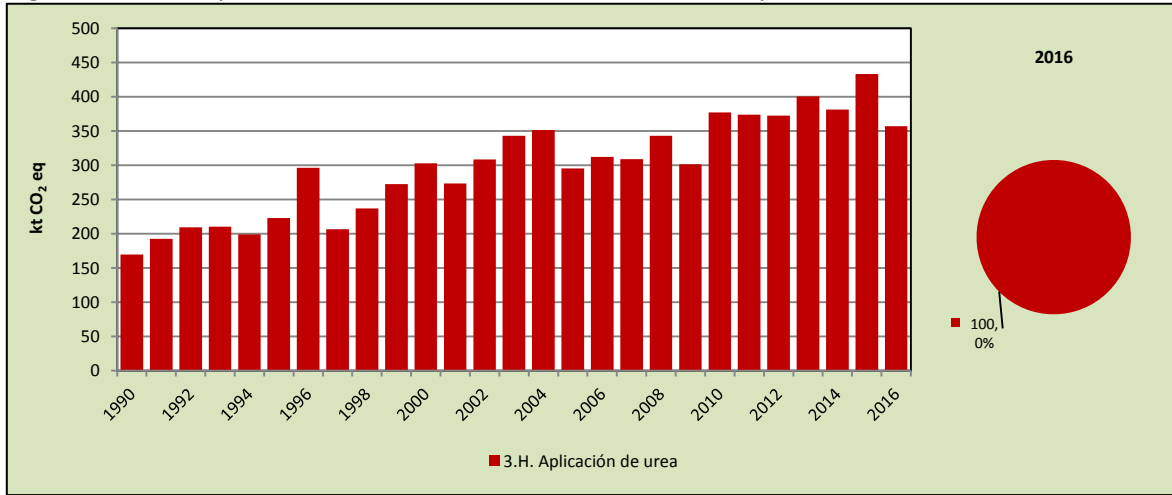
La categoría *Aplicación de urea* es la cuarta categoría emisora de GEI del sector *Agricultura*, representando el 3,0 % de las emisiones de GEI del sector. En 2016, sus emisiones de GEI contabilizaron 357,0 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 110,4 % desde 1990, pero disminuyendo en un 10,8 % desde 2013. El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es la variación en las importaciones y que tienen relación directa con el aumento del uso y de la variación del precio internacional.

Tabla 271. 3.H. Aplicación de urea: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016

Categoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Aplicación de urea	169,7	302,9	377,2	400,4	381,5	433,0	357,0
<b>Total</b>	<b>169,7</b>	<b>302,9</b>	<b>377,2</b>	<b>400,4</b>	<b>381,5</b>	<b>433,0</b>	<b>357,0</b>

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Figura 131. 3.H. Aplicación de urea: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

### 5.9.3. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de esta subcategoría se aplicó un método Nivel 1 mediante datos de actividad desagregados por regiones administrativas y factores de emisión por defecto. En la Tabla 272 se observa un resumen de los métodos aplicados en la categoría por tipo de GEI.

Tabla 272. 3.H. Aplicación de urea: métodos aplicados por componente

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
3.H. Aplicación de Urea	T1	D				

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

El cálculo de las emisiones para esta categoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de Agricultura con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*. Para el cálculo se utilizó la siguiente ecuación:

Ecuación 61. 3.H. Emisiones anuales de CO<sub>2</sub> por aplicación de urea

$$CO_2 - C_{Emision} = M \times EF$$

Fuente: Ecuación 11.13; Capítulo 11; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- CO<sub>2</sub> - C<sub>Emision</sub> = Emisiones anuales de C por aplicación de urea, t C año<sup>-1</sup>
- M = Cantidad anual de fertilización con urea, t urea año<sup>-1</sup>
- EF = Factor de emisión, t de C (t de urea)<sup>-1</sup>

Luego es necesario multiplicar por 44/12 para convertir las emisiones de CO<sub>2</sub> - C<sub>Emision</sub> en CO<sub>2</sub>.

### 5.9.3.1. Datos de actividad de la categoría

Tal como lo indica las *Directrices del IPCC de 2006* para el cálculo de las emisiones de GEI de esta categoría debe contar, recopilar y obtener la mejor información disponible, es por ello que la información recopilada para esta categoría fueron las toneladas de urea que se aplican anualmente a las tierras de cultivo en el país. Para ello se consultó la estadística nacional, donde ODEPA es la principal fuente de información. La fuente provee datos de consumo aparente de urea a nivel nacional, es decir, la diferencia entre las importaciones y exportaciones de urea. Ya que no existe producción nacional de urea. ODEPA mantiene una base de datos de fertilizantes nitrogenados y urea, que es recopilada con información entregada por el Servicio Nacional de Aduana (ADUANA) que aporta información sobre las importaciones y exportaciones de estos insumos. Los datos sobre importaciones y exportaciones (serie temporal 1990-2016) de urea en el país se encuentran disponibles en la siguiente página web de ODEPA (<http://www.odepa.gob.cl/avance-por-grupos-de-productos>). Para poder realizar la desagregación de la información obtenida de consumo aparente de urea a nivel regional, se utilizó la información de la superficie cultivada a nivel regional de acuerdo con del *Censo Agropecuario y Forestal 2007*. La desagregación de datos de urea se realizó de acuerdo con la distribución porcentual de la superficie cultivada. De esta forma, los consumos regionales fueron estimados en función del peso relativo de la superficie cultivada regional sobre el total nacional.

La categoría *Aplicación de urea* no requiere de datos de actividad paramétricos adicionales. Solo los correspondientes a la distribución regional que se realizó con los datos del *Censo Agropecuario 2007*

Tabla 273. 3.H. Aplicación de urea: Aporte regional de la superficie cultivada a la actividad agrícola nacional según el Censo Agropecuario y Forestal 2007.

Región	Superficie cultivada (ha)	Contribución regional a la actividad agrícola
Arica y Parinacota	6.621	0,4%
Tarapacá	2.634	0,2%
Antofagasta	1.729	0,1%
Atacama	18.913	1,1%
Coquimbo	144.951	8,5%
Valparaíso	92.216	5,4%
Metropolitana	139.740	8,2%
O'Higgins	222.130	13,0%
Maule	267.742	15,6%
Biobío	260.759	15,2%
Araucanía	322.489	18,8%
Los Ríos	100.762	5,9%
Los Lagos	107.572	6,3%
Aysén	17.524	1,0%
Magallanes	6.751	0,4%
<b>Total</b>	<b>1.712.531</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Tabla 274. 3.H. Aplicación de urea: Consumo nacional de urea (t) de acuerdo a ODEPA para la serie temporal 1990-2016.

Año	Consumo Nacional (t)
1990	237.191,8
1991	268.821,9
1992	292.351,0
1993	293.488,5
1994	277.916,3
1995	311.046,5
1996	413.123,2
1997	288.123,1
1998	329.384,6
1999	379.749,5
2000	416.076,7
2001	381.386,3
2002	427.053,7
2003	480.025,0
2004	493.626,6
2005	417.353,4
2006	431.371,2
2007	457.909,0
2008	492.901,9
2009	411.912,8
2010	517.836,3
2011	510.113,7
2012	510.361,8
2013	552.165,6
2014	528.370,7
2015	616.912,5
2016	538.934,2

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

### 5.9.3.2. Factores de emisión

Para calcular las emisiones de CO<sub>2</sub> provenientes de la aplicación de urea a las tierras de cultivo, se utilizó el factor de emisión por defecto (nivel 1) que provee las *Directrices del IPCC de 2006*, el cual corresponde a 0,20 para emisiones de carbono por aplicaciones de urea (Volumen 4, Capítulo 11, pág. 11.36).

### 5.9.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta categoría, para el 2016, ha sido estimada para el CO<sub>2</sub>. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 275.

Tabla 275. 3.H. Aplicación de urea: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
3.H.	Aplicación de urea	CO <sub>2</sub>	43,9%	43,9%	50,0%	50,0%	66,5%	66,5%

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

#### **5.9.5. Consistencia de la serie temporal**

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Cuando se realizaron cambios de actividad paramétrica o de factor de emisión, los recálculos realizados cubrieron la serie temporal completa.

#### **5.9.6. Procedimientos de garantía y control de la calidad y verificación**

##### **5.9.6.1. Control de la calidad**

Durante la actualización del ISGEI de Agricultura se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de Agricultura. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_3AGRI*.

##### **5.9.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector Agricultura, el Equipo Técnico de Agricultura ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de Agricultura como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_3AGRI*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

#### **5.9.7. Verificación**

Por el momento no se cuenta con datos de otras fuentes (nacionales o internacionales) con los cuales se pueda comparar los resultados.

#### **5.9.8. Recálculos**

##### **5.9.8.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras**

Se realizó el recálculo de la serie completa 1990-2016 dado que para los años 2007 al 2016, ODEPA realizó un refinamiento en los datos sobre el consumo total de urea a nivel nacional, generando una mejora con respecto a los datos con los que se contó en el inventario anterior.

##### **5.9.8.2. Implicaciones para los niveles de emisión**

En la Tabla 276 y Figura 132 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de esta subcategoría respecto del inventario anterior (INGEI2016). La mínima diferencia existente se debe principalmente al ajuste de los datos de actividad realizados por ODEPA. Esto generó una



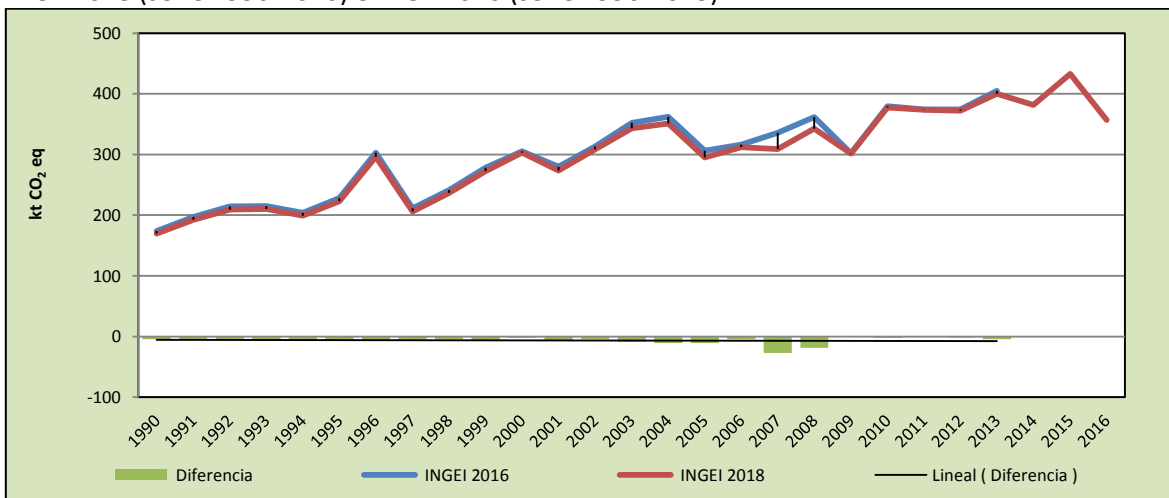
disminución de las emisiones de GEI de la categoría en un promedio de 6,5 kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1990-2013.

Tabla 276. 3.H. Aplicación de urea: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	173,9	305,1	379,7	404,9			
INGE 2018	169,7	302,9	377,2	400,4	381,5	433,0	357,0
Diferencia	-4,3	-2,3	-2,5	-4,5			
Diferencia %	-2,5%	-0,7%	-0,7%	-1,1%			

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2016 e INGEI2018

Figura 132. 3.H. Aplicación de Urea: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI con base en INGEI2018 e INGEI2016

### 5.9.9. Plan de mejoramiento

Se requiere revisar y depurar la información estadística de ODEPA para descontar del total de urea consumida a nivel nacional el porcentaje de urea que no es utilizada para fines agrícolas.

### 5.10. Otros fertilizantes que contienen carbono (3.I.)

En el contexto nacional, esta categoría no ocurre

### 5.11. Otros (3.J.)

En el contexto nacional, esta categoría no aplica

## **6. SECTOR USO DE LA TIERRA, CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA (4)**

## 6.1. Panorama general

### 6.1.1. Introducción

El sector Uso de la tierra, cambios en el uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) incluye las emisiones y absorciones de GEI generadas como resultado del uso, gestión y cambio de uso de la tierra gestionada.

Las tierras están divididas en seis usos de la tierra de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006* y que son los siguientes:

- 4.A. Tierras forestales;
- 4.B. Tierras de cultivo;
- 4.C. Pastizales;
- 4.D. Humedales;
- 4.E. Asentamientos; y
- 4.F. Otras tierras.

En el caso nacional, el territorio alcanza una superficie de 74,2 millones de hectáreas, y de acuerdo a la clasificación de los usos de la tierra de las *Directrices del IPCC de 2006*, los usos se distribuyen de manera decreciente en: otras tierras (38,9 %), tierras forestales (26,5 %), pastizales (23,2 %), humedales (6,7 %), tierras de cultivo (4,2 %) y los asentamientos ocupan solo un 0,6 % de la superficie total, pero con una tendencia creciente (CONAF, 2017). La Tabla 277 presenta los usos de la tierra para algunos años de la serie temporal.

Tabla 277. Uso de la tierra, desagregada por tipo, con base en información de CONAF.

Uso de la Tierra	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Tierras Forestales	17.902.864	18.801.801	19.388.946	19.544.709	19.596.630	19.648.551	19.700.472
Bosque nativo	16.233.959	16.181.672	16.241.849	16.266.573	16.274.814	16.283.055	16.291.296
Bosque Mixto	127.938	163.371	169.838	169.210	169.001	168.792	168.583
Plantaciones	1.540.968	2.456.758	2.977.259	3.108.926	3.152.815	3.196.704	3.240.593
Tierras de Cultivo	3.750.485	3.396.772	3.213.739	3.170.459	3.156.032	3.141.606	3.127.179
Pastizales	18.622.715	17.969.037	17.482.413	17.346.384	17.301.042	17.255.699	17.210.356
Humedales	4.918.863	4.948.188	4.951.155	4.951.189	4.951.201	4.951.212	4.951.224
Asentamientos	165.765	279.459	369.113	394.957	403.572	412.187	420.802
Otras Tierras	28.916.341	28.881.776	28.871.668	28.869.334	28.868.556	28.867.778	28.867.001
<b>Total</b>	<b>74.277.034</b>	<b>74.277.034</b>	<b>74.277.034</b>	<b>74.277.034</b>	<b>74.277.034</b>	<b>74.277.034</b>	<b>74.277.034</b>

Fuente: Elaboración del Equipo Técnico de UTCUTS en base a CONAF, 2017

Las categorías asociadas a las distintas *Tierras* son divididas en dos subcategorías: *Tierras que permanecen como tales* y *Tierras convertidas en otros usos*.

### **Depósitos de carbono**

Se consideran los cinco depósitos de carbono, de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006* según la siguiente tabla:

Tabla 278. Sector UTCUTS: definiciones de los depósitos de carbono utilizados para cada categoría.

Depósito		Descripción
Biomasa	Biomasa aérea	Toda la biomasa de la vegetación viva, tanto maderera como herbácea, que se halla por encima del suelo, incluidos tallos, cepas, ramas, corteza, semillas y follaje. Nota: En los casos en los que el sotobosque sea un componente menor del depósito de carbono de la biomasa aérea, es aceptable que se lo excluya para las metodologías y los datos asociados que se utilizan en ciertos niveles, siempre que éstos se empleen de manera coherente a lo largo de toda la serie temporal del inventario.
	Biomasa subterránea	Toda la biomasa de las raíces vivas. A menudo, las raíces finas, de menos de 2 mm de diámetro (sugerido), se excluyen porque, empíricamente, no se las puede distinguir de la materia orgánica del suelo o de la hojarasca.
Materia orgánica muerta	Madera muerta	Incluye toda la biomasa leñosa no viviente que no está contenida en la hojarasca, ya sea en pie, tendida en el suelo o enterrada. La madera muerta incluye la madera tendida en la superficie, las raíces muertas y las cepas de 10 cm de diámetro o más (o del diámetro especificado por el país).
	Hojarasca	Incluye toda la biomasa no viva con un tamaño mayor que el límite establecido para la materia orgánica del suelo (sugerido 2 mm) y menor que el diámetro mínimo elegido para la madera muerta (p. ej. 10 cm), que yace muerta, en diversos estados de descomposición por encima o dentro del suelo mineral u orgánico. Incluye la capa de hojarasca como se la define habitualmente en las tipologías de suelos. Las raíces vivas finas por encima del suelo mineral u orgánico (por debajo del diámetro mínimo límite elegido para la biomasa subterránea) se incluyen con la hojarasca cuando no se las puede distinguir de esta última empíricamente.
Suelos	Materia orgánica del suelo*	Incluye el carbono orgánico contenido en suelos minerales hasta una profundidad dada, elegida por el país y aplicada coherentemente a lo largo de la serie temporal**. Las raíces finas vivas y muertas y la DOM que se encuentran dentro del suelo y que miden menos que el límite de diámetro mínimo (sugerido 2 mm) para raíces y DOM se incluyen con la materia orgánica del suelo cuando no se las puede distinguir de esta última empíricamente. El valor por defecto para la profundidad del suelo es de 30 cm.

\* Incluye la materia orgánica (viva y no viva) que se encuentra dentro de la matriz del suelo, operativamente definida como una fracción de un tamaño específico (p. ej. toda la materia que pasa a través de un cedazo de 2 mm). Las estimaciones de las existencias de C en el suelo pueden incluir también C inorgánico del suelo si se emplea un método del Nivel 3. Las emisiones de CO<sub>2</sub> producidas en los suelos por aplicación de encalado y urea se estiman como flujos empleando el método de Nivel 1 o 2.

\*\* Las existencias de carbono en suelos orgánicos no se calculan explícitamente empleando el método de Nivel 1 o 2 (que estiman solamente el flujo anual de C de los suelos orgánicos), sino que se los puede estimar utilizando un método del Nivel 3. La definición de los suelos orgánicos a los fines de su clasificación se suministra en el Capítulo 3.

Fuente: Cuadro 1.1; Capítulo 1; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

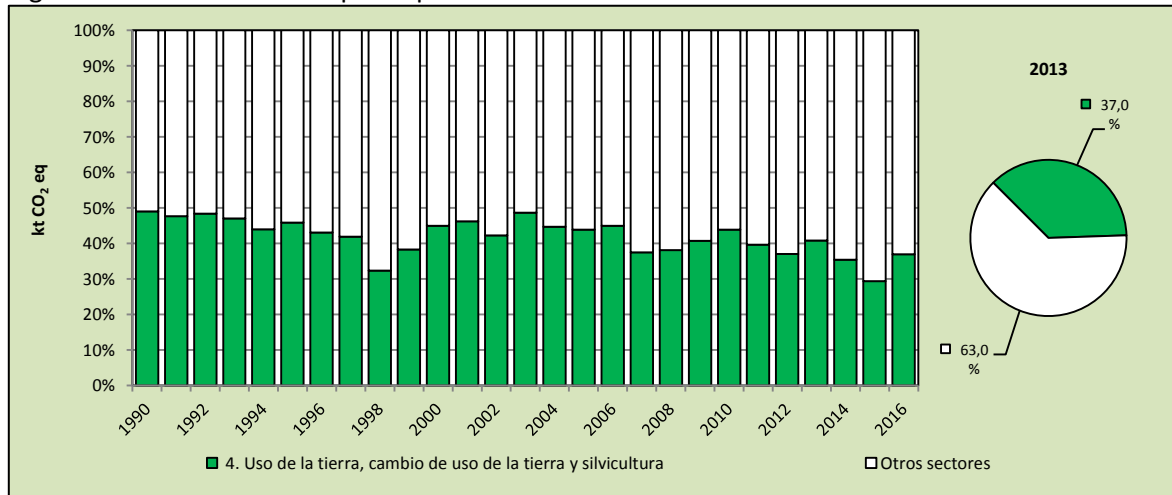
En el contexto nacional, se incluyen la gran mayoría de las emisiones y absorciones de GEI resultantes de las actividades anteriormente señaladas.

Es muy importante señalar que, a diferencia de los otros sectores del INGEI de Chile, las emisiones y absorciones de GEI de este sector se ven especialmente influenciadas por las condiciones climáticas del país, lo que se traduce en una mayor complejidad para realizar las estimaciones de GEI a lo largo de todo el país, ya que cada dato de actividad paramétrico debería ser el fiel reflejo de las condiciones climáticas específicas regionales. En respuesta a esta problemática, el sector *UTCUTS* fue estimado a nivel regional para toda la serie temporal.

### 6.1.2. Tendencia de las emisiones de GEI

El sector *UTCUTS* es el único sector que consistentemente absorbe CO<sub>2</sub> en el país, convirtiéndolo en el sector más relevante en cuanto a su potencial de mitigación para el país. En 2016 el sector representó el 37,0 % en términos absolutos del balance de GEI del país (Figura 133).

Figura 133. Sector UTCUTS: participación del sector en el balance de GEI en términos absolutos.



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

En 2016, el balance de GEI del sector contabilizó -65.492,3 kt CO<sub>2</sub> eq, aumentando su condición de sumidero en un 30,8 % desde 1990 y disminuyéndola en un 8,9 % desde 2013 (Figura 134 y Tabla 279). En términos generales, esto se debe al efecto de las emisiones provocadas por los incendios forestales, si bien el incremento de biomasa y la cosecha se mantienen estables para este periodo, los incendios en los últimos años de la serie, especialmente el 2015, son mayores que los ocurridos el 2013, provocando un balance menos propicio a la absorción que los balances de los años anteriores.

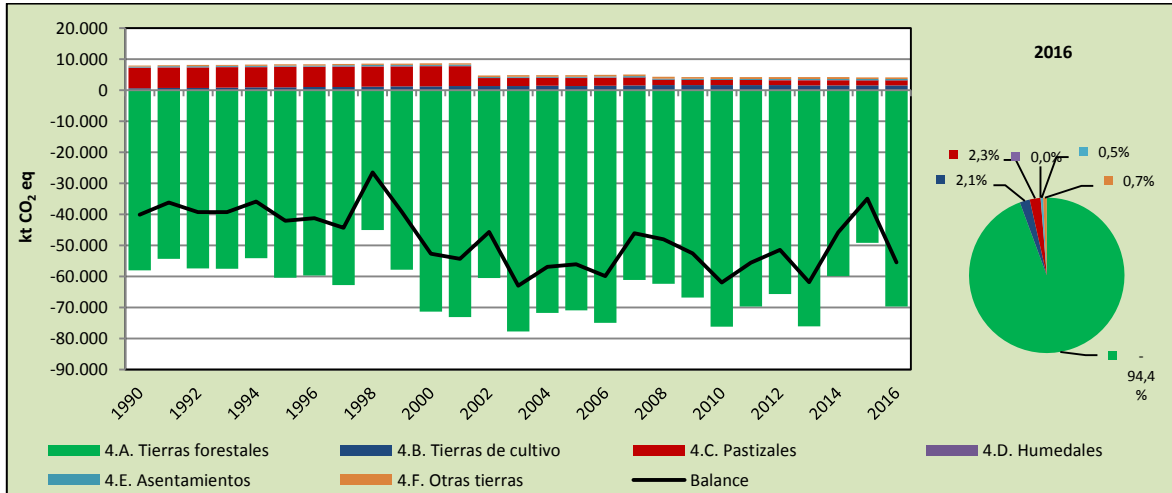
Respecto a las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos por categoría, el 94,4 % corresponde a *Tierras forestales*, seguida de un 2,3 % de *Pastizales*, 2,1 % de *Tierras de cultivo*, 0,7 % de *Otras tierras*, 0,5 % de *Asentamientos* y, finalmente, 0,03 % correspondiente a *Humedales*. Por su peso en el balance, cualquier aumento o disminución de las emisiones o absorciones de *Tierras forestales* afecta significativamente a todo el sector, e incluso al balance general del INGEI de Chile. Un buen ejemplo de ello es el significativo aumento del balance de GEI en 1998, 2002 y 2015, que fue consecuencia directa de las emisiones de GEI generadas por incendios forestales de bosque nativo y plantaciones forestales.

Tabla 279. Sector UTCUTS: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por categoría, serie 1990-2016

Categoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
4.A. Tierras forestales	-58.049,6	-71.325,9	-76.160,8	-76.076,4	-59.907,0	-49.144,0	-69.646,6
4.B. Tierras de cultivo	634,4	1.275,2	1.658,4	1.604,1	1.588,3	1.569,0	1.551,0
4.C. Pastizales	6.623,1	6.447,9	1.609,0	1.634,6	1.650,3	1.660,7	1.665,5
4.D. Humedales	116,7	116,7	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6
4.E. Asentamientos	272,0	358,0	377,6	373,2	371,7	370,2	368,7
4.F. Otras tierras	342,4	451,7	564,3	556,4	553,8	551,2	548,6
<b>Balance</b>	<b>-50.061,0</b>	<b>-62.676,4</b>	<b>-71.930,9</b>	<b>-71.887,5</b>	<b>-55.722,4</b>	<b>-44.972,4</b>	<b>-65.492,3</b>

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Figura 134. Sector UTCUTS: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por categoría, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

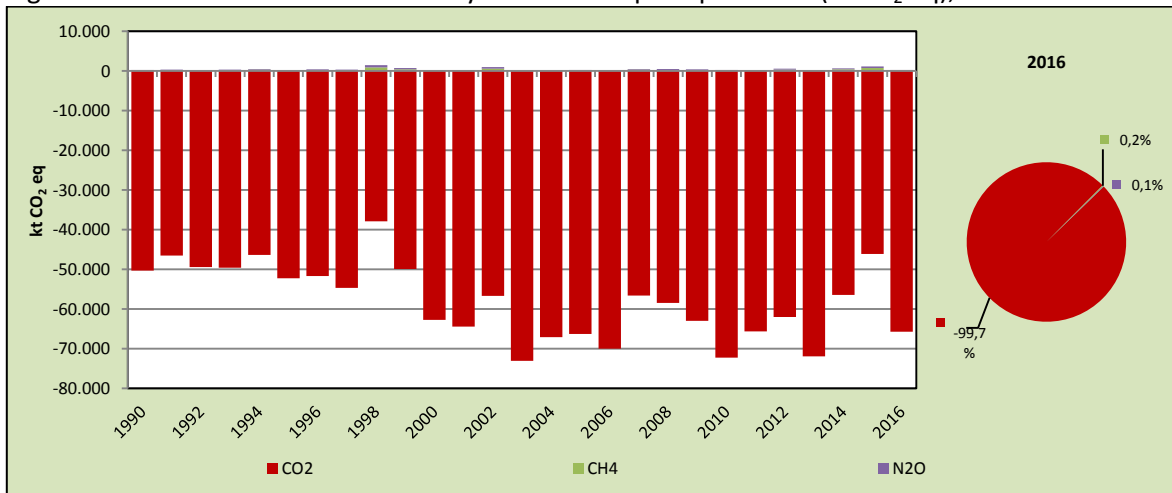
En 2016, el principal GEI de las emisiones y absorciones en términos absolutos fue el CO<sub>2</sub>, representando un 99,7 % del sector. Lo sigue el CH<sub>4</sub> con un 0,2 % y el N<sub>2</sub>O con un 0,1 % (Tabla 280 y Figura 135).

Tabla 280. Sector UTCUTS: emisiones y absorciones por tipo de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016

GEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
CO <sub>2</sub>	-50.277,7	-62.772,7	-72.217,5	-71.951,4	-56.407,8	-46.136,8	-65.703,0
CH <sub>4</sub>	130,4	57,9	172,1	38,3	412,4	700,8	126,6
N <sub>2</sub> O	86,4	38,5	114,5	25,6	273,0	463,7	84,0
<b>Balance</b>	<b>-50.061,0</b>	<b>-62.676,4</b>	<b>-71.930,9</b>	<b>-71.887,5</b>	<b>-55.722,4</b>	<b>-44.972,4</b>	<b>-65.492,3</b>

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Figura 135. Sector UTCUTS: emisiones y absorciones por tipo de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

### 6.1.3. Aspectos metodológicos generales del sector

Para la estimación de las emisiones y absorciones de GEI del sector UTCUTS, se aplicó en general el método Nivel 1 y Nivel 2 para todos los usos de tierra. Ambos métodos de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006*. En la Tabla se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 281. Sector UTCUTS: métodos aplicados por categoría

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
4. Tierras	T1, T2, NO, NE	CS, D, NA, NE	T1, T2	CS, D	T1, T2	CS, D
4.A. Tierras forestales	T1, T2, NO, NE	CS, D, NO, NE	T1, T2	CS, D	T1, T2	CS, D
4.B. Tierras de cultivo	T1, T2, NO	CS, D, NE	T1	D	T1	D
4.C. Pastizales	T1, T2, NO	CS, D, NO	T1, T2	CS, D	T1, T2	CS, D
4.D. Humedales	T1, T2, NO, NE	CS, D, NO, NE				
4.E. Asentamientos	T1, T2, NE	CS, D, NE				
4.F. Otras tierras	T1, T2, NO, NE	CS,D, NO, NEO	T1, T2	CS, D	T1, T2	CS, D

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

El cálculo de las emisiones para esta categoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de UTCUTS con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

### 6.2. Definiciones de uso de la tierra y los sistemas de clasificación utilizados

Los cambios de uso de la tierra se desarrollan a partir del *Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile (Catastro en lo sucesivo)* que elabora CONAF. Este catastro empezó como proyecto en 1993 con el objetivo de elaborar un catastro nacional de usos de la tierra y de las formaciones vegetacionales existentes, principalmente las relacionadas al bosque nativo, las plantaciones forestales y los matorrales como líneas base para la información cartográfica vegetal en Chile. La información del *Catastro* es actualizada periódicamente por el Departamento de Monitoreo de Ecosistemas Forestales de CONAF, a través de proyectos regionales que permiten monitorear los cambios y analizar los procesos que afectan a los distintos usos de la tierra, cartografiar y caracterizar el bosque y disponer de base de datos digitales y geo-referenciadas en un sistema de uso público.

Las categorías definidas por CONAF para los diferentes usos de la tierra son homologadas a las categorías de uso de la tierra definidas por las *Directrices del IPCC de 2006*, resultando en las categorías que se incluyen en la Tabla 282.

Tabla 282. Sector UTCUTS: homologación cambios de uso de la tierra entre las categorías de IPCC y CONAF

Categoría IPCC	Categoría Catastro - CONAF
Tierras Forestales (TF)	Bosque nativo, matorral arborescente, plantaciones forestales, bosque mixto
Tierras de cultivo (TC)	Terrenos agrícolas
Pastizales (PA)	Praderas y matorrales
Humedales (HU)	Humedales y cuerpos de agua

Categoría IPCC	Categoría Catastro - CONAF
Asentamientos (AS)	Áreas urbanas e industriales
Otras tierras (OT)	Áreas desprovistas de vegetación, nieves y glaciares y áreas no reconocidas

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Las definiciones que se dan en el país utilizadas por CONAF se detallan a continuación:

- **Tierras Forestales:** la definición de bosques utilizada en el país corresponde a la definición de la Ley Nº 20.283 sobre recuperación de Bosque Nativo y Fomento Forestal, que define Bosques como «sitio poblado con formaciones vegetales en las que predominan árboles y que ocupa una superficie de por lo menos 5.000 metros cuadrados, con un ancho mínimo de 40 metros con cobertura de copa arbórea que supere el 10 % de dicha superficie total en condiciones áridas y semiáridas y el 25 % en circunstancias más favorables». La Ley Nº 20.283 además define Bosque Nativo como «bosque formado por especies autóctonas, provenientes de generación natural, regeneración natural, o plantación bajo dosel con las mismas especies existentes en el área de distribución original, que pueden tener presencia accidental de especies exóticas distribuidas al azar». Las plantaciones forestales son bosques establecidos artificialmente por plantación o siembra. Los árboles usualmente pertenecen a la misma especie, pueden ser especies nativas o introducidas y tienen la misma edad y están espaciados regularmente en el terreno.
- **Tierras de cultivo:** se refiere a zonas actualmente destinadas a la producción agropecuaria. Incluye cereales, horticultura, fruticultura y ganadería.
- **Pastizales:** corresponde al área de praderas y matorrales, y se refiere a formaciones herbáceas, arbustivas y arbustivo-herbáceas. Se subdividen de acuerdo al tipo biológico preponderante (pastos o arbustos) y sus especies dominantes.
- **Humedales:** corresponden a extensiones de marismas, pantanos y turberas o, en general, superficies cubiertas de agua, sean estas de caracteres naturales o artificiales, permanentes o temporales, estancados o corrientes, dulces, salobres o salados. Se incluyen las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de 6 metros. Además, se incluyen en esta categoría las vegas y bofedales debido a su hidromorfismo. También se incluyen los cuerpos de agua que son las zonas cubiertas por el mar, ríos, lagos, lagunas y embalses.
- **Asentamientos:** se refiere a sectores ocupados por ciudades o instalaciones industriales.
- **Otras tierras:** corresponde a lo que en el *Catastro* se define como Áreas desprovistas de vegetación que son sectores cuya cobertura vegetal no alcanza el 25 % de cobertura mínima; Nieves eternas y glaciares que corresponde a zonas cubiertas por nieve, nieves eternas, glaciares y campos de hielo; y finalmente Áreas no reconocidas que son sectores para los cuales no ha sido posible efectuar un reconocimiento vegetal debido a que constituyen zonas de acceso restringido o por falta de fotografías aéreas o imágenes.



### 6.3. Métodos utilizados para la representación de las tierras

La información proporcionada por el *Catastro* es actualizada periódicamente a nivel regional por CONAF con el objetivo de monitorear los cambios en el uso de la tierra ocurridos entre los periodos de medición e identificar las causas de estos. De esta manera, el *Catastro* y sus actualizaciones permiten contar con información sobre la localización, distribución, superficie, estructura y el estado de las comunidades vegetales y del conjunto de usos de la tierra.

Las actualizaciones de los catastros se deben realizar en un periodo de tiempo de al menos 10 años, según indica la Ley N° 20.283, sobre manejo y recuperación del bosque nativo. En 1997 se dan a conocer los resultados del proyecto *Catastro de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile* y, en 1998, se empieza con la primera actualización en las regiones del Biobío y Los Lagos. Actualmente los catastros se actualizan en un periodo cercano a los 5 años, sin considerar las regiones del norte del país.

La metodología empleada para realizar la clasificación del uso de la tierra y de las distintas formaciones vegetacionales, se denomina Carta de Ocupación de Tierras (COT), metodología desarrollada por el Centro de Estudios Fitosociológicos y ecológicos Louis Emberger (CEPE de Montpellier) y adaptada por Etienne y Prado en 1982.

Esta metodología describe la vegetación a través de formación vegetal o forma de vida, estructura, cobertura, altura y especies dominantes. En tanto el uso de la tierra, corresponde al uso de la tierra que está siendo ocupado actualmente y determinado por eventos antrópicos o naturales al momento de la detección con sensores remotos, interpretación visual y/o terreno: cuerpos de agua, humedales, nieves, áreas urbanas, terrenos agrícolas, terrenos desprovistos de vegetación.

El nivel de resolución en general para las actualizaciones del *Catastro* es de 4 ha para toda la región, salvo para la descripción del uso Bosque que es de acuerdo a la definición legal (Ley N° 20.283, Art.2°), es decir la resolución llega hasta una superficie de por lo menos 0,5 ha, en áreas espaciales o de interés particular como; zonas buffer de 2 km en torno a unidades de SNASPE, alrededor de ciudades de la región y en sitios o ecosistemas singulares de interés regional, la unidad mínima cartografiada es de 1 ha. La proyección cartográfica utilizada para la generación de las coberturas corresponde a, Datum WGS 84, huso 18 o 19 Sur según corresponda.

La Tabla 283 presenta el año base del *Catastro* para las diferentes regiones, como también los años en que se han realizado las actualizaciones de éste de acuerdo al proceso de monitoreo.

Tabla 283. Actualizaciones hasta 2016 del Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile

Región	Año base	Primera actualización	Segunda actualización	Tercera actualización
Arica y Parinacota	1997			
Tarapacá				
Antofagasta				
Atacama				
Coquimbo		2003	2015	
Valparaíso		2001	2013	
Metropolitana		2001	2013	
O'Higgins		2001	2005	2013
Maule		1999	2009	2015
Biobío		1998	2008	2016
Araucanía		2007	2013	

Región	Año base	Primera actualización	Segunda actualización	Tercera actualización
Los Ríos		1998	2006	2013
Los Lagos		1998	2006	2013
Aisén		2010-2011		
Magallanes		2005		

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Las fuentes de datos para las tierras que cambian a otros usos provienen del Catastro, actualizado en diferentes años por región. Para la consistencia de las superficies de cambio entre las regiones y tomando en consideración las observaciones hechas en 2017 por el equipo revisor del último inventario de GEI, se realizaron promedios históricos para 3 periodos 1997-2001, 2001-2007, 2007-2013. Para alcanzar la consistencia se realiza una interpolación del área de cambio de uso dada la siguiente expresión:

$$A_i = \frac{A_{p1} - A_{p1} \left( \frac{b_{p1}}{t_{p1}} \right) + A_{p2} - A_{p2} \left( \frac{b_{p2}}{t_{p2}} \right)}{t_{p1} + t_{p2} - b_{p1} - b_{p2}}$$

Dónde:

$A_i$  = Superficie anual de cambio (ha)

$A_p$  = Superficie de cambio en el periodo p (ha)

$b$  = Tiempo de interpolación (años; ej. Si la interpolación es entre 2013 y 2015,  $b = 2$ )

$t$  = Tiempo del periodo p (años)

Para extender los datos hasta el año de inicio de 1990 y al año final 2016, se extrapolan la tasa de cambio 1997-2001 y 2007-2013 respectivamente.

El año de inicio para todas las regiones es 1997. En el caso del año 2001, es necesaria la interpolación desde O'Higgins hasta Aysén. En 2007 todas las regiones necesitan interpolación. Para el caso de 2013 solo Maule, Biobío y Aysén necesitan interpolación en el año final.

Los datos provenientes del catastro permiten separar la información en: uso de suelo, sub-uso de suelo, estructura vegetal, tipo forestal, etc. Cada uno posee un identificador único, es así como se encuentran 4 estratos distintos y 12 tipos forestales diferentes.

Para el Inventario de UTCUTS es importante generar la información desagregada por tipo de vegetación (tipo forestal), de esta forma, se tabulan los datos espaciales por cada actualización del catastro por región. En el caso de las regiones sin una actualización o sin trazabilidad y por lo tanto sin cambios, se crea una base de datos con la información por uso, sub-uso, estrato y tipo forestal.

En el caso de las regiones con más de una actualización, se usó como base de datos la disponible en los Mapas de trazabilidad elaborados para los Niveles de Referencia de Emisiones Forestales de Chile (NREF/NRF). Esta presenta el Uso, Subuso, Cobertura, Estrato, Tipo Forestal y Subtipo Forestal por cada año de actualización junto con la superficie asociada.

Al analizar las matrices de cambio entre distintos usos emergieron algunos cambios cuestionables atribuidos a imprecisiones cartográficas o de otro tipo; por ello, el Equipo Técnico de UTCUTS acordó que los cambios de uso desde *Otras tierras* a *Tierras forestales* se llevaran a cero; lo mismo se hizo con los cambios desde *Asentamientos* a otros usos de la tierra, exceptuando *Otras tierras*.

## 6.4. Tierras forestales (4.A.)

### 6.4.1. Descripción de la categoría

Las tierras forestales alcanzan una superficie de 19.700.472 ha en el país, de las cuales 82,7% corresponden a tierras de bosque nativo, 16,4% a plantaciones forestales y 0,9 % a bosque mixtos. En cuanto a la información de superficie de plantaciones forestales, en el país se diferencia la superficie que corresponde al uso de plantaciones forestales que incluye canchas de acopio, caminos entre otros. Esta superficie corresponde a 3.240.593 ha en el 2016 (CONAF, 2017). La superficie de plantaciones que está creciendo en el país y originada en el Programa de Actualización Permanente de Plantaciones Forestales de INFOR, alcanza 2.381.919 ha en el 2016.

De acuerdo a las Directrices del IPCC de 2006, los bosques gestionados son los que se consideran en la contabilidad del inventario de GEI ya que en el país no se considera toda la superficie de tierras forestales como bosques bajo gestión. De esta forma se consideran en la contabilidad a las plantaciones forestales y el bosque nativo en las siguientes subcategorías: bosque nativo de segundo crecimiento (renovales), bosque nativo que cuenta con un plan de manejo, el bosque nativo que se encuentra dentro de las áreas de conservación, bosque nativo que se origina debido al cambio de uso de la tierra y el bosque nativo que se origina por el cambio de cobertura vegetal desde plantaciones forestales.

Esta categoría incluye las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> y no-CO<sub>2</sub>, generadas como resultado de cambios en la biomasa, materia orgánica muerta y carbono del suelo en *Tierras forestales que permanecen como tales* y en *Tierras convertidas en tierras forestales*, bajo gestión.

En el contexto nacional las fuentes de emisiones y absorciones incluidas son:

- Absorciones por incremento de biomasa forestal de:
  - Plantaciones forestales, diferenciadas por especies, y de acuerdo a las siguientes categorías:
    - Plantaciones que permanecen como tal
    - Plantaciones que se originan debido al cambio de uso de la tierra desde otros usos a tierras forestales
    - Plantaciones provenientes del cambio de cobertura de bosque nativo, proceso denominado Sustitución
  - Bosque Nativo: diferenciado por tipo forestal: Alerce, Ciprés de las Guaitecas, Araucaria, Ciprés de la Cordillera, Lengua, Coihue de Magallanes, Roble-Hualo, Roble-Raulí-Coihue, Coihue-Raulí-Tepa, Esclerófilo, Siempreverde y de acuerdo a las siguientes subcategorías:
    - Bosque nativo de segundo crecimiento (renovales), que corresponde a una superficie intervenida hace más de 40 años atrás y que hoy se encuentra naturalmente en regresión a su condición natural.
    - Bosque nativo manejado de acuerdo a la Ley sobre recuperación del bosque nativo y manejo forestal.
    - Bosque nativo que se encuentra en el Sistema Nacional de Áreas silvestres protegidas.

- Bosque nativo que se origina debido al cambio de uso de la tierra desde otros usos a tierras forestales.
- Bosque nativo producto del cambio de cobertura vegetal proveniente de plantaciones, proceso denominado Restitución.
- Emisiones por:
  - Cosecha de trozas de plantaciones forestales y bosque nativo.
  - Cosecha de leña.
  - Incendios forestales de plantaciones forestales y bosque nativo.
  - Eliminación de biomasa desde tierras de otros usos – cultivos, pastizales, humedales, asentamientos, otras tierras – por conversión a tierras forestales.
- Absorciones y emisiones de carbono del suelo por cambios de uso de la tierra

#### 6.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI

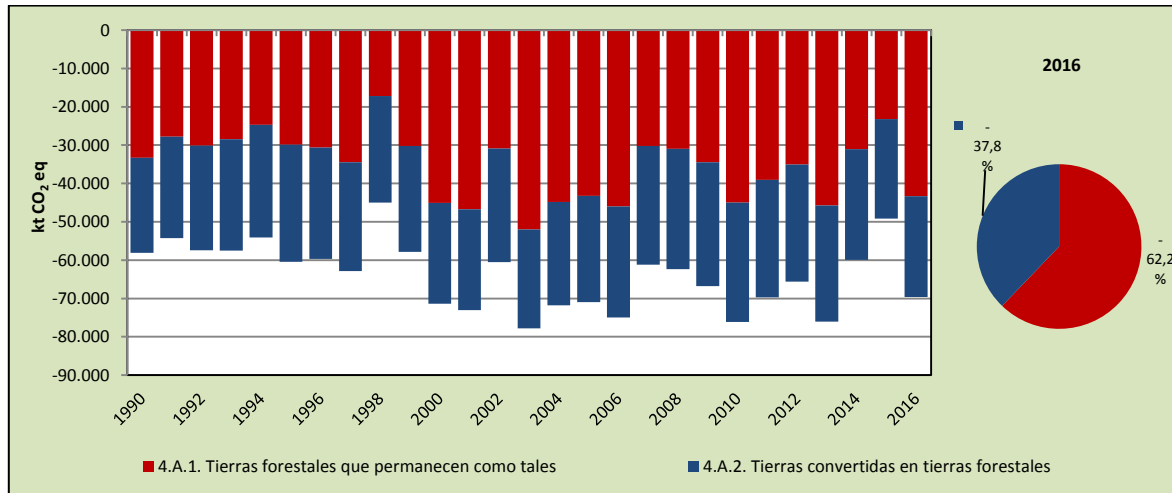
En 2016, el balance de GEI contabilizó una absorción de -69.646,6 kt CO<sub>2</sub> eq. Durante toda la serie temporal el balance es favorable a la absorción, aumentando en un 20,0 % desde 1990 y disminuyendo en un 8,5 % desde 2013 (Tabla 284). El aumento de la condición de sumidero en la serie temporal 1990-2016 se debe principalmente al incremento de la plantación forestal; de la biomasa de los renovales de bosque nativo y del bosque nativo con planes de manejo. Si bien en el mismo período aumentan las emisiones -debido al incremento de la cosecha y el consumo de leña- el aumento de las absorciones es mayor, respecto a las emisiones de la categoría. De esta forma, *Tierras forestales* es el único uso de la tierra que en su balance de CO<sub>2</sub> presenta la condición de sumidero para toda la serie temporal, mientras que los otros usos de la tierra son emisores netos de GEI.

Respecto a las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos por subcategoría (Figura 136), el 62,2 % corresponde a *Tierras forestales que permanecen como tales* y un 37,8 % a *Tierras convertidas en tierras forestales*.

Tabla 284. 4.A. Tierras forestales: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016.

Subcategoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales	-33.324,3	-45.028,6	-44.987,6	-45.725,7	-31.052,5	-23.165,3	-43.305,4
4.A.2. Tierras convertidas en tierras forestales	-24.725,2	-26.297,3	-31.173,2	-30.350,7	-28.854,5	-25.978,7	-26.341,2
<b>Balance</b>	<b>-58.049,6</b>	<b>-71.325,9</b>	<b>-76.160,8</b>	<b>-76.076,4</b>	<b>-59.907,0</b>	<b>-49.144,0</b>	<b>-69.646,6</b>

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Figura 136. 4.A. Tierras forestales: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016.

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

#### 6.4.2.1. Tierras forestales que permanecen como tales (4.A.1.)

En esta subcategoría se consideran todas las tierras forestales gestionadas que han permanecido en el uso de la tierra un período mayor a 20 años, período de transición por defecto establecido en las *Directrices del IPCC de 2006*. En 2016, el balance de esta subcategoría contabilizó -43.305,4 kt CO<sub>2</sub> eq (representando el 62,2 % del balance de CO<sub>2</sub> de las tierras forestales), incrementando su condición de sumidero en un 30,0 % desde 1990 y disminuyéndola en un 5,3 % desde 2013 (Tabla 285 y Figura 137). El aumento de la condición de sumidero en la serie temporal 1990-2016 se debe principalmente al incremento de la plantación forestal; de la biomasa de los renovales de bosque nativo y del bosque nativo con planes de manejo. Si bien en el mismo período aumentan las emisiones -debido al incremento de la cosecha y el consumo de leña- el aumento de las absorciones es mayor, respecto a las emisiones de la subcategoría.

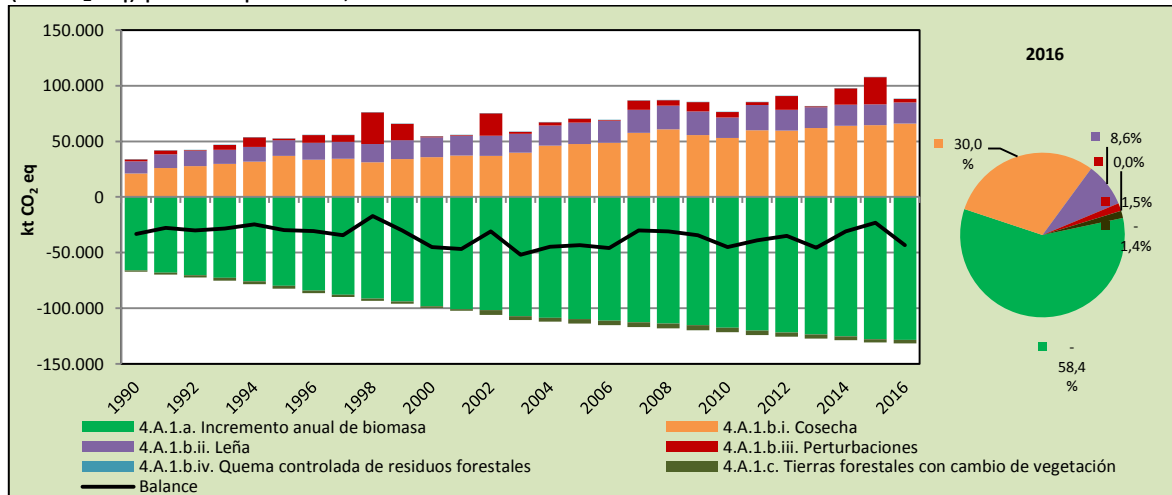
Respecto a las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos por componente, *Incremento anual de biomasa* es el de mayor importancia con un 58,4 %, seguido de un 30,0 % de *Cosecha*, 8,6 % de *Leña*, 1,5 % de *Perturbaciones-Incendios*, 1,4 % de *Tierras forestales con cambio de vegetación* y 0,02 % de *Quemas controladas de residuos forestales*.

Tabla 285. 4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Subcomponente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
4.A.1.a. Incremento anual de biomasa	-65.996,8	-98.122,8	-117.436,7	-123.513,7	-125.183,5	-127.773,3	-128.475,3
4.A.1.b.i. Cosecha	21.054,7	35.882,6	53.085,6	61.995,8	64.145,2	64.450,1	65.900,3
4.A.1.b.ii. Leña	11.094,8	17.742,0	18.508,4	18.600,0	18.803,9	18.839,3	19.002,9
4.A.1.b.iii. Perturbaciones	1.607,2	967,9	4.911,9	1.028,7	14.690,0	24.399,0	3.331,7
4.A.1.b.iv. Quema controlada residuos forestales	133,6	48,1	62,3	13,4	18,4	31,2	37,6
4.A.1.c. Tierras forestales con cambio de vegetación	-1.217,7	-1.546,5	-4.119,1	-3.850,0	-3.526,4	-3.111,7	-3.102,6
<b>Balance</b>	<b>-33.324,3</b>	<b>-45.028,6</b>	<b>-44.987,6</b>	<b>-45.725,7</b>	<b>-31.052,5</b>	<b>-23.165,3</b>	<b>-43.305,4</b>

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Figura 137. 4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

**Incremento anual de biomasa**

En 2016, las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> de este componente contabilizaron -128.475,3 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementando en un 94,7 % desde 1990 y en un 4,0 % desde 2013 (Tabla 286 y Figura 138). El principal causante del aumento de las absorciones es el incremento de la biomasa de bosque nativo en su conjunto (renovales, parques y reservas nacionales y bosque nativo con planes de manejo). Les sigue en importancia las plantaciones forestales, que corresponde a forestaciones realizadas desde la década del 70 que se van incorporando luego de 20 años de transición a tierras forestales que permanecen como tal.

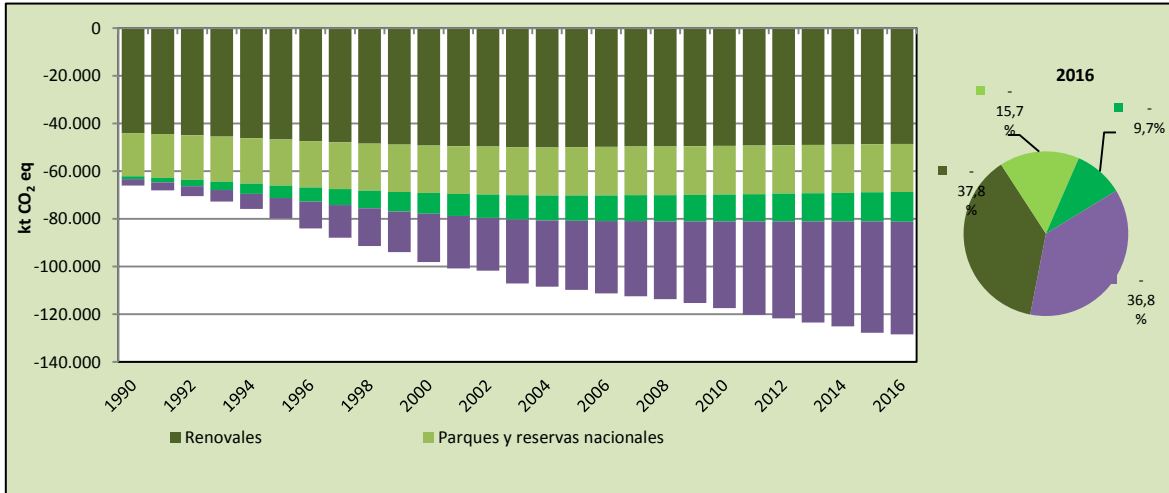
Respecto a las absorciones de GEI en términos absolutos por subcomponente, los *Renovales* son los de mayor importancia con un 38,1 %, seguido de un 36,5 % de *Plantaciones Forestales*, 15,8 % de *Parques y Reservas Nacionales*, y 9,5 % de *Bosque nativo con planes de manejo*.

Tabla 286. 4.A.1.a. Incremento anual de biomasa: absorciones de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) por sumidero, serie 1990-2016

Sumidero	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Renovales	-43.965,4	-49.248,1	-49.405,6	-48.984,5	-48.840,0	-48.693,2	-48.536,1
Parques y reservas nacionales	-18.183,0	-19.923,0	-20.391,8	-20.300,8	-20.265,8	-20.230,1	-20.189,5
Planes de manejo (Ley Bosque nativo)	-1.225,9	-8.747,6	-11.255,2	-11.753,4	-11.951,7	-12.194,6	-12.468,5
Plantaciones forestales	-2.622,6	-20.204,1	-36.384,1	-42.475,0	-44.126,1	-46.655,4	-47.281,1
<b>Balance</b>	<b>-65.996,8</b>	<b>-98.122,8</b>	<b>-117.436,7</b>	<b>-123.513,7</b>	<b>-125.183,5</b>	<b>-127.773,3</b>	<b>-128.475,3</b>

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Figura 138. 4.A.1.a. Incremento anual de biomasa: absorciones de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) por sumidero, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

### **Pérdida anual de biomasa**

En 2016, las emisiones de GEI de este componente contabilizaron 88.272,5 kt CO<sub>2</sub> eq, aumentando en un 160,5 % desde 1990 y en un 8,1 % desde 2013 (Tabla 287 y Figura 139). El principal causante del aumento de las emisiones es el incremento de la cosecha, seguido por el aumento del consumo de leña. Por otra parte, los incendios forestales que se encuentran en el subcomponente *Perturbaciones* generan máximas de emisiones en algunos años de la serie temporal.

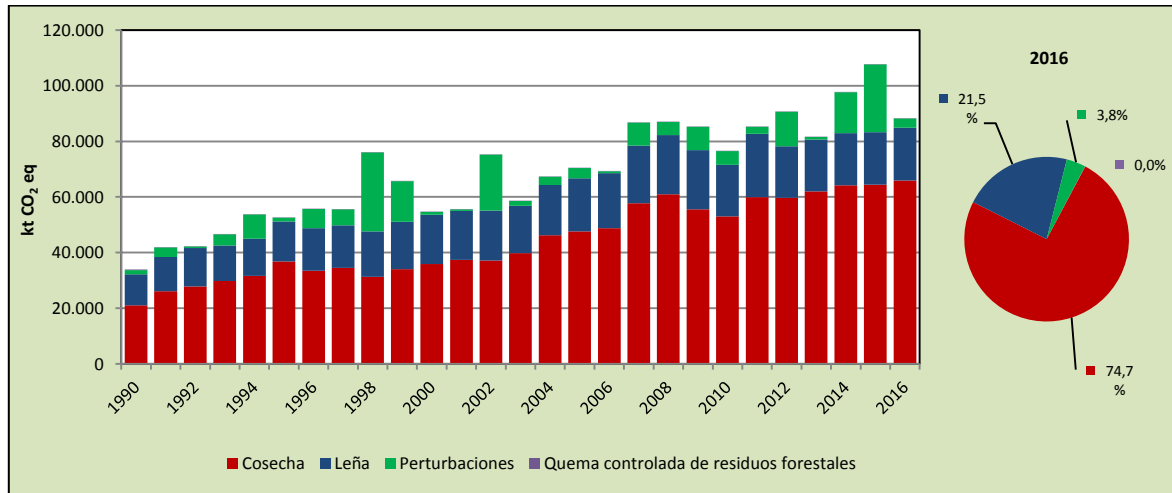
Respecto a las emisiones de GEI en términos absolutos por subcomponente, la *Cosecha* es la de mayor importancia con un 74,7 %, seguido de un 21,5 % de *Leña*, 3,8 % de *Perturbaciones-Incendios Forestales*, y 0,04 % de *Quema controlada de residuos forestales*.

Tabla 287. 4.A.1.b. Pérdida anual de biomasa: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcomponente, serie 1990-2016

Especie	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Cosecha	21.054,7	35.882,6	53.085,6	61.995,8	64.145,2	64.450,1	65.900,3
Leña	11.094,8	17.742,0	18.508,4	18.600,0	18.803,9	18.839,3	19.002,9
Perturbaciones	1.607,2	967,9	4.911,9	1.028,7	14.690,0	24.399,0	3.331,7
Quema controlada de residuos forestales	133,6	48,1	62,3	13,4	18,4	31,2	37,6
<b>Balance</b>	<b>33.890,3</b>	<b>54.640,6</b>	<b>76.568,2</b>	<b>81.637,9</b>	<b>97.657,4</b>	<b>107.719,7</b>	<b>88.272,5</b>

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Figura 139. 4.A.1.b. Pérdida anual de biomasa: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcomponente, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

En 2016, las emisiones de GEI del subcomponente *Cosecha* contabilizaron 65.900,3 kt CO<sub>2</sub> eq, aumentando en 213 % desde 1990 y en un 6,3 % desde 2013 (Tabla 288). La cosecha se puede analizar según las especies forestales, las *Trozas de pino radiata* tienen la mayor participación con 62,1 %, seguido de un 36,0 % de *Trozas de Eucalyptus spp*, 1,0 % de *Trozas de otras especies exóticas* y 0,9 % *Trozas de especies nativas*.

Tabla 288. 4.A.1.b.i. Cosecha: emisiones de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) por especie forestal, serie 1990-2016

Especie	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Trozas P. radiata	14.227,4	24.964,8	30.384,3	38.316,8	40.177,7	40.738,1	40.948,4
Trozas Eucalyptus spp.	2.248,3	7.794,5	21.268,2	22.378,3	22.745,3	22.192,2	23.718,8
Trozas otras exóticas	171,0	280,5	615,5	693,4	709,5	790,2	654,9
Trozas especies nativas	4.408,0	2.842,9	817,6	607,2	512,6	729,7	578,2
<b>Balance</b>	<b>21.054,7</b>	<b>35.882,6</b>	<b>53.085,6</b>	<b>61.995,8</b>	<b>64.145,2</b>	<b>64.450,1</b>	<b>65.900,3</b>

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

En 2016, las emisiones de CO<sub>2</sub> de leña contabilizaron 19.002,9 kt CO<sub>2</sub> eq, aumentando en 71,3 % desde 1990 y en 2,2 % desde 2013 (Tabla 289). Las emisiones asociadas al consumo de leña se pueden evaluar por tipo de especie, la *leña de especies exóticas* tiene la mayor participación con 50,8 % seguido de un 49,2 % de *leña de especies nativas*.

Tabla 289. 4.A.1.b.ii. Leña: emisiones de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) por fuente, serie 1990-2016

Fuente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Leña Especies Nativas	6.731,2	10.764,1	11.229,1	9.203,9	9.256,9	9.304,1	9.357,7
Leña Especies Exóticas	4.363,6	6.977,9	7.279,4	9.396,1	9.546,9	9.535,2	9.645,2
<b>Balance</b>	<b>11.094,8</b>	<b>17.742,0</b>	<b>18.508,4</b>	<b>18.600,0</b>	<b>18.803,9</b>	<b>18.839,3</b>	<b>19.002,9</b>

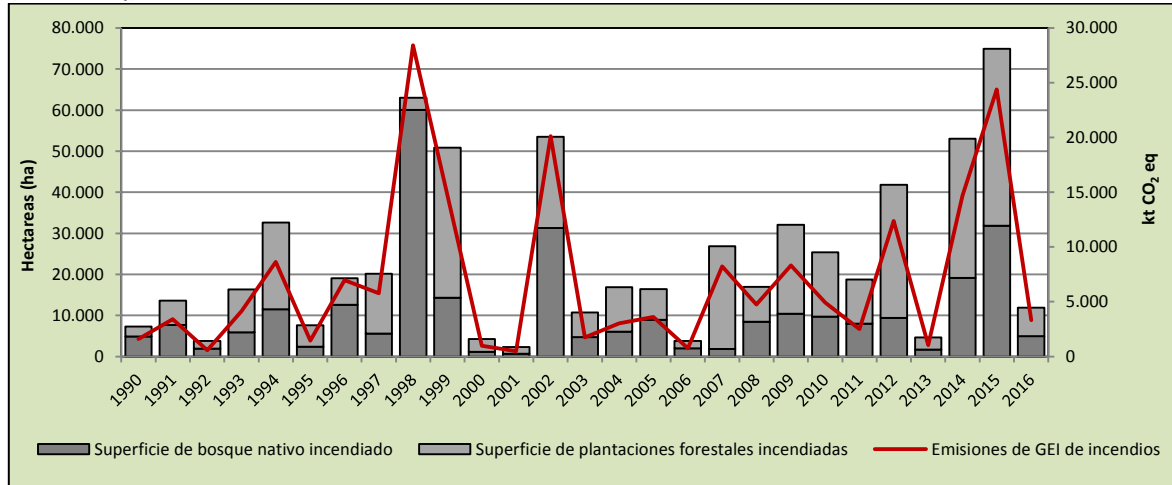
Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Los incendios forestales, incluidos en 4.A.1.b.iii.1. *Incendios*, poseen una especial importancia dentro del balance de GEI debido a que son capaces de alterar las tendencias, generando máximas de emisiones en los años 1998, 1999, 2002, 2014 y 2015. El principal causante de las variaciones en las emisiones de GEI producidas por incendios forestales es la superficie anual quemada,



existiendo una relación proporcional entre las hectáreas afectadas y las emisiones de GEI generadas. La Figura 140 evidencia que es en 1998, 1999, 2002, 2014 y 2015, cuando se alcanzan las mayores superficies incendiadas, también se alcanzan las máximas emisiones de GEI dentro de la serie temporal.

Figura 140. 4.A.1.b.iii.1. Incendios: superficie anual afectada por incendios (ha) y emisiones de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

#### Tierras forestales con cambio de vegetación

En 2016, las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> de las tierras forestales con cambio de vegetación contabilizaron -3.102,6 kt CO<sub>2</sub> eq, aumentando su condición de sumidero en un 154,8 % desde 1990 y disminuyéndola en 24,7 % desde 2013 (Tabla 290). Es importante señalar que parte de las absorciones que corresponden a la restitución son de bosques de renovales y por tanto se contabilizan en el subcomponente *Renovales* para evitar una doble contabilidad.

Tabla 290. 4.A.1.c. Tierras forestales con cambio de vegetación: emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) por especie, serie 1990-2016

Fuente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Restitución	-16,1	-174,1	-207,6	-166,0	-152,2	-138,3	-124,5
Sustitución	-1.201,6	-1.372,3	-3.911,5	-3.683,9	-3.374,2	-2.973,4	-2.978,1
<b>Balance</b>	<b>-1.217,7</b>	<b>-1.546,5</b>	<b>-4.119,1</b>	<b>-3.850,0</b>	<b>-3.526,4</b>	<b>-3.111,7</b>	<b>-3.102,6</b>

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

#### 6.4.2.2. Tierras convertidas a tierras forestales (4.A.2.)

Esta subcategoría incluye las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> generadas como resultado de cambios en la biomasa, materia orgánica muerta y carbono del suelo en tierras convertidas a tierras forestales y se considera que permanecen por un período de transición de 20 años después de la conversión de uso.

En 2016, el balance de GEI de este componente contabilizó -26.341,2 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementando en un 6,5 % desde 1990 y disminuyendo en un 13,2 % desde 2013 (Tabla 291 y Figura 141). La principal causante del aumento de las absorciones en la serie temporal es el incremento de biomasa de las plantaciones forestales. Respecto a las absorciones de GEI en términos absolutos

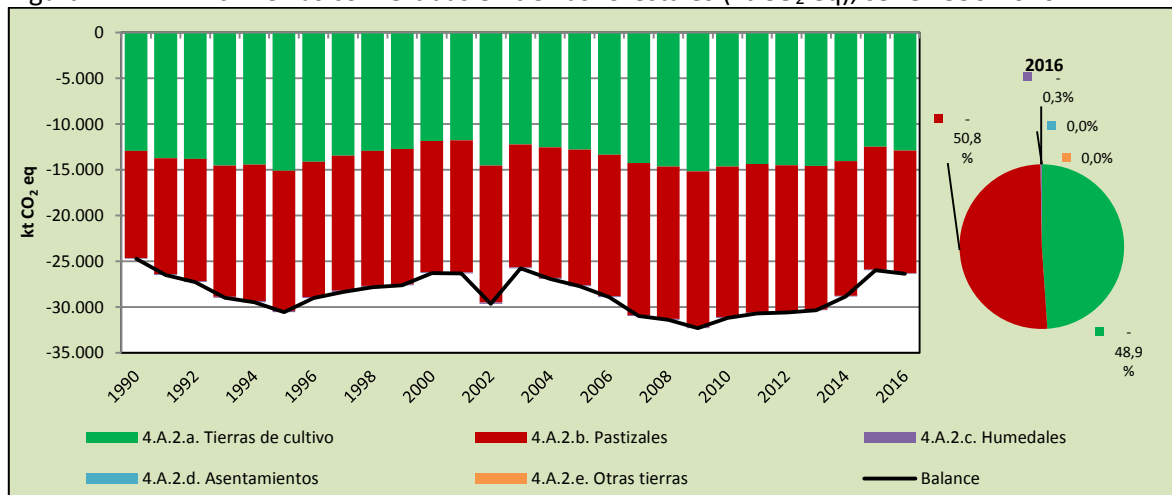
por subcomponente, *Pastizales* son las de mayor importancia con un -50,8 %, seguido de -48,9 % de *Tierras de Cultivo* y -0,3 % de *Humedales*.

Tabla 291. 4.A.1.c. Tierras convertidas a tierras forestales (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016.

Subcomponente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
4.A.2.b. Tierras de cultivo	-12.933,4	-11.855,6	-14.638,3	-14.571,2	-14.064,2	-12.476,2	-12.890,1
4.A.2.c. Pastizales	-11.697,7	-14.322,7	-16.445,8	-15.693,9	-14.710,9	-13.433,1	-13.381,7
4.A.2.d. Humedales	-94,1	-119,0	-89,0	-85,6	-79,4	-69,4	-69,4
4.A.2.e. Asentamientos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4.A.2.f. Otras tierras	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Balance</b>	<b>-24.725,2</b>	<b>-26.297,3</b>	<b>-31.173,2</b>	<b>-30.350,7</b>	<b>-28.854,5</b>	<b>-25.978,7</b>	<b>-26.341,2</b>

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Figura 141. 4.A.1.c. Tierras convertidas en tierras forestales (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

### 6.4.3. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> de la categoría *Tierras forestales*, se aplicó el método pérdidas y ganancias de biomasa para los depósitos de biomasa aérea, biomasa subterránea y materia orgánica muerta; el método se basa en estimar el cambio anual en las existencias de carbono (Capítulo 2, Volumen 4, *Directrices del IPCC de 2006*). En general se aplicaron el método Nivel 1 y Nivel 2 para ambos componentes de la subcategoría. Se aplicó un método Nivel 2 para el CO<sub>2</sub> de la biomasa aérea y de la biomasa subterránea para la gran mayoría de las componentes de *Tierras forestales que permanecen como tales* mediante el desarrollo de factores de emisión país específico; para el depósito materia orgánica muerta se aplicó un método Nivel 1. Para las emisiones no-CO<sub>2</sub> se utilizó método Nivel 1 y 2, ya que para los factores de emisión de los gases no-CO<sub>2</sub> se utiliza la información de las *Directrices del IPCC de 2006* y por otra parte se cuenta con información detallada de datos de actividad y biomasa quemada que ocurren en el país. En el caso de la subcategoría *Tierras convertidas en tierras forestales* se aplicaron combinadamente un método Nivel 1 y Nivel 2 el cual proviene de las estimaciones realizadas para la componente *Tierras forestales que permanecen como tales*; ambos métodos de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006*. En la Tabla se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 292. 4.A. Tierras forestales: métodos aplicados

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
		Nivel metodológico	Factor de emisión	Nivel metodológico	Factor de emisión	Nivel metodológico	Factor de emisión
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	T1, T2, NE	D, CS, NE	T1, T2	D, CS	T1, T2	D, CS
4.A.2.	Tierras convertidas en tierras forestales	T1, T2, NO	D, CS, NO				

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

El cálculo de las emisiones para esta categoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de UTCUTS con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

A continuación, se describe el método aplicado por tipo de sumidero, para cada subcategoría, indicando además los datos de actividad estadísticos y paramétricos según corresponda.

### 6.4.3.1. Biomasa

#### 6.4.3.1.1. Método

##### ***Tierras forestales que permanecen como tierras forestales***

Para estimar las emisiones y absorciones de carbono en tierras que permanecen en la misma categoría de todas las categorías de *Tierras* se utilizó el método de pérdidas y ganancias de biomasa (Sección 2.3.1.; Capítulo 2; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*), el que se basa en estimar el cambio anual en las existencias de carbono, a través del incremento anual de la biomasa y la reducción anual por pérdidas de biomasa (Ecuación 62).

Ecuación 62. 4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales: cambio anual en las existencias de carbono en la biomasa en tierras que permanecen en la misma categoría

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L$$

Fuente: Ecuación 2.7; Capítulo 2; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- $\Delta C_B$  = Cambio anual en las existencias de carbono en la biomasa (aérea y subterránea), para cada subcategoría de uso de la tierra, considerando la superficie total (t C año<sup>-1</sup>),
- $\Delta C_G$  = Incremento anual de las existencias de carbono debido al crecimiento de la biomasa para cada subcategoría de uso de la tierra, considerando la superficie total (t C año<sup>-1</sup>), y
- $\Delta C_L$  = Reducción anual de las existencias de carbono debida a la pérdida de biomasa para cada subcategoría de tierra, considerando la superficie total (t C año<sup>-1</sup>).

El incremento anual de las existencias de carbono de la biomasa viva (aérea y subterránea) se estimó aplicando la Ecuación 2.9; Capítulo 2, Volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006* (Ecuación 63).

Ecuación 63. 4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales: Incremento anual de las existencias de carbono en la biomasa en tierras que permanecen en la misma categoría de uso de la tierra

$$\Delta C_G = \sum (A \cdot G_{TOTAL} \cdot CF)$$

Fuente: Ecuación 2.9; Capítulo 2; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- $\Delta C_G$  = Incremento anual de las existencias de carbono en la biomasa debido al crecimiento de la biomasa en Tierras que permanecen en la misma categoría de uso, por tipo de vegetación y zona climática (t C año<sup>-1</sup>),
- A = Superficie que permanece en la misma categoría de uso de la Tierra (ha),
- $G_{TOTAL}$  = Crecimiento medio anual de la biomasa (t materia seca ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup>), y
- CF = Fracción de carbono de la materia seca (t C en ms).

Para estimar el incremento de la biomasa aérea para cada tipo de bosque se multiplicó el incremento neto anual en volumen ( $I_v$ ) por la densidad básica de la madera ( $D$ ) y el factor de expansión de la biomasa ( $BCEF$ ). Luego, mediante una relación de biomasa subterránea/biomasa aérea ( $R$ ), se estimó la biomasa total (Ecuación 2.10 -Niveles 2 y 3-; Capítulo 2; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*), tal como se indica en la Ecuación 64:

Ecuación 64. 4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales: incremento promedio anual de la biomasa

$$G_{Total} = \sum \{I_v \cdot BCEF_I \cdot (1 + R)\}$$

Fuente: Ecuación 2.10; Capítulo 2; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- $I_v$  = Incremento anual promedio de los bosques en Chile (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>año<sup>-1</sup>),
- $BCEF_I$  = Factor de conversión y expansión de biomasa para la conversión del incremento anual en volumen a crecimiento de biomasa aérea,
- $R$  = Relación entre la biomasa subterránea y la biomasa aérea para cada tipo de vegetación.

La reducción anual de existencias de carbono en biomasa, debido a pérdidas, se debe a la cosecha de madera comercial, cosecha leña y pérdida de biomasa y carbono por perturbaciones (incendios forestales). Para estimar las emisiones de CO<sub>2</sub> por reducción de las existencias de biomasa y carbono se utilizaron las ecuaciones 2.12, 2.13, y 2.14 de las *Directrices del IPCC 2006*, las que se detallan a continuación:

Ecuación 65. 4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales: pérdidas por cosecha de madera comercial

$$L_{remoción-bosques} = \{H \cdot BCEF_R \cdot (1 + R) \cdot CF\}$$

Donde:

- $L_{remoción-bosques}$ : pérdida anual de carbono debida a remoción de bosques, t C año<sup>-1</sup>
- $H$  = Remociones anuales de bosques, rollizos, (m<sup>3</sup> año<sup>-1</sup>),

- $BCEF_R$  = Factor de conversión y expansión de biomasa para la conversión de remociones en volumen venable a remociones totales de biomasa
- $R$  = Relación entre la biomasa subterránea y la biomasa aérea para cada tipo de vegetación.
- $CF$  = fracción de carbono de materia seca, t C (t d.m.)<sup>-1</sup>

En la estimación de pérdida anual de carbono por cosecha de leña se incluye la leña proveniente de bosque nativo y de especies exóticas. Si bien en la fórmula se incluye dos componentes, la cosecha de árboles vivos y la recogida de madera muerta, debido a que en el país no se cuenta con estadísticas de consumo de leña diferenciadas en estos dos orígenes, se trabaja sobre la base de que el consumo de leña proviene exclusivamente de la cosecha de árboles vivos. Además, se estiman las pérdidas de biomasa subterránea.

Ecuación 66. 4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales: pérdidas por remoción de leña

$$L_{madera-combustible} = \{FG_{\text{árboles}} \cdot BEF_R \cdot D \cdot (1 + R)\} + FG_{\text{parte}} \cdot D \cdot CF$$

- $L_{madera-combustible}$  = Pérdida anual de carbono debido a la remoción de madera para combustible (t C año<sup>-1</sup>),
- $FG_{\text{árboles}}$  = Volumen anual de remoción de madera para combustible de árboles enteros (m<sup>3</sup> año<sup>-1</sup>),
- $FG_{\text{parte}}$  = Volumen anual de remoción de madera para combustible como parte de árboles (m<sup>3</sup> año<sup>-1</sup>),
- $BEF_R$  = Factor de expansión de biomasa para expandir las remociones de madera comercial a volumen total de biomasa aérea para incluir los componentes no comerciales del árbol y el bosque,
- $D$  = Densidad básica de la madera (t ms m<sup>-3</sup>),
- $R$  = Relación entre biomasa subterránea y aérea para cada tipo de vegetación, y
- $CF$  = Fracción de carbono de la biomasa (t C en ms).

Como pérdidas de biomasa y de carbono por perturbaciones, se consideraron los incendios forestales, tanto de plantaciones forestales como de vegetación nativa. El parámetro “fd” define la proporción de biomasa que se pierde de la biomasa total acumulada (depósito de biomasa). En incendios de plantaciones forestales se consideró un “fd” de 0,81 y en incendios de bosque nativo un “fd” de 0,73. Estos parámetros son los mismos utilizados en el INGEI 1984-2006 los cuales provienen de diagramas de flujo elaborados por juicio de expertos (ANEXO 09.01). Diagrama de Flujo de biomasa en plantaciones forestales y Diagrama de flujo de biomasa en bosque nativo manejado (MMA, 2011).

Ecuación 67. 4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales: pérdidas por perturbaciones

$$L_{\text{perturbación}} = \{A_{\text{perturbación}} \cdot B_W \cdot (1 + R) \cdot CF \cdot fd\}$$

Donde:

- $L_{\text{perturbación}}$  = Otras pérdidas anuales de carbono (t C año<sup>-1</sup>),

- $A_{perturbación}$  = Superficie afectada por perturbaciones (ha año<sup>-1</sup>),
- $B_W$  = Biomasa aérea promedio (existencias) de superficies de Tierra afectadas por perturbaciones (t ms ha<sup>-1</sup>),
- $R$  =Relación entre biomasa subterránea y aérea para cada tipo específico de vegetación,
- $CF$  =Fracción de carbono de materia seca (t C ms<sup>-1</sup>), y
- $fd$  = Fracción de biomasa perdida por perturbaciones.

Para el cálculo de emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> de incendios forestales se usó una combinación de método de Nivel 1 y Nivel 2, en base a datos paramétricos nacionales y por defecto de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006* y desagregación regional de los datos estadísticos. En este ítem se utiliza el supuesto del nivel 1 en que todo el carbono removido de las existencias de carbono de la biomasa se emite en el año de la perturbación.

### **Tierras convertidas a tierras forestales**

Para las *Tierras convertidas en tierras forestales*, la metodología aplicada para estimar emisiones y absorciones de GEI corresponde a la descrita en el Capítulo 2 del Volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*. Ella permite estimar los cambios anuales en las existencias de carbono para cada uno de los cinco depósitos de carbono reconocidos por el IPCC.

Los cambios de las existencias de carbono de la biomasa se calculan como la suma del incremento de las existencias de carbono debido al crecimiento de biomasa, más los cambios debidos a la diferencia de la biomasa existente antes y después de la conversión, y menos la reducción de existencias debida a pérdidas.

Ecuación 68. 4.A.2. Tierras convertidas en tierras forestales: cambio anual en las existencias de carbono en biomasa en tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra (Nivel 2)

$$\Delta C_B = \Delta C_G + \Delta C_{CONVERSIÓN} - \Delta C_L$$

Fuente: Ecuación 2.15; Capítulo 2; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- $\Delta C_B$  =Cambio anual en las existencias de carbono de la biomasa en tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra (t C año<sup>-1</sup>),
- $\Delta C_G$  =Incremento anual en las existencias de carbono de la biomasa debido al crecimiento en tierras convertidas (t C año<sup>-1</sup>),
- $\Delta C_{CONVERSIÓN}$  = Cambio inicial en las existencias de carbono de la biomasa en tierras convertidas a otra categoría de uso de la tierra, (t ms C año<sup>-1</sup>),
- $\Delta C_L$  =Reducción anual en las existencias de carbono de la biomasa debido a pérdidas producidas por cosechas, recogida de madera combustible y perturbaciones en tierras convertidas (t C año<sup>-1</sup>).

El cambio inicial de las existencias originadas por la conversión, se estimó como la diferencia de la biomasa de la categoría antes y después de la conversión multiplicada por la superficie de tierra convertida (ha) y por la fracción de carbono de materia seca (t ms<sup>-1</sup>), utilizando la ecuación 2.16; Capítulo 2; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*, correspondiente a la Ecuación 69.

Ecuación 69. 4.A.2. Tierras convertidas en tierras forestales: cambio inicial en las existencias de carbono en la biomasa de tierras convertidas a otra categoría de tierra

$$\Delta C_{\text{Conversión}} = \sum_i \{ (B_{\text{Después}} - B_{\text{Antes}}) * \Delta A_{A\_OTRASI} \} * CF$$

Fuente: Ecuación 2.16; Capítulo 2; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- $\Delta C_{\text{Conversión}}$  = Cambio inicial en las existencias de carbono de la biomasa en tierras convertidas a otra categoría de uso ( $t \text{ ms C año}^{-1}$ ),
- $B_{\text{Después}}$  = Existencias de biomasa en el uso de la tierra  $i$  inmediatamente después de la conversión ( $t \text{ ms ha}^{-1}$ ),
- $B_{\text{Antes}}$  = Existencias de biomasa en el tipo de tierra  $i$  antes de la conversión ( $t \text{ ms ha}^{-1}$ ),
- $\Delta A_{A\_OTRASI}$  = Superficie de uso de la tierra  $i$  convertida a otra categoría de uso de la tierra en un año dado ( $ha \text{ año}^{-1}$ ),
- $CF$  = Fracción de carbono de materia seca ( $t \text{ C/t- ms}$ ), e
- $i$  = Tipo de uso de la tierra convertido a otra categoría de uso de la tierra.

Al igual que en la subcategoría anterior, el incremento anual de las existencias de carbono de la biomasa (aérea y subterránea) se estimó aplicando la Ecuación 2.9; Capítulo 2; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*. Para estimar el incremento de la biomasa aérea por tipo de bosque se multiplicó el incremento neto anual en volumen ( $I_v$ ) por la densidad básica de la madera ( $D$ ) y el factor de expansión de la biomasa ( $BEF_i$ ). Luego, mediante el factor  $R$ , se estimó la biomasa total, es decir, la biomasa aérea más la biomasa subterránea.

### **Emisiones no-CO<sub>2</sub>**

La Ecuación 70 da cuenta de la fórmula usada para calcular las emisiones no-CO<sub>2</sub> producto del fuego y corresponde a la Ecuación 2.27 de las *Directrices del IPCC de 2006*; Capítulo 2, Volumen 4, donde se resume una metodología genérica para estimar las emisiones de gases de efecto invernadero individuales para cualquiera de los tipos de fuego.

Ecuación 70. Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero a causa del fuego

$$L_{\text{fuego}} = A * M_B * C_f * G_{ef} * 10^{-3}$$

Fuente: Ecuación 2.27; Capítulo 2; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

$L_{\text{fuego}}$  = cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero provocada por el fuego, t de GEI.

$A$  = superficie quemada, ha.

$M_B$  = masa de combustible disponible para la combustión,  $t \text{ ha}^{-1}$ . Incluye biomasa, hojarasca molida y madera muerta. Cuando se aplican métodos de Nivel 1, entonces se supone que los depósitos de hojarasca y de madera muerta equivalen a cero, a excepción de los casos en los que hay un cambio en el uso de la tierra (véase la Sección 2.3.2.2, Capítulo 2; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*).

$C_f$  = factor de combustión, sin dimensión (valores por defecto del Cuadro 2.6)

$G_{ef}$  = Factor de emisión,  $g \text{ kg}^{-1}$  de materia seca quemada (valores por defecto del Cuadro 2.5).

Nota: Cuando no se dispone de datos para  $M_B$  y  $C_f$ , se puede utilizar un valor por defecto para la cantidad de combustible realmente quemado (el producto de  $M_B$  por  $C_f$ ) (Cuadro 2.4), según la metodología de Nivel 1.

#### 6.4.3.1.2. Datos paramétricos

Los datos paramétricos provienen de distintas fuentes de información del país, no obstante, la principal fuente de información es el Inventario Forestal Nacional (IFN) que da cuenta del estado de los ecosistemas forestales nativos. El diseño del IFN considera aspectos biofísicos, de biodiversidad y socioeconómicos bajo un diseño de inventario multifuente y multinivel (Scheuder et al. 1993). Los datos son colectados de una grilla sistemática de puntos de 5 km de distancia en dirección Este-Oeste y 7 km de distancia en dirección Norte-Sur (INFOR, 2014). Esta grilla de puntos fue el resultado de un estudio de autocovarianza específico realizado en 1995 para decidir objetivamente la mejor grilla que cubriera el país. La unidad de muestreo usada es un conglomerado de tres parcelas circulares de 500 m<sup>2</sup> organizadas como parcelas de muestreo circular anidadas. Para aumentar la eficiencia de la recolección de datos en terreno las tres unidades de muestreo son tomadas en una forma de "L" invertida, donde el vértice corresponde a la unidad muestral 1. Las mediciones de terreno se realizan en un ciclo de 4 años, donde cada año, 25 % de las parcelas de terreno son evaluadas. Las estimaciones anuales son calculadas combinando los nuevos datos de terreno, las parcelas remedidas y las proyecciones corregidas para aquellas parcelas no visitadas en años previos. La corrección está basada en una calibración generada por la remediación de parcelas (Kangas, 1991). La disposición anidada de las parcelas de muestreo circular consiste de tres círculos concéntricos de radio fijo asociados a los tamaños de los árboles, el radio más grande de 12,62 m, incluye los árboles más grandes que 25 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP), árboles con diámetro mayor a 8 cm son medidos dentro del radio de 6,23 m y árboles con diámetro mayor a 4 cm son medidos en un radio de 2,0 m.

**Crecimiento en volumen de plantaciones forestales:** Los crecimientos anuales de volumen comercial de *Pinus radiata*, *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus nitens* utilizados, provienen del *Estudio de la disponibilidad de madera de plantaciones de pino insigne y eucalipto*. Periodo 2010-2040 desarrollado por INFOR. Para el resto de las especies, se utilizaron las tasas de incremento de distintas fuentes bibliográficas según se detalla en la Tabla 293.

Tabla 293. 4.A.1. Tierras forestales: incremento Medio Anual (IMA) en volumen comercial (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> año<sup>-1</sup>) de plantaciones forestales

Especie/Región	IMAm <sup>3</sup> (ha-año) <sup>-1</sup>														
	XV	I	II	III	IV	V	RM	VI	VII	VIII	IX	XIV	X	XI	XII
<i>Pinus radiata</i>						10,0	10,0	10,3	17,6	20,7	20,9	18,5	19,3		
<i>Eucalyptus globulus</i>	8,1	8,1		8,1	11,3	12,3	12,2	12,8	19,0	24,0	21,3	21,8	22,7		
<i>Eucalyptus nitens</i>								12,4	24,9	33,0	32,4	38,9	41,0		
<i>Prosopis tamarugo</i> ; <i>Prosopis chilensis</i>	2,3	2,3	2,3	2,3	3,8	3,8	3,8								
<i>Pseudotsuga menziesii</i>									14,0	14,0	16,0	16,0	16,0	8,8	
<i>Populus spp.</i>					25,5		25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	25,5	
Otras especies	3,6	3,6	3,6	3,6	5,5	7,3	7,3	9,1	10,9	12,7	12,7	14,5	14,5	18,2	9,1

Fuente: INFOR (2013; 2005b; 2007a); INGEI 1984/2006 (MMA, 2011); Ulloa (1995); Schulz (1995)

Las plantaciones de *Atriplex spp.* se excluyen de las tierras forestales, por tratarse de una especie arbustiva forrajera; esta superficie es contabilizada tanto en *Pastizales que permanecen como tales* como en *Tierras de cultivo que permanecen como tales*; la inclusión en la segunda se hizo para estimar la cantidad de residuos generados anualmente.



**Crecimiento en volumen de bosque nativo:** se realizó una revisión de los datos paramétricos utilizados en la serie de INGEI 1990-2013 y una revisión bibliográfica para buscar nueva información. Se utiliza la información de crecimiento que reporta el IFN. Los datos de crecimiento corresponden al incremento periódico anual medio (IPA,  $m^3 (ha \text{ año})^{-1}$ ), por tipo forestal, y corresponden a datos de parcelas permanentes, del IFN (Tabla 294). La información de crecimiento se detalla por clases de diámetro, la cual cuenta con una asignación diferenciada según la subcategoría a la cual pertenecen los bosques: Renovales, Reservas y Parques Nacionales. Estos datos al ser usados junto a las superficies de variables de estado generadas por el IFN para área basal y número de árboles por hectárea, brindan una expresión espacial detallada. Esto permite la generación de proyección de crecimiento más detallada, que cuenta con una resolución espacial de una (1) hectárea.

Tabla 294. 4.A.1. Tierras forestales: incremento periódico anual (IPA) por tipo forestal para bosques de segundo crecimiento y bosques que se encuentran en reservas y parques nacionales

Tipo Forestal	IPA ( $m^3 (ha \text{ año})^{-1}$ )					
	DAP <10 cm	DAP 10.1-20 cm	DAP 20.1-30 cm	DAP 30.1-40 cm	DAP 40.1-50 cm	DAP 50.1-60 cm
Alerce	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Ciprés de las Guaitecas	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9
Araucaria	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
Cipres de la cordillera	2,7	2,7	4,7	4,7	3,9	3,9
Lenga	3,9	7,5	7,3	6,3	5,5	3,9
Coihue de Magallanes	3,7	3,7	6,1	6,1	4,6	4,6
Roble-Hualo	3,5	3,5	4,6	4,6	3,0	3,0
Roble Rauli Coihue	4,1	7,4	7,1	5,9	4,8	4,0
Coihue Rauli Tapa	4,9	5,6	7,3	6,3	6,0	5,2
Esclerofilo	1,6	1,6	2,2	2,2	1,9	1,9
Siempreverde	4,1	6,3	6,2	6,0	5,4	4,9

Fuente: Equipo Técnico de INFOR, de acuerdo a datos IFN.

Para el caso del bosque nativo con planes de manejo, no se cuenta con la localización geográfica de estos, por lo tanto, para asignar los IPA se utiliza un valor único de crecimiento por tipo forestal (Tabla 295).

Tabla 295. 4.A.1. Tierras forestales: incremento periódico anual (IPA) por tipo forestal para bosque nativo (planes de manejo).

Tipo Forestal	IPA Volumen $m^3 (ha \text{ año})^{-1}$
ALERCE <sup>1</sup>	0,5
CIPRES DE LAS GUAITECAS	3,9
ARAUCARIA <sup>2</sup>	4,6
CIPRES DE LA CORDILLERA	5,0
LENGA	5,8
COIHUE DE MAGALLANES	2,6
ROBLE HUALO	5,1
ROBLE-RAULI-COIHUE	6,6

Tipo Forestal	IPA Volumen m <sup>3</sup> (ha año) <sup>-1</sup>
COIHUE-RAULI-TEPA	5,8
ESCLEROFILO	1,5
SIEMPREVERDE	6,0

Fuente: Equipo Técnico de INFOR a partir de base de datos de parcelas permanentes del IFN (INFOR).

<sup>1</sup> INFOR (2007b).

<sup>2</sup> Mujica (2003).

**Existencias forestales:** los datos de volumen medio acumulado (existencias) se determinan por región (Tabla 296), por tipo forestal y etapa de desarrollo del bosque y provienen de los datos del IFN. El inventario forestal nacional ha completado el ciclo que establece la línea base de información en el año 2010 y desde el año 2011 inicio su primer ciclo de monitoreo el cual finaliza el año 2014. Se considera para los cálculos en la serie temporal para los años 1990 a 2010 la información del ciclo base y a partir del año 2011 la información de primer ciclo de monitoreo. Entre las regiones de Arica y Parinacota y Atacama se utilizaron los datos de biomasa acumulada presentada en inventarios anteriores (MMA, 2011). Cuando la información de dato de actividad se encuentra disponible por tipo forestal y estado de desarrollo, se considera la información de existencias diferenciado en dichas categorías.

Tabla 296. 4.A.1. Tierras forestales: existencias promedio de volumen comercial de bosque nativo por hectárea a la edad de rotación (m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>)

Región	Ciclo 0 IFC para calculo 1990 a 2010 Existencia (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	Ciclo 1 IFC para calculo 2011 y más Existencia (m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )
Arica y Parinacota	10,4	10,4
Tarapacá	10,4	10,4
Antofagasta	10,4	10,4
Atacama	10,4	10,4
Coquimbo	28,8	28,8
Valparaíso	21,2	21,2
Metropolitana	30,4	28,2
O'Higgins	36,4	36,4
Maule	92,5	92,5
Biobío	172,6	172,6
Araucanía	299,7	290,6
Los Ríos	378,2	357,4
Los Lagos	311,5	265,4
Aisén	266,3	266,3
Magallanes	251,5	248,2

Fuente: INGEI 1984/2006 (MMA, 2011, INFOR (2011d; 2015)).

Las existencias en volumen, de las especies exóticas se calcularon multiplicando el crecimiento por la edad a la cual se considera el volumen que se requiere evaluar. Como referencia en la Tabla 297 se presenta la duración de la rotación por especie y en la Tabla 298 se presentan las existencias de las plantaciones forestales por especie y región para la edad de rotación.

Tabla 297. 4.A.1. Tierras forestales: Edad de la rotación forestal por especie

Especie	Rotación (años)
---------	-----------------

Especie	Rotación (años)
<i>Pinus radiata</i>	20
<i>Eucalyptus globulus</i>	11
<i>Eucalyptus nitens</i>	13
<i>Prosopis chilensis</i> ; <i>Prosopis tamarugo</i>	60
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	35
<i>Populus spp.</i>	15
Otras especies	35

Fuente: INGEI 1984-2006 (MMA, 2011).

Tabla 298. 4.A.1. Tierras forestales: volumen promedio comercial al momento de la cosecha de plantaciones forestales ( $m^3 ha^{-1}$ )

Especie/Región	Existencia ( $m^3 ha^{-1}$ )														
	ARI	TAR	ANT	ATA	COQ	VAL	MET	OHI	MAU	BIO	ARA	RIO	LAG	AIS	MAG
<i>P. radiata</i>						200,3	200,3	206,7	351,0	413,2	417,3	369,5	385,2		
<i>E. globulus</i>	88,7	88,7		88,7	124,2	135,1	134,3	140,4	209,3	233,8	233,8	239,6	249,5		
<i>E. nitens</i>								161,8	323,7	421,3	421,3	505,8	532,5		
<i>Prosopis tamarugo</i> ; <i>P. chilensis</i>	135,0	135,0	135,0	135,0	225,0	225,0	225,0								
<i>Pseudotsuga menziesii</i>									490,0	560,0	560,0	560,0	560,0	306,3	
<i>Populus sp.</i>					383,2		383,2	383,2	383,2	383,2	383,2	383,2	383,2	383,2	
Otras especies <sup>(1)</sup>	127,3	127,3	127,3	127,3	190,9	254,5	254,5	318,2	381,8	445,5	445,5	509,1	509,1	636,4	318,2

Nota: En la Región de Aisén, otras especies corresponden principalmente a *Pinus ponderosa* y *Pinus contorta*

Fuente: INFOR ((2005b); INFOR ((2007); INGEI 1984/2006 (MMA, 2011)

**Densidad básica:** para obtener valores de biomasa expresados en toneladas (t) se requiere contar con valores de densidad básica de la madera, variable que expresa el peso seco o anhidro presente en un volumen dado cuando se encuentra verde, con un contenido de humedad igual o mayor al punto de saturación de las fibras (equivalente al 30 %). Se realizó una revisión bibliográfica de densidades básicas de las especies forestales en Chile y no teniendo modificaciones. Con estos datos se determinó el valor promedio de densidad básica por especie ( $t m^{-3}$ ), y su desviación estándar, lo que se muestra en la Tabla 299.

Tabla 299. 4.A.1. Tierras forestales: densidad básica de madera (promedio y desviación estándar) por especie forestal.

Especie	Densidad básica ( $t m^{-3}$ )	Desviación Estándar
<i>Pinus radiata</i>	0,39	0,04
<i>Eucalyptus globulus</i>	0,53	0,07
<i>Eucalyptus nitens</i>	0,45	0,03
<i>Prosopis chilensis</i> / <i>P. tamarugo</i>	0,79	0,11
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	0,36	0,03
<i>Populus spp.</i>	0,30	0,03
Especies nativas	0,50	0,11

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS a partir de datos de: Davel et al (2005); Gayoso (2002); Gorrini et al. (2004); Kininmonth & Whitehouse (1991); Hernández y Pinilla (2010); INFOR-CORFO (1986); Jovanovski et al. (2005); Loewe et al. (2007); Melo et al. (1981); Peredo (2000); Pérez (1982; 1983); Poblete (2002); Prado et al. (1989); Rojas et al. (1993); Rozas (2002); Rozas et al. (2005); Torricelli & Torricelli (1942); Gayoso (2012).

**Factores de expansión:** para expandir el volumen comercial de los árboles al volumen total de la biomasa aérea se utilizaron factores de expansión de biomasa comercial arbórea determinados en el proyecto FONDEF "Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques de Chile y

promoción en el mercado mundial, en el informe técnico Inventario de biomasa y contabilidad de carbono” (Gayoso, 2002), los que se muestran en la Tabla 300.

Tabla 300. 4.A.1. Tierras forestales: factores de expansión de biomasa comercial arbórea

Especie	Factor de expansión
<i>Pinus radiata</i>	1,56
<i>Eucalyptus spp.</i>	1,77
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	1,59
Otras especies	1,64 <sup>1</sup>
Bosque nativo	1,75
Leña	1,28 <sup>2</sup>

<sup>1</sup> El valor para “Otras especies” corresponde al promedio de *P. radiata*, *Eucalyptus* y *P. menziesii*.

<sup>2</sup> Calculado para la suma del fuste más la corteza de especies nativas (Gayoso et al., 2002).

Fuente: Equipo Técnico UTCUTS a partir de Gayoso (2002).

Debido a que la leña incluye la corteza, se calculó el factor de expansión considerando la proporción del fuste comercial más la corteza. Este factor se calculó a partir de datos del estudio “Contenido de Carbono y funciones de Biomasa en Especies Nativas y Exóticas” de Gayoso et al. (2002).

**Relación entre biomasa subterránea (raíces) con biomasa aérea (R):** los factores R provienen de información levantada en el país (Tabla 301) Gayoso et al. (2002). Los valores determinados para estas especies están dentro del rango de valores indicados en las *Directrices del IPCC de 2006* para bosque templados (entre 0,20 y 0,46, según Cuadro 4.4; Capítulo 4; Volumen 4) y también dentro de los valores disponibles a nivel mundial, que entregan factores R que oscilan entre 0,09 y 0,33 (Coomes & Grubb, 2000; Cairns et al., 1997).

Tabla 301. 4.A.1. Tierras forestales: factor R (relación entre raíces y biomasa aérea) para especies de árboles forestales

Especie	Factor R
Especies Nativas	0,29
<i>Pinus radiata</i>	0,25
<i>Eucalyptus spp.</i>	0,22
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	0,28
Otras especies	0,25 <sup>1</sup>

<sup>1</sup> El valor de “Otras especies” corresponde al promedio de *P. radiata*, *Eucalyptus* y *P. menziesii*.

Fuente: Gayoso et al. (2002).

Para las tierras que se convierten a tierras forestales se utilizó la información de referencia de las *Directrices del IPCC de 2006* de biomasa y de R de (Tabla 302 y Tabla 303).

Tabla 302. 4.A.2. Tierras convertidas en tierras forestales: biomasa acumulada

Categoría	Biomasa acumulada antes de la conversión (t ha <sup>-1</sup> )
Tierras de cultivo	10,0
Pastizales ARI-COQ	1,6
Pastizales VAL-BIO	2,7
Pastizales ARA-AIS	2,4
Pastizales MAG	1,7
Humedales	s/i
Asentamientos	2,0
Otras Tierras	0,0

Fuente: *Directrices del IPCC de 2006*

Tabla 303. 4.A.2. Tierras convertidas en tierras forestales: factor R

Categoría	Factor R
Tierras de cultivo	0,2
Pastizales ARI-COQ	2,8
Pastizales VAL-BIO	4
Pastizales ARA-AIS	4,67
Pastizales MAG	2,8

Fuente: *Directrices del IPCC de 2006*

**Pérdidas de biomasa:** se calculan a partir de las estadísticas de consumo de madera y leña (datos de actividad) y se utiliza la densidad y factores de expansión detallados previamente.

### 6.4.3.2. Materia Orgánica Muerta

#### 6.4.3.2.1. Método

##### **Tierras forestales que permanecen como tal**

Se considera una metodología de Nivel 1 para el caso de la materia orgánica muerta de las tierras forestales que permanecen como tal, ya que no se reportan cambios en este depósito de carbono, pues se asumen en equilibrio. La excepción la constituyen las tierras con cambio de cobertura, sustitución y restitución, donde se considera la metodología como tierras en conversión para la materia orgánica muerta. Se utiliza una metodología de Nivel 1, para las tierras forestales sustituidas desde bosque nativo a plantación forestal, por lo que se considera la emisión de toda la materia orgánica muerta en el año del cambio de cobertura. Por otra parte, las tierras que se restituyen desde plantaciones a bosque nativo acumulan materia orgánica durante un período de transición que para estos efectos es de 20 años. No se considera acumulación de materia orgánica muerta en las plantaciones forestales debido a la intensidad de manejo a la que son sometidas.

##### **Tierras convertidas en tierras forestales**

El cambio anual en las existencias de carbono en la materia orgánica muerta se estimó aplicando la Ecuación 2.23; Capítulo 2; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*.

Ecuación 71. 4.A.2. Tierras convertidas en tierras forestales: cambio anual en las existencias de carbono en madera muerta y hojarasca debido a la conversión en el uso de la tierra

$$\Delta C_{DOM} = \frac{(C_n - C_o) \cdot A_{on}}{T_{on}}$$

Fuente: Ecuación 2.23; Capítulo 2; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- $\Delta C_{DOM}$  = Cambio en las existencias anuales de carbono en madera muerta (t C año<sup>-1</sup>),
- $C_o$  = Existencias de madera muerta bajo la categoría anterior de uso de la tierra (t C año<sup>-1</sup>),
- $C_n$  = Existencias de madera muerta bajo la nueva categoría de uso de la tierra (t C año<sup>-1</sup>),
- $A_{on}$  = Superficie convertida a la nueva categoría de uso de la tierra (ha), y
- $T_{on}$  = Lapso de tiempo en el que se produce la transición de la antigua a la nueva categoría de uso de la tierra, años (20 años).

#### 6.4.3.2.2. Datos paramétricos

La materia orgánica muerta considera dos categorías, la madera muerta y la hojarasca, en el caso del país se cuenta con información de la madera muerta para los bosques naturales, árboles muertos en pie y residuos leñosos gruesos, que provienen del IFN. La medición de los residuos

gruesos se realiza a través de transectos, residuos que corresponden a ramas y troncos de árboles y arbustos que tienen un diámetro de intersección con el transecto mayor o igual a 10 cm. La información se encuentra diferenciada por tipo forestal (Tabla 304), se considera un contenido de carbono país específico de acuerdo a estudio de Gayoso *et al.* (2002).

Tabla 304. 4.A.1. Tierras forestales: madera muerta (residuos gruesos y árboles muertos en pie) por tipo forestal

Tipo forestal	Residuos gruesos	Árboles Muertos en pie	Total t/ha	Factor de carbono <sup>1</sup>	Carbono (t/ha)
	t/ha				
ALERCE	78,6	204,4	282,9	0,43	121,4
*CIPRES DE LAS GUAITECAS			0,0	0,43	0,0
ARAUCARIA <sup>2</sup>	134,4	176,6	311,0	0,43	133,4
*CIPRES DE LA CORDILLERA			0,0	0,43	0,0
LENGA	71,4	29,8	101,2	0,43	43,4
COIHUE DE MAGALLANES	316,5	10,1	326,6	0,43	140,1
ROBLE-RAULI-COIHUE	92,0	31,3	123,3	0,43	52,9
COIHUE-RAULI-TEPA	124,3	49,1	173,4	0,43	74,4
ESCLEROFILO	27,2	11,8	38,9	0,43	16,7
SIEMPREVERDE	104,4	46,7	151,1	0,43	64,8

\* No se cuenta con información suficiente

<sup>1</sup> fracción de carbono país específico (Gayoso *et al.*, 2002)

Fuente: Equipo INFOR a partir de información del IFN.

Para la información de la hojarasca se utiliza los valores de referencia de las *Directrices del IPCC de 2006* adecuados a las regiones y clima del país, según Tabla 305.

Tabla 305. 4.A.1. Tierras forestales: biomasa de hojarasca y contenido de carbono

Regiones	Clima	Factor carbono	Biomasa (t/ha)	Broadleaf deciduos tC/ha
ARI a MAU	Warm temperate - Dry	0,37	76,22	28,2
BIO a LAG	Warm temperate -Moist	0,37	35,14	13,0
AIS a MAG	Cold temperate moist	0,37	43,24	16,0

Fuente: Tabla 2.2, Cap. 2, Vol. 4, *Directrices del IPCC de 2006*.

### 6.4.3.3. Carbono del suelo

#### 6.4.3.3.1. Método

Chile no cuenta con información detallada de carbono del suelo, no obstante, para contar con un inventario de gases completo en cuanto a la inclusión de los depósitos de carbono, esta serie temporal ha incluido el cálculo a partir de los valores de referencia que entrega las *Directrices del IPCC de 2006*. El cambio anual del depósito de carbono del suelo se determina considerando el método por defecto de las *Directrices del IPCC de 2006* para suelos minerales, de acuerdo a la Ecuación 2.25

Ecuación 72. Tierras convertidas en tierras forestales: cambio anual en las existencias de carbono en madera muerta y hojarasca debido a la conversión en el uso de la tierra

$$\Delta C_{Mineral} = \frac{(SOC_0 - SOC_{(0-T)})}{D}$$

$$SOC = \sum_{c,s,i} (SOC_{REF_{c,s,i}} * FLU_{c,s,i} * FMG_{c,s,i} * A_{c,s,i})$$

Fuente: Ecuación 2.25; Capítulo 2; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- $\Delta C_{Mineral}$  = Cambio anual en las existencias de carbono de suelos minerales (t C año<sup>-1</sup>),
- $SOC_0$  = Existencias de carbono orgánico del suelo en el último año de un período de tiempo del inventario (t C),
- $SOC_{(0-T)}$  = Existencias de carbono orgánico del suelo al comienzo de un período de tiempo del inventario (t C),
- $SOC_0$  y  $SOC_{(0-T)}$  son calculados usando la ecuación de SOC donde las existencias de carbono del suelo y los factores de cambio de existencias son asignados de acuerdo al uso de la tierra y las actividades de manejo y las correspondientes áreas a cada uno de los puntos en el tiempo (tiempo=0 y tiempo=0-T)
- T = cantidad de años de un período de inventario dado, año
- D = Dependencia temporal de los factores de cambio de existencias, que es el lapso por defecto para la transición entre los valores de equilibrio del SOC, año. Habitualmente 20 años, pero depende de las hipótesis que se apliquen en el cálculo de los factores FLU, FMG y FI. Si T es mayor que D, úsese el valor de T para obtener la tasa anual de cambio durante el tiempo de inventario (0 – T años).
- c representa las zonas climáticas, s los tipos de suelo, e i el conjunto de sistemas de gestión que se dan en un país dado.
- $SOC_{REF}$  = las existencias de carbono de referencia, t C ha<sup>-1</sup>
- $F_{LU}$  = factor de cambio de existencias para sistemas de uso de la tierra o subsistemas de un uso de la tierra en particular, sin dimensión  
[Nota: FND se sustituye por FLU en el cálculo del C en suelos forestales para estimar la influencia de los regímenes de perturbaciones naturales.
- $F_{MG}$  = factor de cambio de existencias para el régimen de gestión, sin dimensión
- $F_I$  = factor de cambio de existencias para el aporte de materia orgánica, sin dimensión
- A = superficie de tierra del estrato que se estima, (ha) toda la tierra del estrato debe tener condiciones biofísicas (es decir, clima y tipo de suelo) y una historia de gestión durante el período de inventario en común para que se la pueda considerar en su conjunto con fines analíticos.

### **Tierras forestales que permanecen como tal**

De acuerdo al método por defecto se considera que el carbono del suelo en tierras forestales que permanecen como tal no se modifica por la gestión, por lo que no se reportan cambios anuales en este depósito. La excepción la constituyen las tierras forestales con cambio de cobertura (sustitución y restitución), donde se consideró el cálculo como una conversión de usos de la tierra (Ecuación 2.25 *Directrices del IPCC de 2006*), donde las plantaciones tienen un factor de aporte de materia orgánica ( $F_I$ ) menor debido a la intensidad del manejo que extrae los residuos del suelo.

### Tierras convertidas en tierras forestales

Para el caso de tierras convertidas en tierras forestales se considera la aplicación de la Ecuación 2.25 de las *Directrices del IPCC de 2006*. Se toman los valores de referencia para el carbono del suelo que entregan las *Directrices del IPCC de 2006* así como los factores de cambio que entrega para los distintos tipos de uso de la tierra.

#### 6.4.3.3.2. Datos paramétricos

Se consideran los valores de referencia de *Directrices del IPCC de 2006* de la Tabla 2.3 del Capítulo 2 Volumen 4, que se basan en superficies de tierra que están estratificadas por regiones climáticas y en tipos de suelo por defecto, y se considera el contenido de carbono a una profundidad de 30 cm. Estos valores de referencia de carbono del suelo fueron adaptados a los tipos de suelo y condiciones climáticas del país para las distintas regiones administrativas. Para esto se recurrió a fuentes de información (CIREN, Catastro de Superficies Agropecuarias y juicio experto) del país que dan cuenta del tipo de suelo que existe en cada región. Esta información se cruzó con la información de la cobertura de bosques naturales del país proveniente del Catastro de Usos Vegetacionales (CONAF) que da cuenta de los bosques naturales del país. Luego, se estableció la participación del tipo de suelo que existe en cada región y se calculó ponderando el valor de referencia por la participación del tipo de suelo en la región (Tabla 306). Este método permitió adaptar a la variedad de situaciones de suelos del país los valores de referencia de las *Directrices del IPCC de 2006*.

La información de factores de cambio de existencias se consideró en base a las tablas publicadas por las *Directrices del IPCC de 2006*. Los factores de cambio de las existencias se definen a grandes rasgos e incluyen: 1) un factor de uso de la tierra ( $F_{LU}$ ) que refleja los cambios en las existencias de carbono relacionados con el tipo de uso de la tierra, 2) un factor de gestión ( $F_{MG}$ ) que representa la principal práctica de gestión específica del sector de uso de la tierra (p. ej. diferentes prácticas de labores en tierras de cultivo), y 3) un factor de aporte ( $F_i$ ) que representa los distintos niveles de aporte de carbono al suelo.

Tabla 306. 4.A.1. Tierras forestales: carbono de referencia estimado por regiones administrativas de país.

Región	SOC ref
Arica y Parinacota	22,80
Tarapacá	30,40
Antofagasta	30,40
Atacama	28,50
Coquimbo	34,20
Valparaíso	38,00
Metropolitana	38,00
O'Higgins	37,86
Maule	39,13
Biobío	78,20
Araucanía	79,05
Los Ríos	74,49
Los Lagos	79,99



Región	SOC ref
Aisén	116,00
Magallanes	102,20

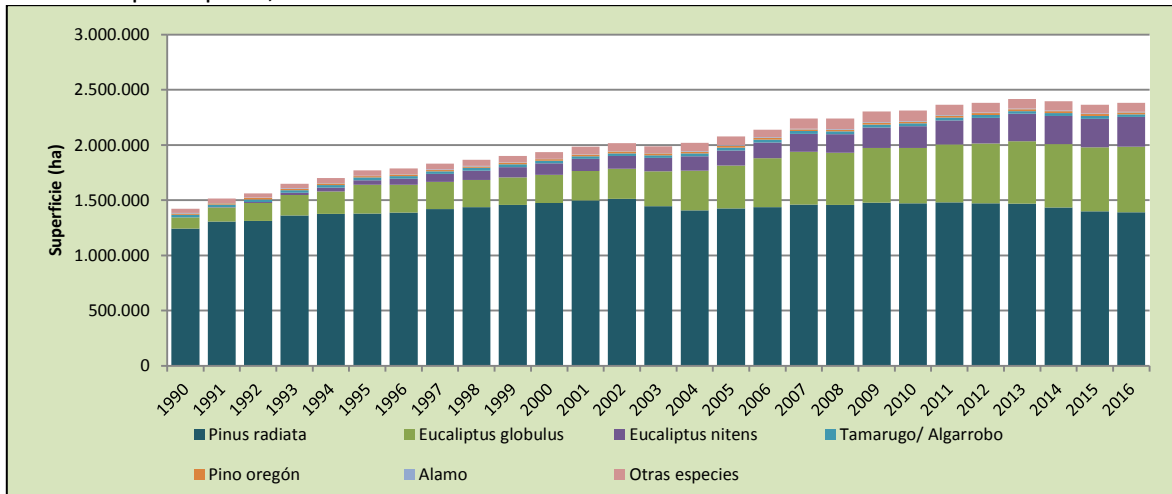
Fuente: Elaborado por equipo sectorial UTCUTS a partir de Valores de Referencia de *Directrices del IPCC de 2006*.

#### 6.4.3.4. Datos de actividad estadísticos

En general se realizó una revisión exhaustiva de los datos de actividad estadísticos colectados para la construcción de la serie 1990-2013 y se colectaron nuevos datos de actividad considerando la serie 1990-2016.

**Superficie de plantaciones forestales** la información de superficie de plantaciones se origina en el Programa de Actualización Permanente de Plantaciones Forestales de INFOR y da cuenta de la superficie de plantaciones que está creciendo en el país. La Figura 142 muestra el detalle de la serie temporal de superficie de plantaciones forestales diferenciada por especies.

Figura 142. 4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales: superficie (ha) de plantaciones forestales por especie, serie 1990-2016

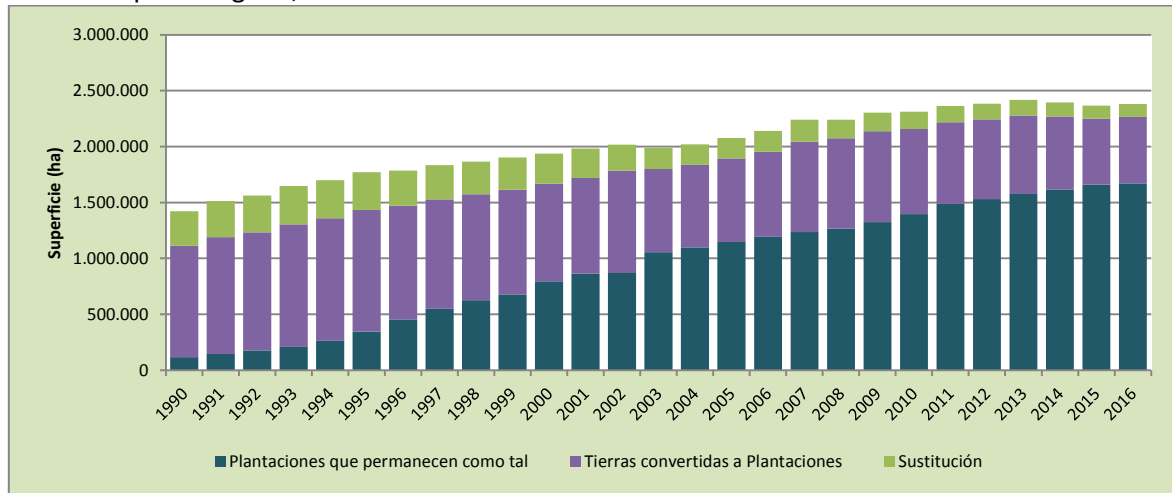


Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

**Superficies de conversión a plantaciones:** a partir de las matrices de cambio de uso de la tierra de las actualizaciones regionales del Catastro de CONAF se estiman las superficies de tierras convertidas anualmente a plantación forestal.

La Figura 143 muestra la superficie de plantaciones según categoría evaluada en el INGEI, plantaciones que permanecen como tal, superficie sustituida desde bosque nativo a plantación y por ultimo las tierras convertidas a plantaciones forestales.

Figura 143. 4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales: superficie (ha) de plantaciones forestales por categoría, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

**Superficie de bosques de segundo crecimiento (Renovales):** los renovales son bosques que se consideran en la contabilidad del inventario pues son bosques que surgieron de perturbaciones, como incendios forestales en bosques primarios. De acuerdo al criterio utilizado hasta la anterior actualización del INGEI, dicho equilibrio se lograba cuando los árboles alcanzan los 50 cm de diámetro medio cuadrático. Un estudio realizado por el INFOR demuestra que en los tipos forestales más abundantes, el crecimiento continúa después de que el bosque alcanza los 50 cm de diámetro medio cuadrático. Se presenta una tabla con crecimiento anual corriente de los últimos 10 años de 4 tipos forestales (Roble Raulí Coigüe, Siempreverde, Coigüe Raulí Tepa y Lengua). En todos los casos el crecimiento continúa sobre los 50 cm de DMC. Con esta información, se decidió cambiar el criterio existente y por lo tanto el nuevo límite para considerar que un bosque llegó a su estado de equilibrio en términos de absorciones será de 60 cm.

En base a la información de variables de estado del IFN (INFOR) y de las superficies clasificadas como *Renovales* y *Bosque adulto renoval* del *Catastro de usos Vegetacionales* (CONAF), se aplica una regla simple de transición de estado, basada en el incremento periódico anual en área basal, por tipo forestal. A partir de esta proyección de crecimiento, las superficies así clasificadas en el Catastro pasaron a constituir automáticamente bosques adultos en equilibrio, al alcanzar o superar un diámetro medio cuadrático de 60 cm. El cálculo y clasificación está supeditado a la disponibilidad de datos de parcelas permanentes del IFN. En zonas sin información, donde no es posible realizar una proyección, se mantuvieron los datos provenientes de las últimas actualizaciones de Catastro, sin hacer crecer el bosque (Figura 144, Tabla 308).

**Superficie de bosque nativo manejado:** proviene del Sistema de Actualización y Fiscalización Forestal (SAFF) de CONAF, que se detalla por tipo forestal, tipo de manejo y región administrativa. Dado que CONAF tiene información acerca de los planes de manejo aprobados cada año, pero no cuenta con la información acerca de los planes efectivamente ejecutados, se asumió que “plan aprobado es plan ejecutado el mismo año de su aprobación”, haciendo un símil con la cosecha forestal, en el sentido que todo lo cosechado es emitido el año de la cosecha. Los manejos ejecutados en bosque nativo se realizan en diferentes fases del desarrollo de un bosque (Tabla 307); para evitar doble contabilidad, la superficie que corresponde a las cortas intermedias o

raleos que se realizan en una fase de desarrollo de bosque latizal-fustal (fase 2) se excluyen de esta superficie por estar considerada en la superficie de renovales (Figura 144 y Tabla 308).

Tabla 307. 4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales: tipos de manejos asignados a cada fase

Fases	Tipo de manejo
Fase 1	Clareos, eliminación de especies vegetales exóticas invasoras, corta bosque quemado, corta de liberación, corta de limpieza, corta de mejoramiento, corta de recuperación, corta final, corta por artículo 19, corta preparatoria, corta de regeneración, descepa, enriquecimiento ecológico, estimulación de la regeneración, plantación suplementaria, raleo a desecho, reforestación, revegetación, siembra directa.
Fase 2	Corta intermedia, corta sanitaria, poda, poda baja, poda con fines no madereros, poda de formación, raleo, raleo con fines no madereros, raleo latizal, raleo fustal, raleo productivo.
Fase 3	Anillamiento, corta preparatoria.

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

**Superficie de reservas y parques nacionales:** esta información proviene de la cobertura del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) denominada Límite Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas (CONAF, 2013). Esta cartografía contiene los límites de las unidades que componen el SNASPE; dichos límites corresponden a la representación en el territorio de lo que establece el Decreto de Creación asociado a cada unidad, para cada categoría establecida; esto es Parque Nacional, Monumento Natural y Reserva Nacional. Para cada una de las unidades se entrega el área en hectáreas. De esta cobertura se excluye la superficie que clasifica como renoval ya que esta contabilizada en la categoría Renovales. Se considera toda la superficie que tiene menos de 60 cm de DMC para efectos de la contabilidad de emisiones y absorciones. La superficie que alcanza los 60 cm se considera que se encuentra en equilibrio y no contabiliza absorciones.

Para *Tierras convertidas en tierras forestales* se consideró la superficie anual de Tierras de Cultivo, Pastizales, Humedales, Asentamientos y Otras Tierras que se convierten a bosque nativo o plantación forestal. Dichos datos obtenidos de los informes del *Catastro Vegetacional* de CONAF, fueron desagregados por región y por tipo de uso de la tierra. También se requirió la interpolación o extrapolación de datos a partir de dichos informes para algunos años.

**Superficie de tierras convertidas a bosque nativo:** La superficie de tierras que se convierte a bosque nativo proviene de la matriz de cambio de uso de la tierra que genera CONAF. El bosque nativo resultante de la conversión puede identificarse si es renoval u otro tipo de bosque nativo, si se clasifica como renoval, entonces las absorciones no se contabilizan en la categoría de conversión pues ya están consideradas en la categoría renoval, y así se evita una doble contabilidad.

Toda la información de superficie de bosque nativo se resume en la Tabla 308 y Figura 144.

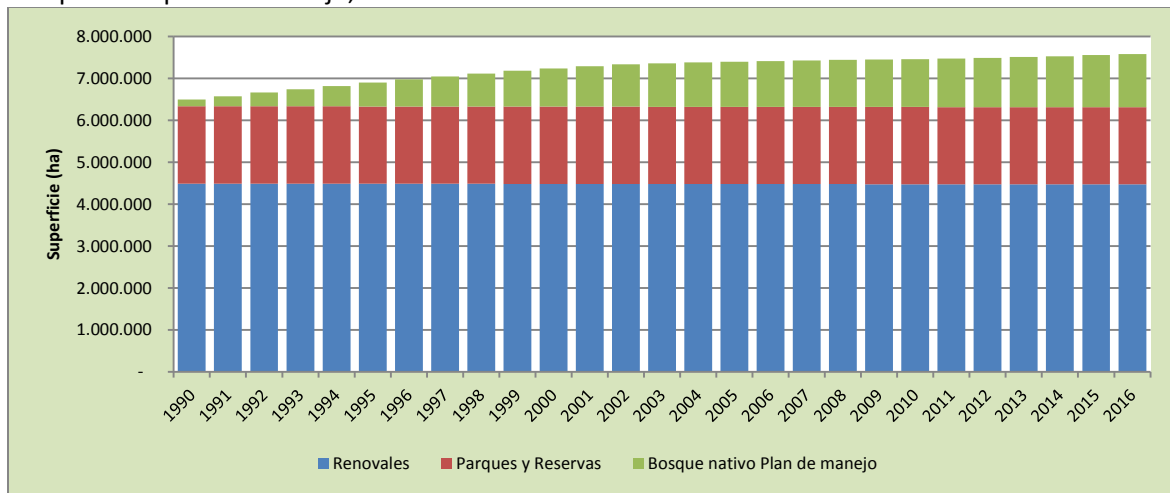
Tabla 308. 4.A.1. Tierras forestales: superficies de bosque nativo bajo gestión

Año	Superficie (ha)						Total
	Renovales	Parques y Reservas	Bosque nativo con Plan de manejo	Restitución	Tierras Convertidas a Bosque Nativo	Bosque nativo en equilibrio	
1990	4.487.884	1.845.445	157.798	4.667	31.573	15.451	6.542.819
1991	4.487.319	1.845.285	238.736	9.230	63.147	16.177	6.659.893
1992	4.486.634	1.845.122	330.869	13.793	94.720	17.024	6.788.163
1993	4.485.981	1.844.960	405.308	18.356	126.293	17.839	6.898.738

Año	Superficie (ha)						
	Renovales	Parques y Reservas	Bosque nativo con Plan de manejo	Restitución	Tierras Convertidas a Bosque Nativo	Bosque nativo en equilibrio	Total
1994	4.485.215	1.844.782	485.382	22.920	157.867	18.783	7.014.948
1995	4.484.555	1.844.606	570.230	27.483	189.440	19.619	7.135.933
1996	4.483.966	1.844.462	646.970	32.046	221.013	20.352	7.248.809
1997	4.483.286	1.844.273	715.017	36.609	252.587	21.221	7.352.992
1998	4.482.432	1.844.040	789.257	41.172	284.160	22.308	7.463.369
1999	4.481.590	1.843.760	854.615	45.735	315.733	23.431	7.564.864
2000	4.480.842	1.843.534	910.643	50.298	347.306	24.404	7.657.028
2001	4.480.134	1.843.319	965.409	54.861	378.880	25.327	7.747.930
2002	4.479.409	1.843.140	1.008.991	56.426	404.121	26.231	7.818.318
2003	4.478.699	1.842.955	1.036.606	58.070	429.363	27.126	7.872.820
2004	4.477.993	1.842.752	1.059.133	59.715	454.604	28.035	7.922.232
2005	4.477.260	1.842.544	1.077.405	61.359	479.846	28.976	7.967.391
2006	4.476.560	1.842.350	1.093.864	63.004	505.087	29.870	8.010.736
2007	4.475.881	1.842.170	1.106.969	64.648	530.329	30.730	8.050.727
2008	4.475.155	1.841.957	1.121.489	65.784	554.403	31.668	8.090.456
2009	4.474.452	1.841.751	1.132.626	66.943	578.477	32.577	8.126.827
2010	4.473.677	1.841.513	1.143.276	63.540	570.978	33.589	8.126.574
2011	4.472.790	1.841.235	1.158.241	60.136	563.479	34.756	8.130.636
2012	4.471.812	1.840.929	1.174.437	56.733	555.979	36.039	8.135.930
2013	4.470.865	1.840.646	1.196.175	53.330	548.480	37.269	8.146.766
2014	4.469.894	1.840.351	1.216.926	49.926	540.981	38.536	8.156.614
2015	4.468.805	1.839.996	1.242.895	46.523	533.482	39.980	8.171.680
2016	4.467.620	1.839.338	1.271.748	43.119	525.982	41.823	8.189.630

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Figura 144. 4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tal: Renovales, Parques y Reservas y Bosques con plan de manejo, serie 1990-2016

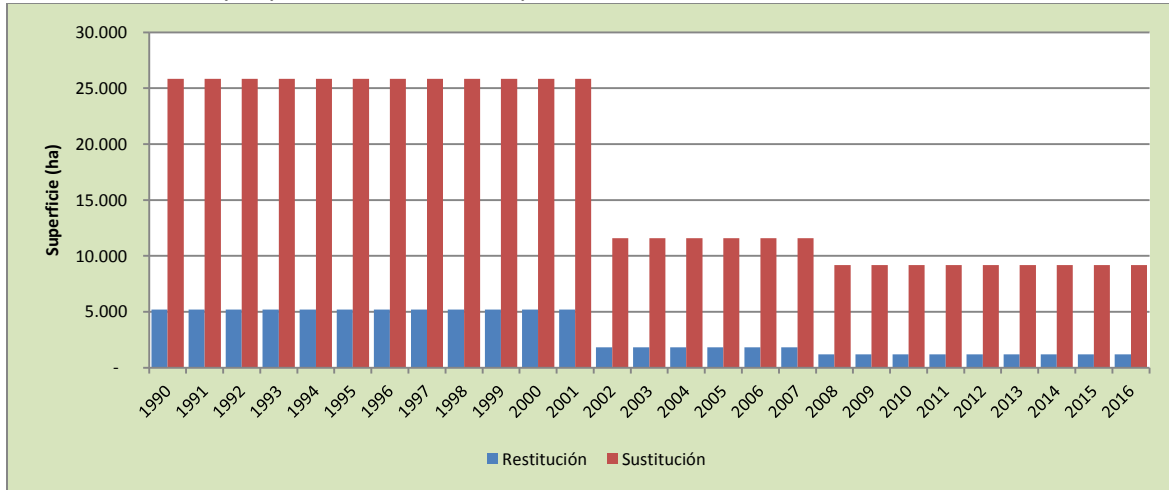


Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

**Superficies de sustitución y restitución:** A partir de las matrices de cambio de uso de la tierra de las actualizaciones regionales del Catastro (CONAF), se estiman las superficies de tierras restituidas a tierras forestales nativas y sustituidas a plantaciones forestales desde 1990 (Figura 145). Se

pueden ver distintas tasas de sustitución y restitución que se explican por las actualizaciones de la cobertura del *Catastro de los recursos vegetacionales nativos de Chile*.

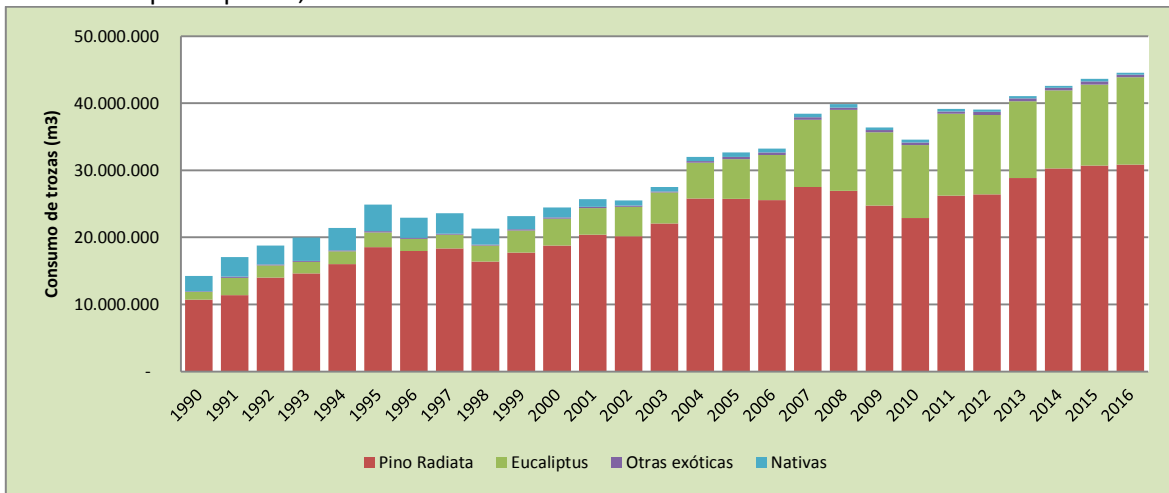
Figura 145. 4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales: superficie (ha) restituida a tierras forestales nativas y superficie convertida a plantaciones forestales, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

**Cosecha de madera comercial:** el dato estadístico principal es el volumen de cosecha comercial de trozas, dato generado por INFOR (Figura 146). Los datos paramétricos usados son factores de expansión de biomasa comercial a biomasa total aérea (Gayoso *et al.*, 2002), relación entre biomasa subterránea y aérea (Gayoso *et al.*, 2002) y densidad básica de la madera.

Figura 146. 4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales: volumen (m<sup>3</sup>) de trozas cosechadas por especies, serie 1990-2016

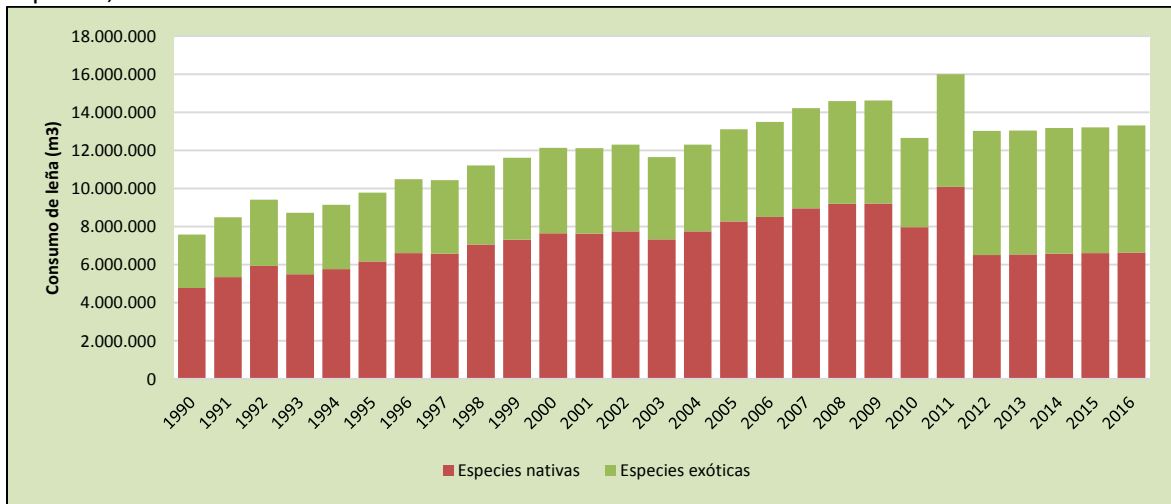


Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

**Cosecha de leña:** A pesar de su importancia, existen pocos estudios que estimen el consumo nacional de leña y derivados (aserrín, viruta, corteza y despuntes, entre otros). En 1994, el Instituto Forestal publicó una primera estimación (INFOR, 1994), a la cual seguiría el estudio realizado por Gómez-Lobo y su equipo (Gómez-Lobo *et al.*, 2006). Ambas estimaciones fueron

bastante consistentes entre sí, y coincidentes con las estimaciones anuales publicadas por la Comisión Nacional de Energía hasta el 2011. Entre los años 2012 y 2014 se produjo un vacío de información y en el año 2015 la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) publicó una nueva estimación (CDT, 2015), cuyos resultados se alejan significativamente de las estimaciones anteriores, y de otros estudios que se han realizado a nivel regional considerando una notable disminución del consumo de leña (Reyes *et al.*, 2018). Por esta razón, se estimó el valor de consumo para el período 2012-2016 considerando los estudios anteriores y el estudio de la CDT sólo de manera referencial (ANEXO 09.02) (Figura 147).

Figura 147. 4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales: volumen (m<sup>3</sup>) de leña por especies, serie 1990-2016



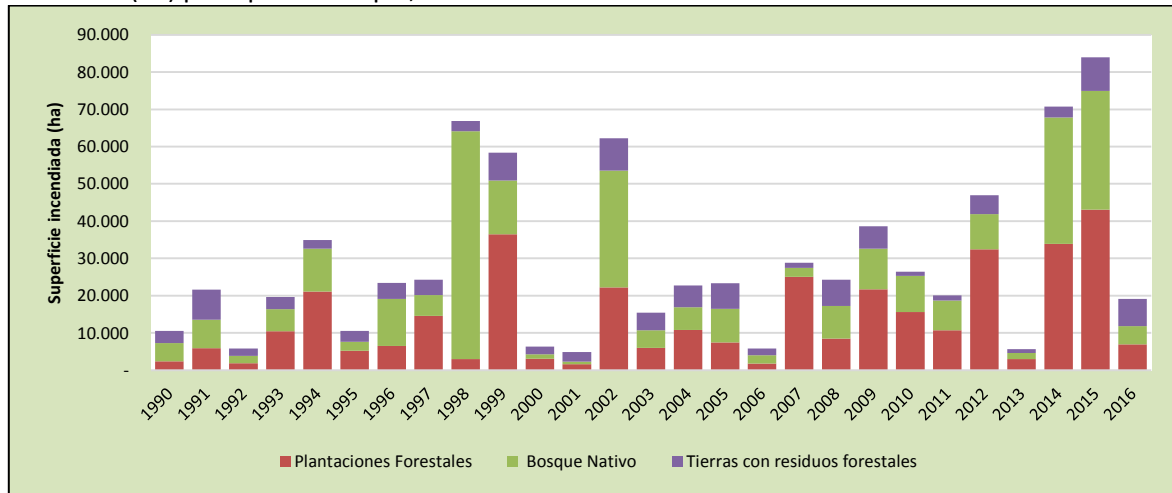
Nota: Las cifras de consumo de leña (en miles de toneladas), del Balance de Energía (CNE), han sido transformadas a miles de m<sup>3</sup>, según antecedentes aportados por el estudio de INFOR (1992a), el cual indica que la proporción de leña en el total "leña y sus derivados" es de un 73,7 %.

\* Proyección de consumo de leña para 2012 a 2016

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

**Superficie de Incendios forestales:** el dato estadístico principal es la superficie anual de incendios de bosque nativo, de plantaciones forestales y superficie de incendios en tierras forestales con residuos forestales (Gerencia Manejo del Fuego, CONAF) (Figura 148).

Figura 148. 4.A.1. Tierras forestales que permanecen como tales: superficie anual afectada por incendios (ha) por tipo de bosque, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

#### 6.4.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de categoría, para el 2016, ha sido estimada para cada componente o especie. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 309.

Tabla 309. 4.A.1. Tierras forestales: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
4.A.1.a.i.1.	Renovales	CO <sub>2</sub>	2%	2%	44%	44%	45%	45%
4.A.1.a.i.2.	Planes de manejo (Ley Bosque nativo)	CO <sub>2</sub>	0%	0%	44%	44%	44%	44%
4.A.1.a.i.3.	Parques y reservas nacionales	CO <sub>2</sub>	2%	2%	44%	44%	45%	45%
4.A.1.a.ii.	Plantaciones forestales	CO <sub>2</sub>	8%	8%	36%	36%	37%	37%
4.A.1.b.i.1.	Trozos P. radiata	CO <sub>2</sub>	10%	10%	36%	36%	37%	37%
4.A.1.b.i.2.	Trozos Eucalyptus spp.	CO <sub>2</sub>	10%	10%	36%	36%	37%	37%
4.A.1.b.i.3.	Trozos otras exóticas	CO <sub>2</sub>	10%	10%	36%	36%	37%	37%
4.A.1.b.i.4.	Trozos especies nativas	CO <sub>2</sub>	10%	10%	44%	44%	45%	45%
4.A.1.b.ii.1.	Leña especies nativas	CO <sub>2</sub>	20%	20%	44%	44%	48%	48%
4.A.1.b.ii.2.	Leña especies exótica	CO <sub>2</sub>	20%	20%	36%	36%	41%	41%
4.A.1.b.iii.1.a.	Incendios Bosque nativo	CO <sub>2</sub>	15%	15%	48%	48%	50%	50%
4.A.1.b.iii.1.b.	Incendios Plantaciones forestales	CO <sub>2</sub>	15%	15%	39%	39%	42%	42%
4.A.1.b.iii.1.a.	Incendios Bosque nativo	CH <sub>4</sub>	15%	15%	108%	108%	109%	109%
4.A.1.b.iii.1.b.	Incendios Plantaciones forestales	CH <sub>4</sub>	15%	15%	107%	107%	108%	108%
4.A.1.b.iii.1.a.	Incendios Bosque nativo	N <sub>2</sub> O	15%	15%	90%	90%	91%	91%
4.A.1.b.iii.1.b.	Incendios Plantaciones forestales	N <sub>2</sub> O	15%	15%	90%	90%	91%	91%
4.A.1.b.iv.	Quema controlada de residuos forestales	CH <sub>4</sub>	15%	15%	107%	107%	108%	108%
4.A.1.b.iv.	Quema controlada de residuos forestales	N <sub>2</sub> O	15%	15%	90%	90%	91%	91%
4.A.1.c.i.	Restitución	CO <sub>2</sub>	19%	19%	32%	32%	37%	37%

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

Los errores de estimación se buscaron en las fuentes de origen de los datos. En algunos casos, cuando no se pudo encontrar el error de estimación, este se calculó a partir de los datos originales o a partir de una recopilación de diferentes fuentes, como es el caso de la densidad de madera. Cuando no se pudo obtener el error de estimación de los datos país específicos se recurrió a los ejemplos de errores entregados por las *Directrices del IPCC de 2006* para datos de actividad estadísticos y paramétricos. Este es el caso de los valores de crecimiento y existencias de plantaciones forestales y de la superficie incendiada anualmente.

En el caso de bosque nativo, las incertidumbres mayores se encuentran asociadas a los factores de emisión, donde los más importantes son los factores de expansión de biomasa subterránea con valores de 40 % seguido por factores de expansión de biomasa aérea (18 %). En el caso de las plantaciones también los mayores valores están asociados a los factores de expansión de biomasa subterránea y aérea con valores de 30 % y 18 % respectivamente.

Los valores de crecimiento y volumen acumulado de plantaciones forestales donde *P. radiata* y *Eucalyptus* son preponderantes, son determinados empleando los simuladores de crecimiento de *P. radiata* y *Eucalyptus* (Insigne y Eucasim), los que no entregan errores de estimación. Los valores de crecimiento y volumen acumulado de las otras especies evaluadas en plantaciones forestales se obtuvieron a partir de la serie de inventario 1986-2006 y tampoco se encontraron errores de estimación.

#### **6.4.5. Consistencia de la serie temporal**

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Cuando se realizaron cambios de actividad paramétrica o de factor de emisión, los recálculos realizados cubrieron la serie temporal completa.

#### **6.4.6. Procedimiento de garantía y control de calidad**

##### **6.4.6.1. Control de la calidad**

Durante la actualización del ISGEI de UTCUTS se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de UTCUTS. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_4UTCUTS*. Un resumen de las actividades de control de calidad se puede encontrar en el ANEXO 11.01.

##### **6.4.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *UTCUTS*, el Equipo Técnico de UTCUTS ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del



ISGEI de UTCUTS como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_4UTCUTS*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

#### **6.4.6.3. Verificación**

El procedimiento de verificación consistió en realizar comparaciones de los factores de emisión, específicamente crecimientos de plantaciones con la información proporcionada en las *Directrices del IPCC de 2006*, no existiendo diferencias significativas en el crecimiento de las plantaciones. En el caso particular de los bosques nativos de Chile, no existe información en estas guías que permita hacer comparaciones.

#### **6.4.7. Recálculos**

##### **6.4.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras**

Para esta subcategoría se realizaron mejoras en la gestión de los datos de actividad, se incluyeron nuevos sumideros y se desarrollaron factores de emisión país específicos con mayor detalle. Esto llevó a realizar recálculos en las siguientes áreas:

##### ***Superficie de renovales***

Se redefinió el estado de equilibrio de los bosques de renovales, que cambió de 50 cm a 60 cm de DMC. Esto fue analizado por un grupo de expertos del sector y se demostró con datos del IFN que el crecimiento de estos bosques se extiende hasta los 60 cm de DMC.

##### ***Superficie de plantaciones***

Se reconstruyó la serie temporal de las plantaciones de *Eucalyptus nitens*, en la Serie 1990-2013, la superficie de *Eucalyptus nitens* aparecía sólo a partir del año 2007 con toda la plantación acumulada que existía hasta ese momento, en esta serie fue posible reconstruir la serie hasta el inicio de la plantación de esta especie en el año 1991.

##### ***Separación de superficie de plantaciones forestales en tierras forestales que permanecen como tal y en tierras convertidas en tierras forestales***

Fue posible reconstruir la serie temporal de las plantaciones hasta el año 1971, de acuerdo a las recomendaciones de *Directrices del IPCC de 2006* y establecer las superficies de plantaciones que permanecen como tal y que son convertidas a plantaciones con mayor precisión desde el año de inicio de la serie temporal (1990). La superficie total de plantaciones no tiene cambios.

##### ***Superficie de bosque nativo manejado***

La superficie de bosque nativo manejado sufrió dos cambios, el primero fue que CONAF entregó una cifra actualizada de la superficie de manejo de bosque nativo para la serie temporal. El segundo cambio se origina en los comentarios hechos por los revisores respecto al criterio de permanencia de la superficie de bosque nativo manejado que hasta la serie anterior se consideraba la contabilidad sólo por 10 años. Se evaluó este criterio, ante un comité de expertos del sector y se decidió dejar bajo gestión en forma permanente toda la superficie que ingrese bajo manejo en el marco de la ley de bosque nativo.

### ***Superficie convertida a tierras forestales***

La información de la matriz de cambio de uso de la tierra fue más detallada en función de los requerimientos del INGEI, en el caso de la conversión de tierras a bosque nativo, fue posible identificar a qué tipo de bosque detallando tipo forestal y estado de desarrollo pasaban las tierras, de manera de poder adjudicar en forma más precisa el crecimiento asociado a esta conversión. Además, si las tierras pasaron a ser renovales, la biomasa de estos no se contabilizó porque ya está contenida en la categoría de renovales en tierras forestales que permanecen como tal, evitando la doble contabilidad.

### ***Leña de especies exóticas***

Se incorpora la información de consumo de leñas de especies exóticas, hasta las series anteriores se trabajaba bajo el supuesto de que el consumo de estas especies formaba parte de la expansión a árbol completo al considerar el consumo de trozas provenientes de plantaciones. No obstante, se evaluó que este consumo no está considerando en dicha expansión y se considera una fuente de emisión adicional.

### ***Crecimiento en volumen de bosque nativo***

Se avanzó en la recisión de la información de crecimiento de los renovales y se obtuvo del IFN la información de crecimiento diferenciada por clases de DMC (cada 10 cm), esto permite tener una mayor exactitud en la información.

### ***Bosques que se encuentran en Parques y Reservas***

Se incorporó el sumidero de bosques que se encuentra clasificado en el país bajo Parques y Reservas Forestales que pertenecen al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas. Esta superficie se incorpora bajo criterio de comité de expertos del sector que evalúa a estos bosques como bosques bajo gestión. La información de crecimiento se asigna considerando el IFN y la distribución geoespacial de estas áreas. Al igual que los bosques de renovales, están en crecimiento hasta alcanzar los 60 cm de DMC.

### ***Carbono del suelo***

Se incorpora este depósito de carbono, de acuerdo a la recomendación del equipo revisor del inventario, y se realiza de acuerdo al nivel 1 con valores de referencia de las *Directrices del IPCC de 2006*.

### ***Hojasca del suelo***

Se incorpora este depósito de carbono, de acuerdo a la recomendación del equipo revisor del inventario, y se realiza de acuerdo al nivel 1 con valores de referencia de las *Directrices del IPCC de 2006*.

## **6.4.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión**

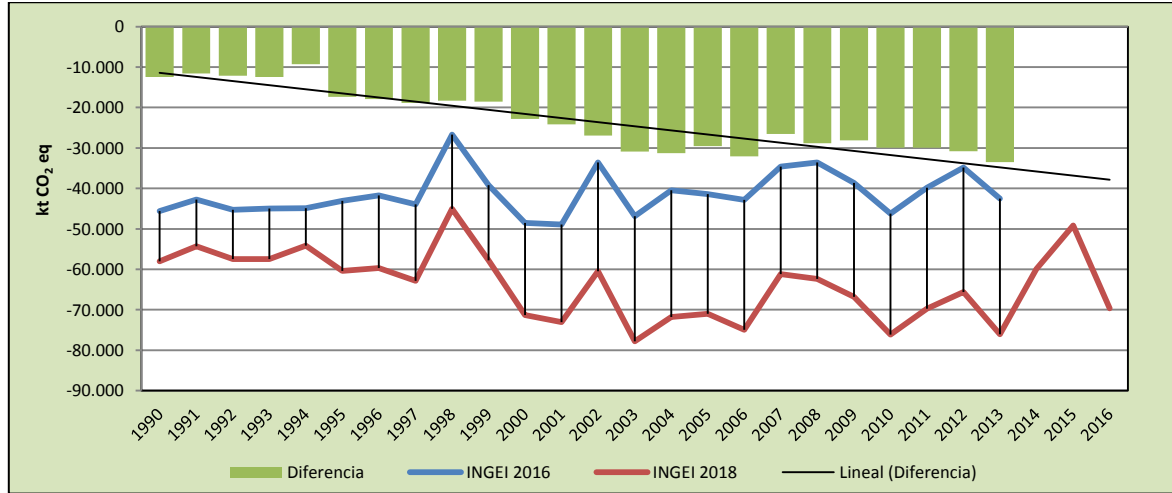
En la Tabla 310 y Figura 149 se observa cómo variaron las emisiones de CO<sub>2</sub> de esta categoría respecto del inventario anterior (INGEI2016). La diferencia se debe principalmente a los ajustes previamente descritos. Esto generó un aumento del balance de CO<sub>2</sub> (mayor capacidad de absorción) de la subcategoría en un promedio de -23.091,8kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1990-2013.

Tabla 310. 4.A.1. Tierras forestales: comparación entre el balance de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	45.598,5	48.520,4	46.234,6	42.548			
INGEI2018	58.049,6	71.325,9	76.160,8	76.076,4	59.907,0	49.144,0	69.646,6
Diferencia	12.451,1	22.805,5	29.926,2	33.527,5			
Diferencia %	21,4%	32,0%	39,3%	44,1%			

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Figura 149. 4.A.1. Tierras forestales: comparación entre el balance de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

#### 6.4.8. Plan de mejoramiento

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de UTCUTS las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Mejoramiento de la información de biomasa de matorrales arborescentes que constituyen parte del bosque nativo.
- Incorporación de información disponible de hojarasca.
- Avanzar en generar información de carbono del suelo país-específica en tierras forestales.

#### 6.5. Tierras de cultivo (4.B.)

##### 6.5.1. Descripción de la categoría

Esta categoría incluye las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> generadas en terrenos arables y labrables, campos de arroz y sistemas agroforestales, en los que la estructura de la vegetación está por debajo de los umbrales utilizados para las *Tierras forestales* y no se espera que los excedan en el futuro. Las *Tierras de cultivo* incluyen todos los cultivos anuales y perennes, así como barbecho temporal en *Tierras de cultivo que permanecen como tales* y en *Tierras convertidas en tierras de cultivo*. Los cultivos pueden ser anuales, bianuales y permanentes, excepto donde el uso de las tierras cumple con los criterios para su categorización como *Tierras forestales*. Se incluyen

también las tierras arables que normalmente se utilizan para cultivos anuales pero que, temporalmente, se emplean para cultivos de forraje o para pastura, como parte de una rotación anual cultivo-pastura (sistema mixto).

De acuerdo a la definición de CONAF corresponde a zonas actualmente destinadas a la producción agropecuaria, incluyendo cereales, horticultura, fruticultura y ganadería. Las tierras de cultivo alcanzan una superficie de 3.127.179 ha en el año 2016, y han ido disminuyendo desde el año 1990 (Tabla 311).

Tabla 311. 4.B. Tierras de cultivo: superficie desde el año 1990 al 2016 (ha)

Uso de la Tierra	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Tierras de Cultivo	3.750.485	3.396.772	3.213.739	3.170.459	3.156.032	3.141.606	3.127.179

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

La cantidad de carbono almacenado en las tierras de cultivo permanentes, así como la emitida o absorbida, depende del tipo de cultivo, de las prácticas de gestión y del suelo y clima. Por ejemplo, los cultivos anuales (cereales, legumbres) se cosechan todos los años, por lo que no hay un almacenamiento de largo plazo del carbono en la biomasa. En cambio, la vegetación leñosa perenne de los huertos, viñas y sistemas agroforestales, puede implicar depósitos de carbono en biomasa de larga vida, donde la cantidad depende del tipo de especies a cultivar, la densidad, las tasas de crecimiento y las prácticas de cosecha y poda.

Habitualmente las conversiones a tierras de cultivo desde tierras forestales y pastizales traen como resultado una pérdida neta de carbono de la biomasa, así como la liberación de N<sub>2</sub>O a la atmósfera. Cuando la tierra con cultivos perennes se vuelve a plantar o cambia a cultivos de tipo anual, la tierra continúa siendo de cultivo; por lo tanto, los cambios en las existencias de carbono deberían estimarse empleando los métodos de cálculo para *Tierras de cultivo que permanecen como tales*.

#### 6.5.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2016, el balance de GEI contabilizó una emisión de 1.551,0 kt CO<sub>2</sub> eq, aumentando en un 144,5 % desde 1990 y disminuyendo en un 3,3 % desde 2013 (Tabla 312 y Figura 150). Las principales causantes de la tendencia de la categoría son las emisiones de las tierras que se convierten en cultivos, donde contribuyen principalmente las tierras forestales y los pastizales.

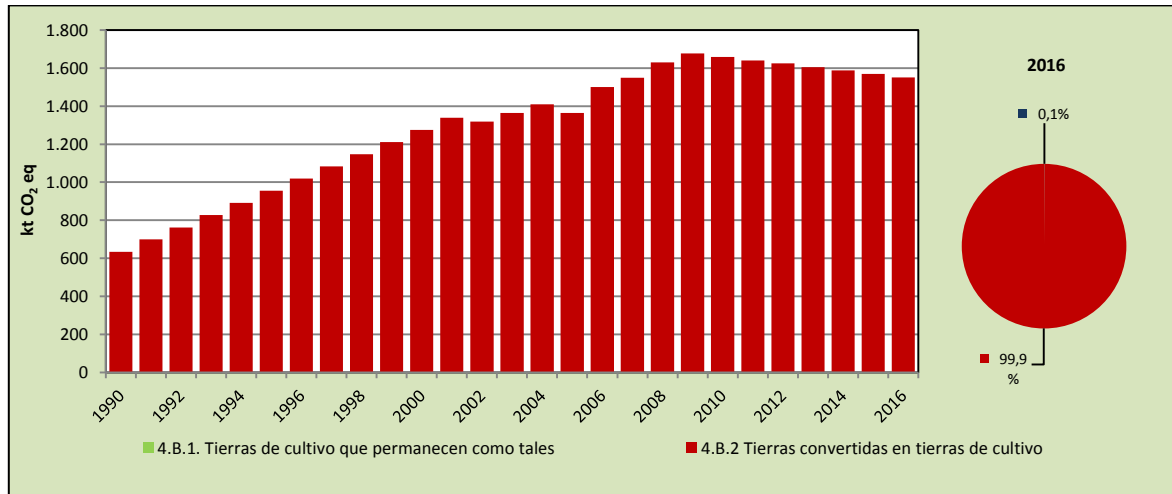
Respecto a las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos por subcategoría, el 0,1 % corresponde a *Tierras de cultivo que permanecen como tales*, seguida de un 99,9 % de *Tierras convertidas en tierras de cultivo*.

Tabla 312. 4.B. Tierras de cultivo: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016.

Subcategoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales	0,4	0,3	0,3	0,1	2,3	1,1	1,1
4.B.2 Tierras convertidas en tierras de cultivo	633,9	1.274,9	1.658,1	1.604,0	1.586,0	1.567,9	1.549,9
<b>Balance</b>	<b>634,4</b>	<b>1.275,2</b>	<b>1.658,4</b>	<b>1.604,1</b>	<b>1.588,3</b>	<b>1.569,0</b>	<b>1.551,0</b>

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Figura 150. 4.B. Tierras de cultivo: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016.



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

### 6.5.2.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales (4.B.1.)

Esta subcategoría incluye las emisiones y absorciones de GEI generadas como resultado de cambios en la biomasa, materia orgánica muerta, carbono del suelo e incendios que ocurren en tierras de cultivo que permanecen en la misma categoría.

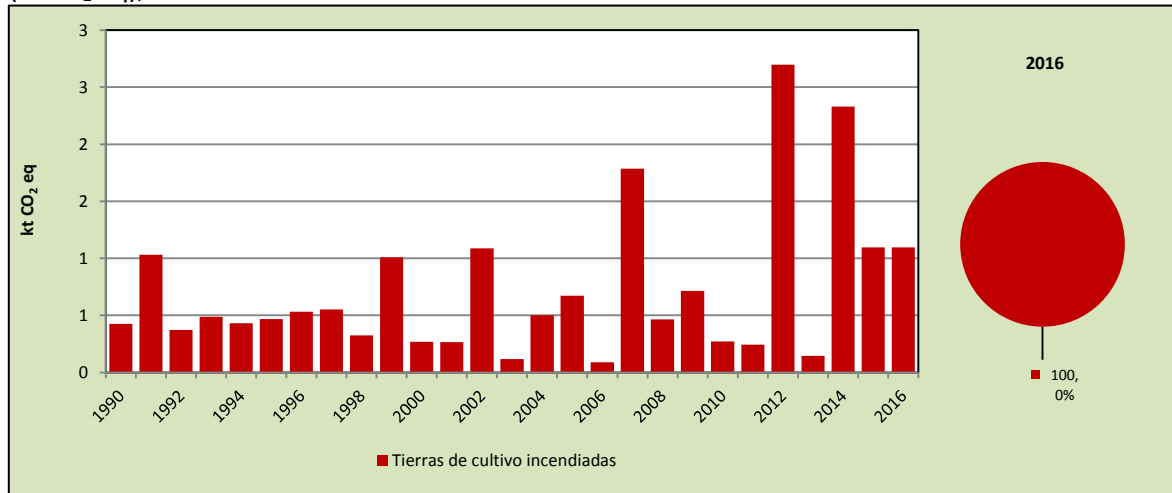
En 2016, el balance de CO<sub>2</sub> de esta subcategoría contabilizó 1,1 kt CO<sub>2</sub> eq -que corresponde a las emisiones de gases no-CO<sub>2</sub> de incendios que ocurren en tierras de cultivo-, aumentando en un 157,5 % desde 1990 y en un 649,7 % desde 2013 (Tabla 313 y Figura 151). Se observa una variabilidad en la serie temporal que se relaciona directamente con la variabilidad de ocurrencia de incendios en el país, los años 2014 al 2016 han tenido una mayor superficie de incendios en tierras de cultivo y como consecuencia una mayor emisión de gases no-CO<sub>2</sub> en esos años.

Tabla 313. 4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Tierras de cultivo incendiadas	0,4	0,3	0,3	0,1	2,3	1,1	1,1
<b>Balance</b>	<b>0,4</b>	<b>0,3</b>	<b>0,3</b>	<b>0,1</b>	<b>2,3</b>	<b>1,1</b>	<b>1,1</b>

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Figura 151. 4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tales: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

### 6.5.2.2. Tierras convertidas en tierras de cultivo (4.B.2.)

Esta subcategoría incluye las emisiones y absorciones de GEI generadas como resultado de cambios en la biomasa, materia orgánica muerta, carbono del suelo e incendios que ocurren en tierras convertidas en tierras de cultivo.

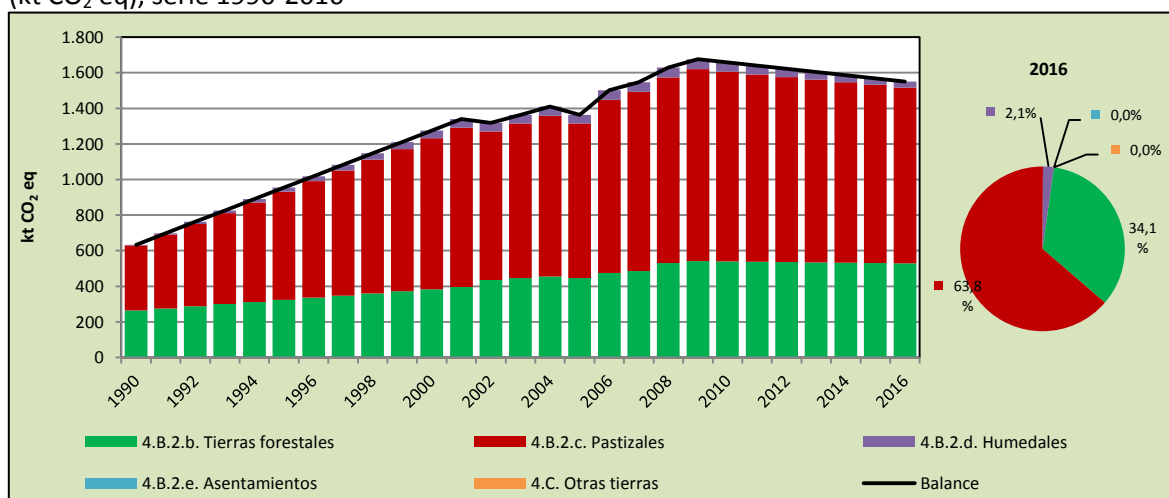
En 2016, el balance de CO<sub>2</sub> de esta subcategoría contabilizó 1.549,9 kt CO<sub>2</sub> eq, aumentando en un 144,5 % desde 1990 y disminuyendo en un 3,4 % desde 2013 (Tabla 314 y Figura 152). Respecto de las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos, las tierras de pastizales convertidas a tierras de cultivo son las de mayor aporte en las emisiones con un 63,8 % seguido por las *Tierras Forestales* con un 34,1 % y finalmente los *Humedales* con un 2,1 %. Esta tendencia se relaciona directamente con los resultados de la superficie de cambio de uso de la tierra, donde las tierras de pastizales son la superficie con mayor cambio a tierras de cultivo.

Tabla 314. 4.B.2. Tierras convertidas en tierras de cultivo: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Subcomponente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
4.B.2.a. Tierras forestales	263,8	384,0	538,9	533,6	531,8	530,1	528,3
4.B.2.b. Pastizales	366,2	847,7	1.066,3	1.027,4	1.014,5	1.001,5	988,6
4.B.2.c. Humedales	3,9	43,2	52,9	43,0	39,7	36,4	33,0
4.B.2.d. Asentamientos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4.B.2.e. Otras tierras	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Balance</b>	<b>633,9</b>	<b>1.274,9</b>	<b>1.658,1</b>	<b>1.604,0</b>	<b>1.586,0</b>	<b>1.567,9</b>	<b>1.549,9</b>

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Figura 152. 4.B.2. Tierras convertidas en tierras de cultivo: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

### 6.5.3. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones y absorciones de GEI de la categoría *Tierras de cultivo* se aplicaron el método Nivel 1 para *Tierras de cultivo que permanecen como tales* y una combinación del método Nivel 1 y Nivel 2 para *Tierras convertidas en tierras de cultivo*. El método Nivel 2 proviene de las estimaciones realizadas para las *Tierras forestales*. Ambos métodos de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006*. En la Tabla 315 se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 315. 4.B. Tierras de cultivos: métodos aplicados por subcategoría

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
4.B.2.a. Tierras de cultivo que permanecen como tales	T1	D	T1	D	T1	D
4.B.2.b. Tierras convertidas en tierras de cultivo	T1, T2, NO	CS, D, NE	T2	CS	T2	CS

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

El cálculo de las emisiones para esta categoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de UTCUTS con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

#### 6.5.3.1. Biomasa

##### 6.5.3.1.1. Método

###### *Tierras de cultivo que permanecen como tal*

Para efectos de la elaboración del INGEI existe una carencia de valores país o región específicos respecto de depósitos de carbono, especialmente en lo que se refiere a biomasa aérea y subterránea de los cultivos perennes, por lo que no es posible realizar el cálculo del cambio anual de biomasa de CO<sub>2</sub> de estas fuentes para la subcategoría *Tierras de cultivo que permanecen como tales*, y se determinan en valor cero, que equivale a considerar que la extracción de biomasa anual

es equivalente al crecimiento de biomasa del mismo año, así se evita sobreestimar las absorciones bajo este concepto.

Las emisiones que considera esta subcategoría son las emisiones de no-CO<sub>2</sub> provenientes de los incendios en tierras cultivadas por lo que se utiliza la Ecuación 70, descrita en la sección 6.4.3.

#### **Tierras convertidas a tierras de cultivo**

Para el caso de las tierras que se convierten a tierras de cultivo, se consideró la cantidad de biomasa que se corta o extrae de los distintos tipos de tierras, utilizando los valores paramétricos que corresponden a cada categoría específica, y bajo un método de nivel 1 se consideró que la biomasa inmediatamente después de la corta tiene un valor de cero, debido a que la tierra se limpia completamente antes de establecer un cultivo.

##### **6.5.3.1.2. Datos paramétricos**

En cuanto a los datos requeridos se considera la información de stock de biomasa que reporta las *Directrices del IPCC de 2006* y un factor de biomasa incendiada establecida por criterio experto en inventarios anteriores (Tabla 316).

Tabla 316. 4.B.1. Tierras de cultivo que permanecen como tal: Datos paramétricos para la determinación de emisiones no-CO<sub>2</sub> de incendios

Tierra	Biomasa aérea (t/ha)	R (t/ha)	Biomasa aérea total (t/ha)	Factor de biomasa incendiada	Biomasa total incendiada (t/ha/año)
Tierras de cultivo	10,0	2	12,0	0,7	8,4

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

#### **6.5.3.2. Materia Orgánica Muerta**

##### **6.5.3.2.1. Método**

##### **Tierras de cultivo que permanecen como tal**

Se consideró el método nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* donde la madera muerta y la hojarasca no están presente en la tierras de cultivo, o en aquellas tierras destinadas a la agroforestería, y este depósito de carbono se encuentra en equilibrio.

##### **Tierras convertidas a tierras de cultivo**

Para el caso de las tierras convertidas a tierras de cultivo se consideró la aplicación del método de nivel 1, donde toda la materia orgánica de las tierras convertidas se emite en el año de la conversión y que no queda materia orgánica muerta en las tierras convertidas.

##### **6.5.3.2.2. Datos paramétricos**

Los valores de materia orgánica muerta corresponden a los datos paramétricos de cada categoría en dicho depósito de carbono.



### 6.5.3.3. Carbono del suelo

#### 6.5.3.3.1. Método

##### **Tierras de cultivo que permanecen como tal**

Debido a que no existe suficiente información que permita determinar los cambios de cultivos que pueden existir dentro de las tierras de cultivo, se considera que el carbono del suelo no presenta cambios dentro de las tierras de cultivo.

##### **Tierras convertidas a tierras de cultivo**

Para el caso de tierras convertidas en tierras de cultivo se considera la aplicación de la Ecuación 2.25 de las *Directrices del IPCC de 2006*.

#### 6.5.3.3.2. Datos paramétricos

Se toman los valores de referencia para el carbono del suelo que entrega *Directrices del IPCC de 2006* adaptados al país y para el caso de las tierras de cultivo se consideran los factores de cambio de acuerdo a la Tabla 317, establecidos por criterio experto.

Tabla 317. 4.B.2. Tierras convertidas a tierras de cultivo: Datos paramétricos para determinar carbono del suelo

Tipos de Usos/vegetación	Regiones	FLU	FMG	FI
Cultivos	ARI a MAU	0,8	1	1
Cultivos	BIO a MAG	0,69	1	1

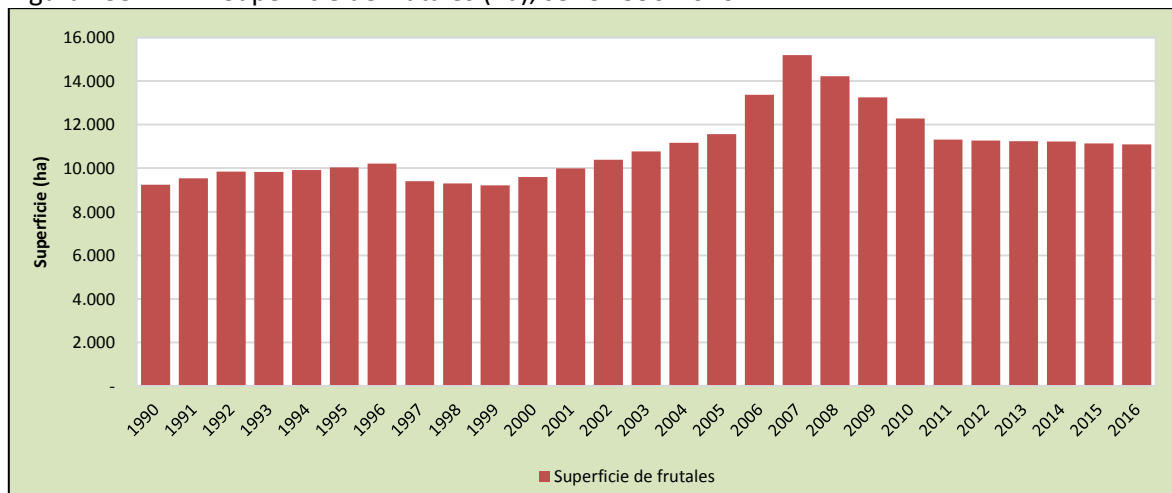
Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

### 6.5.3.4. Datos de actividad estadísticos

#### **Superficie de frutales**

Se cuenta con información de la superficie de frutales (Figura 153) que proviene del Censo Agropecuario y Forestal que se ha levantado en los años 1997 y 2007. Los años intermedios se completan con interpolaciones e información complementaria de estadísticas del país.

Figura 153. 4.B.1. Superficie de frutales (ha), serie 1990-2016.



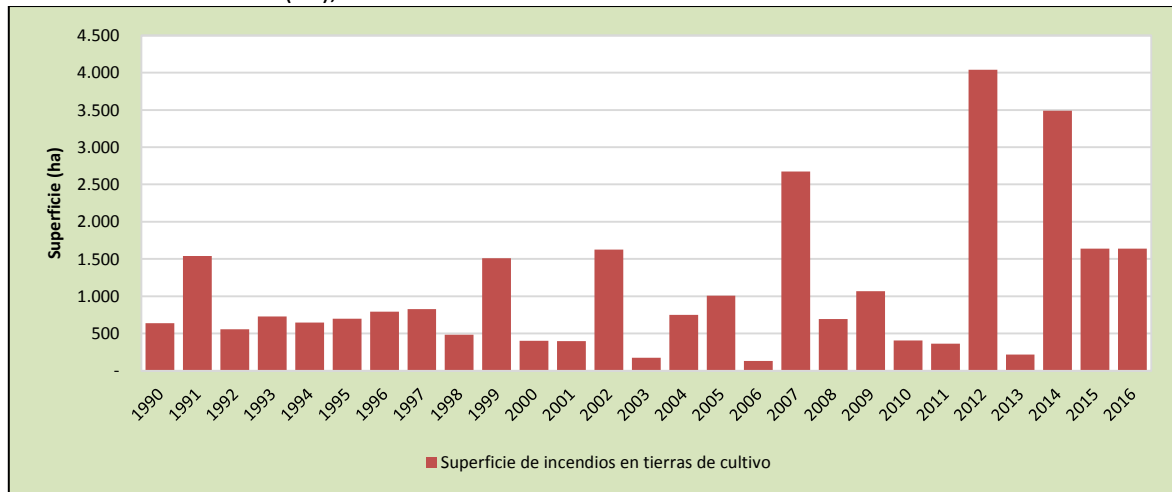
Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

### Superficie de incendios en tierras de cultivo

La información de superficie de tierras agrícolas afectada por incendios forestales proviene de la Gerencia Manejo del Fuego (CONAF). La información sobre superficie agrícola incendiada viene claramente diferenciada entre 2003-2016, sin embargo, en la serie 1990-2002 los datos no segregan entre la categoría superficie agrícola y la categoría superficie con desechos. Por este motivo, se estimó la superficie de suelos agrícolas afectada por incendios en base a una desagregación regional, obtenida mediante un factor de superficie agrícola incendiada que fue calculado a partir de los años que contaban con esta información diferenciada.

La Figura 154 presenta los valores de superficie anual incendiada en tierras de cultivo, se puede ver la fluctuación de los datos que depende directamente de años con mayor cantidad de incendios.

Figura 154. 4.B.1. Tierras de cultivos que permanecen como tales: superficie anual de tierras cultivadas incendiadas (ha), serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

### 6.5.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta categoría, para el 2016, ha sido estimada para cada componente o especie. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 318.

Tabla 318. 4.B. Tierras de cultivo: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	CH <sub>4</sub>	15 %	15 %	129 %	129 %	130 %	130 %
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	N <sub>2</sub> O	15 %	15 %	115 %	115 %	116 %	116 %
4.B.2.	Tierras convertidas en tierras de cultivo	CO <sub>2</sub>	7 %	7 %	51 %	51 %	51 %	51 %

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

#### **6.5.5. Consistencia de la serie temporal**

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Cuando se realizaron cambios de actividad paramétrica o de factor de emisión, los recálculos realizados cubrieron la serie temporal completa.

#### **6.5.6. Procedimiento de garantía y control de calidad**

##### **6.5.6.1. Control de la calidad**

Durante la actualización del ISGEI de UTCUTS se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de UTCUTS. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_4UTCUTS*. Un resumen de las actividades de control de calidad se puede encontrar en el ANEXO 11.01.

##### **6.5.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *UTCUTS*, el Equipo Técnico de UTCUTS ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de UTCUTS como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_4UTCUTS*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

##### **6.5.6.3. Verificación**

El procedimiento de verificación consistió en realizar comparaciones de los resultados obtenidos durante esta serie temporal y la anterior calculada. Gracias a ello se logró detectar diferencias y establecer inconsistencias entre los datos empleados.

Por el momento no se cuenta con datos de otras fuentes (nacionales o internacionales) con los cuales se pueda comparar los resultados.

#### **6.5.7. Recálculos**

##### **6.5.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras**

###### ***Emisiones de CO<sub>2</sub> en tierras de cultivo que permanecen como tal***

Se revisó la información de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006* y se determinó que no deben ser estimadas las emisiones de CO<sub>2</sub> por incendios porque estos terrenos vuelven a ser plantados al año siguiente y esta emisión forma parte de ciclo anual de producción. No obstante, deben registrarse las emisiones de gases no-CO<sub>2</sub> generadas por los incendios.

### Superficie de tierras convertidas a tierras de cultivo

La matriz de cambio de uso de la tierra fue modificada para la serie temporal y esto generó cambios en la superficie que fue convertida a tierras de cultivo.

#### 6.5.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión

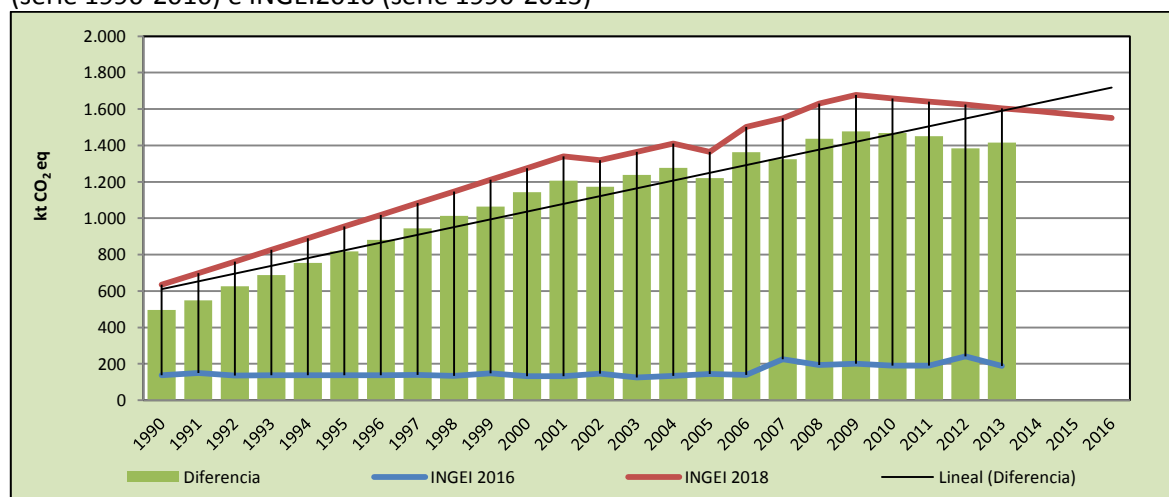
En la Tabla 319 y Figura 160 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de esta categoría respecto del inventario anterior (INGEI2016). La diferencia se debe principalmente al cambio de superficie de conversión de tierras a tierras de cultivo y en menor grado a la exclusión de las emisiones de CO<sub>2</sub> de los incendios en *Tierras de cultivo*. Esto generó, en suma, un aumento de las emisiones GEI de la categoría en un promedio de 1.100,3 kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1990-2013.

Tabla 319. 4.B. Tierras de cultivo: comparación entre el balance de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	137,7	132,7	190,7	188,2	-	-	-
INGEI2018	634,4	1.275,2	1.658,4	1.604,1	1.588,3	1.569,0	1.551,0
Diferencia	496,6	1.142,5	1.467,6	1.416,0			
Diferencia %	78,3%	89,6%	88,5%	88,3%			

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Figura 155. 4.B. Tierras de cultivo: comparación entre el balance de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

#### 6.5.8. Plan de mejoramiento

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de UTCUTS y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Desarrollo de factores de emisión país específicos para categorías de importancia, tales como los frutales.
- Desarrollar un proceso de mejoramiento continuo respecto a ir progresivamente generando mayores y mejores datos estadísticos y paramétricos, como es el caso de la

distribución de los residuos agrícolas según destino final, al menos para los cultivos más importantes en la generación de residuos.

- Avanzar en el levantamiento de información país-específico de contenido de carbono del suelo considerando los distintos tipos de gestión p.e., agricultura orgánica, siembra directa, uso de fertilizantes orgánicos u otros).

## 6.6. Pastizales (4.C.)

### 6.6.1. Descripción de la categoría

En el país se considera el uso de la tierra pastizales como el área de praderas y matorrales, y se refiere a formaciones herbáceas, suculentas, arbustivas y arbustivo-herbáceas. Se subdividen de acuerdo al tipo biológico preponderante (pastos o arbustos) y sus especies dominantes. En 2016 se cuenta con una superficie de 17.210.356 ha (CONAF, 2017) y muestra una tendencia a la disminución desde 1990 (Tabla 320).

Tabla 320. 4.C. Pastizales: superficie desde el año 1990 al 2016 (ha)

Uso de la Tierra	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Pastizales	18.622.715	17.969.037	17.482.413	17.346.384	17.301.042	17.255.699	17.210.356

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI, de acuerdo a CONAF, 2017.

### 6.6.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2016, el balance de GEI contabilizó una emisión de 1.665,5 kt CO<sub>2</sub> eq. Las emisiones han disminuido en un 74,9 % desde 1990 y han aumentado en un 1,9 % desde 2013 (Tabla 321 y Figura 156). Las tierras convertidas a pastizales son las más importantes en términos de emisiones y dentro de esta subcategoría, las conversiones de tierras forestales a pastizales son las que tienen un mayor impacto en las emisiones.

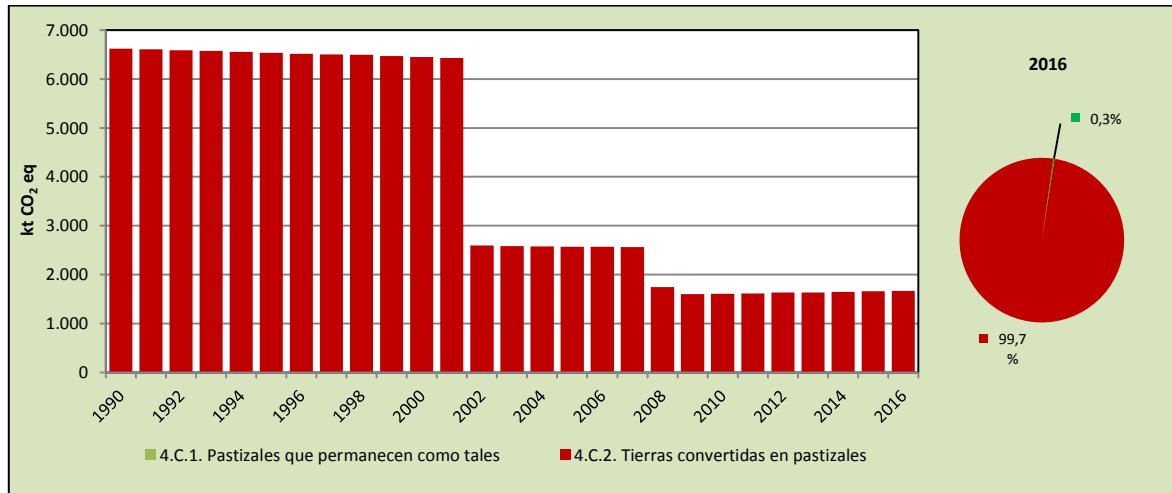
Respecto a las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos por subcategoría, el 0,3 % corresponde a *Pastizales que permanecen como tales*, seguida de un 99,7 % de *Tierras convertidas en pastizales*.

Tabla 321. 4.C. Pastizales: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016.

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
4.C.1. Pastizales que permanecen como tales	2,4	1,7	5,2	2,1	8,2	9,0	4,3
4.C.2. Tierras convertidas en pastizales	6.620,6	6.446,1	1.603,8	1.632,5	1.642,1	1.651,6	1.661,2
<b>Balance</b>	<b>6.623,1</b>	<b>6.447,9</b>	<b>1.609,0</b>	<b>1.634,6</b>	<b>1.650,3</b>	<b>1.660,7</b>	<b>1.665,5</b>

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Figura 156. 4.C. Pastizales: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016.



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

### 6.6.2.1. Pastizales que permanecen como tales (4.C.1.)

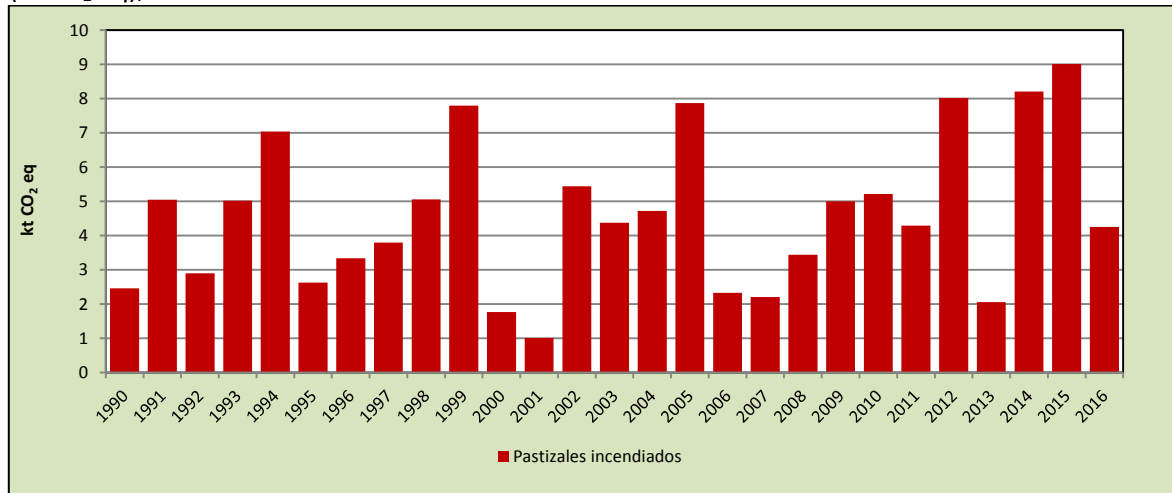
Esta subcategoría incluye las emisiones y absorciones de GEI generadas como resultado de cambios en la biomasa, materia orgánica muerta, carbono del suelo e incendios que ocurren en pastizales que permanecen en la misma categoría.

En 2016, el balance de GEI de esta subcategoría contabilizó 4,3 kt CO<sub>2</sub> eq que corresponde a las emisiones de gases no-CO<sub>2</sub> de incendios que ocurren en pastizales, aumentando en un 73,4 % desde 1990 y en un 107,1 % desde 2013 (Tabla 322 y Figura 157). Se observa una variabilidad en la serie temporal que se relaciona directamente con la variabilidad de ocurrencia de incendios en el país. En los años 2014 al 2016 ha existido una mayor superficie de incendios en pastizales y como consecuencia una mayor emisión de gases no-CO<sub>2</sub> en esos años.

Tabla 322. 4.C.1. Pastizales que permanecen como tales: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Pastizales incendiados	2,5	1,8	5,2	2,1	8,2	9,0	4,3
<b>Balance</b>	<b>2,5</b>	<b>1,8</b>	<b>5,2</b>	<b>2,1</b>	<b>8,2</b>	<b>9,0</b>	<b>4,3</b>

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Figura 157. 4.C.1. Pastizales que permanecen como tales: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

#### 6.6.2.2. Tierras convertidas en Pastizales (4.C.2.)

Esta subcategoría incluye las emisiones y absorciones de GEI generadas como resultado de cambios en la biomasa, materia orgánica muerta, carbono del suelo e incendios que ocurren en tierras convertidas en pastizales.

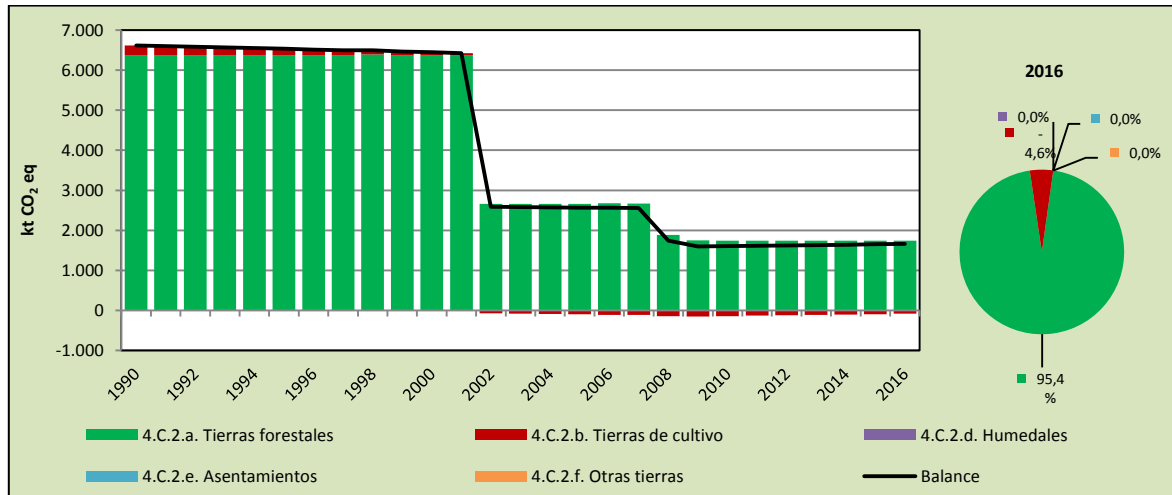
En 2016, el balance de CO<sub>2</sub> de esta subcategoría contabilizó 1.661,2 kt CO<sub>2</sub> eq, disminuyendo en un 74,9 % desde 1990 y aumentando en un 3,6 % desde 2013 (Tabla 323 y Figura 158). Respecto de las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos, las tierras forestales convertidas a pastizales son las de mayor aporte en las emisiones con un 95,4 % seguido por *Tierras de cultivo* con un 4,6 %. Esta tendencia se relaciona directamente con los resultados de la superficie de cambio de uso de la tierra, donde las tierras forestales son la superficie con mayor cambio a pastizales. Por otra parte, es importante señalar que las tierras de cultivo que se convierten a pastizales presentan absorciones de CO<sub>2</sub> debido al cambio en el carbono del suelo, que implica una mejora en este tipo de conversión de tierras.

Tabla 323. 4.C.2. Tierras convertidas en pastizales: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
4.C.2.a. Tierras forestales	6.376,1	6.376,1	1.744,7	1.744,7	1.744,7	1.744,7	1.744,7
4.C.2.b. Tierras de cultivo	244,6	70,1	-140,9	-112,2	-102,6	-93,0	-83,5
4.C.2.c. Humedales	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4.C.2.e. Asentamientos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4.C.2.f. Otras tierras	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Balance</b>	<b>6.620,6</b>	<b>6.446,1</b>	<b>1.603,8</b>	<b>1.632,5</b>	<b>1.642,1</b>	<b>1.651,6</b>	<b>1.661,2</b>

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Figura 158. 4.C.2. Tierras convertidas en pastizales: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

### 6.6.3. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> de la categoría *Pastizales* se aplicaron una combinación del método Nivel 1 y Nivel 2 para *Tierras convertidas en pastizales*. El método Nivel 2 proviene de las estimaciones realizadas para las *Tierras forestales*. Ambos métodos de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006*. En la Tabla 324 se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 324. 4.C. Pastizales: métodos aplicados por subcategoría

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
4.C.1. Pastizales que permanecen como tal	T1	D	T1	D	T1	D
4.C.2. Tierras convertidas en Pastizales	T1, T2, NO	D, CS, NO	T1, T2	D, CS	T1, T2	D, CS

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de UTCUTS con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

#### 6.6.3.1. Biomasa

##### 6.6.3.1.1. Método

##### *Pastizales que permanecen como tal*

Para efectos de la elaboración del INGEI existe una carencia de valores país o región específicos respecto de depósitos de carbono, especialmente en lo que se refiere a biomasa aérea y subterránea de los pastizales, por lo que no es posible realizar el cálculo del cambio anual de biomasa de CO<sub>2</sub> de estas fuentes para la subcategoría *Pastizales que permanecen como tales*, y se determinan en valor cero, que equivale a considerar que la extracción de biomasa anual es



equivalente al crecimiento de biomasa del mismo año, así se evita sobreestimar las absorciones bajo este concepto.

Las emisiones que considera esta subcategoría son las emisiones de no-CO<sub>2</sub> provenientes de los incendios en pastizales por lo que se utiliza la Ecuación 9, descrita en la sección 6.4.3.1.1.

#### **Tierras convertidas a pastizales**

Para el caso de las tierras que se convierten a pastizales, se consideró la cantidad de biomasa que se corta o extrae de los distintos tipos de tierras, utilizando los valores paramétricos que corresponden a cada categoría específica, y bajo un método de nivel 1 se supone que se pierde toda la biomasa del ecosistema anterior, justo después de la conversión, incluso si no hay un cambio abrupto, y se supone que la biomasa residual ( $B_{\text{DESPUÉS}}$ ) es, por lo tanto, cero (es decir, se elimina toda la vegetación de la tierra antes de que se establezca la vegetación del pastizal). Los valores por defecto para biomasa previos a la conversión pueden encontrarse en las categorías específicas de tierras (por ejemplo, los factores por defecto para tierras forestales se encuentran en el capítulo referido a biomasa en tierras forestales). Además, se supone que los pastizales alcanzan su biomasa de régimen constante durante el primer año posterior a la conversión.

#### **6.6.3.1.2. Datos paramétricos**

En cuanto a los datos requeridos se considera la información de stock de biomasa que reporta las *Directrices del IPCC de 2006* diferenciada por zona climática para las regiones administrativas del país (Tabla 325).

Tabla 325. 4.C.1. Pastizales que permanecen como tal: datos paramétricos de biomasa de pastizales

Región	Biomasa aérea (t/ha)	R	Biomasa aérea total (t/ha)
ARI-MAU(Warm temperate - Dry/table 6.4)	1,6	2,8	6,1
BIO-LAG (Warm temperate -Wet / Table 6.4)	2,7	4,0	13,5
AIS-MAG (Cold temperate-Wet/Table 6.4)	2,4	4,0	12,0

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

#### **6.6.3.2. Materia Orgánica Muerta**

##### **6.6.3.2.1. Método**

##### **Pastizales que permanecen como tal**

Se consideró el método nivel 1 de las *Directrices del IPCC de 2006*, que supone que la materia muerta y los depósitos de hojarasca están en equilibrio, de modo que no es necesario estimar los cambios en las existencias de carbono para estos depósitos.

##### **Tierras convertidas a pastizales**

Para el caso de las tierras convertidas a pastizales se consideró la aplicación del método de nivel 1, donde toda la materia orgánica de las tierras convertidas se emite en el año de la conversión y que no queda materia orgánica muerta en las tierras convertidas.

##### **6.6.3.2.2. Datos paramétricos**

Los valores de materia orgánica muerta corresponden a los datos paramétricos de cada categoría en dicho depósito de carbono.

### 6.6.3.3. Carbono del suelo

#### 6.6.3.3.1. Método

##### **Pastizales que permanecen como tal**

Debido a que no existe suficiente información que permita determinar los cambios de pastizales que pueden existir dentro de esta subcategoría, se considera que el carbono del suelo no presenta cambios dentro de los pastizales.

##### **Tierras convertidas a pastizales**

Para el caso de tierras convertidas a pastizales se considera la aplicación de la Ecuación 2.25 de las *Directrices del IPCC de 2006* (Volumen 4, Capítulo 2). Específicamente, las existencias iniciales (antes de la conversión) de carbono orgánico del suelo ( $SOC_{(0-T)}$ ) y las existencias del último año del periodo de inventario ( $SOC_0$ ) se contabilizan a partir de las existencias de referencia por defecto de C orgánico del suelo ( $SOC_{REF}$ ) y los factores de cambio de existencias ( $F_{LU}$ ,  $F_{MG}$ ,  $F_I$ ). Las tasas anuales de cambio de existencias se estiman basándose en la diferencia en las existencias (a través del tiempo) para el primer y el último año del periodo de inventario, dividido por la dependencia temporal de los factores de cambio de existencias (D, el valor por defecto es de 20 años).

#### 6.6.3.3.2. Datos paramétricos

Se toman los valores de referencia para el carbono del suelo que entrega *Directrices del IPCC de 2006* adaptados al país, y para el caso de los pastizales se consideran los factores de cambio de acuerdo a la Tabla 326, establecidos por juicio experto.

Tabla 326. 4.C. Pastizales: Datos paramétricos para determinar carbono del suelo

Tipos de Usos/vegetación	FLU	FMG	FI
Pastizales	1	1	1

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

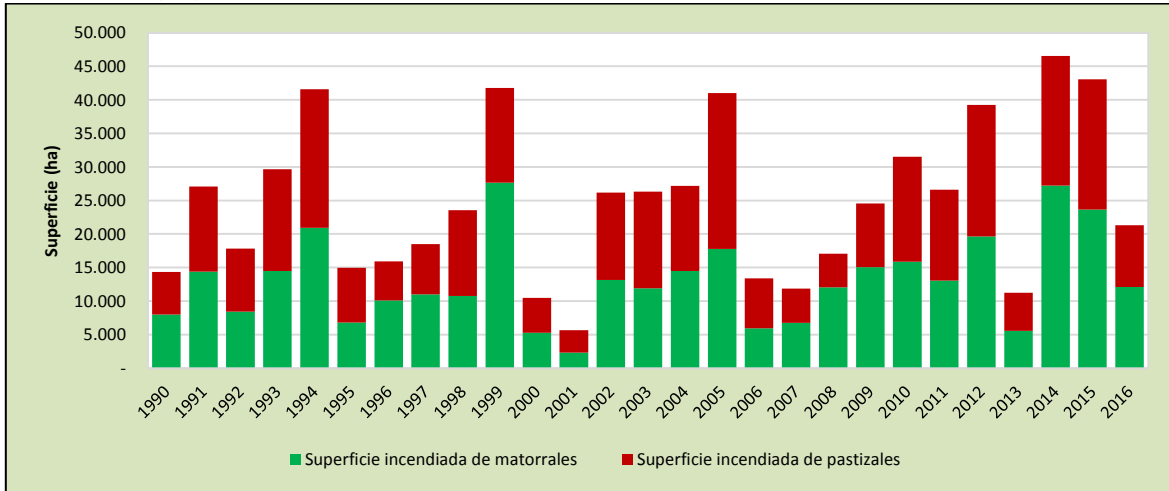
#### 6.6.3.4. Datos de actividad estadísticos

##### **Pastizales que permanecen como tal**

##### **Superficie de incendios en pastizales**

La información de superficie de pastizales afectada por incendios forestales proviene de la Gerencia Manejo del Fuego (CONAF). La Figura 159 presenta los valores de superficie anual incendiada en pastizales diferenciada entre matorrales y pastizales, se puede ver la fluctuación de los datos que depende directamente de años con mayor cantidad de incendios que, como puede observarse, son extremadamente fluctuantes.

Figura 159. 4.C.1. Pastizales que permanecen como tales: superficie anual de pastizales incendiadas (ha), serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

#### 6.6.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2016, ha sido estimada para cada componente. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 327.

Tabla 327. 4.B. Tierras de cultivo: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	CH <sub>4</sub>	15 %	15 %	129 %	129 %	130 %	130 %
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	N <sub>2</sub> O	15 %	15 %	115 %	115 %	116 %	116 %
4.C.2.	Tierras convertidas en pastizales	CO <sub>2</sub>	7 %	7 %	21 %	21 %	22 %	22 %

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

#### 6.6.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Cuando se realizaron cambios de actividad paramétrica o de factor de emisión, los recálculos realizados cubrieron la serie temporal completa.

#### 6.6.6. Procedimiento de garantía y control de calidad

##### 6.6.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de UTCUTS se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo

Técnico de UTCUTS. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_4UTCUTS*. Un resumen de las actividades de control de calidad se puede encontrar en el ANEXO 11.01.

#### **6.6.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *UTCUTS*, el Equipo Técnico de UTCUTS ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de UTCUTS como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_4UTCUTS*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

#### **6.6.6.3. Verificación**

El procedimiento de verificación consistió en realizar comparaciones de los resultados obtenidos durante esta serie temporal y la anterior calculada. Gracias a ello se logró detectar diferencias y establecer inconsistencias entre los datos empleados.

Por el momento no se cuenta con datos de otras fuentes (nacionales o internacionales) con los cuales se pueda comparar los resultados.

### **6.6.7. Recálculos**

#### **6.6.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras**

##### ***Emisiones de no-CO<sub>2</sub> en pastizales que permanecen como tal***

Se revisó la información de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006* y se determinó que no deben ser estimadas las emisiones de CO<sub>2</sub> por incendios porque estos terrenos vuelven a ser plantados al año siguiente y esta emisión forma parte de ciclo anual de producción. Las emisiones de gases no-CO<sub>2</sub> generadas por los incendios se continúan registrando.

Además, se cambió el factor de combustión, en la serie anterior se aplicó un factor de combustión de 0,9 usado para residuos de trigo y en esta serie temporal, se separaron los datos de actividad por tipo de pastizales incendiados, matorrales y herbáceas y se utilizó un factor de combustión diferenciado de 0,72 para matorrales incendiados y de 0,86 para pastizales sin matorrales.

##### ***Superficie de tierras convertidas a tierras de pastizales***

La matriz de cambio de uso de la tierra fue modificada para la serie temporal y esto generó cambios en la superficie que se convierte a tierras de pastizales.

#### **6.6.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión**

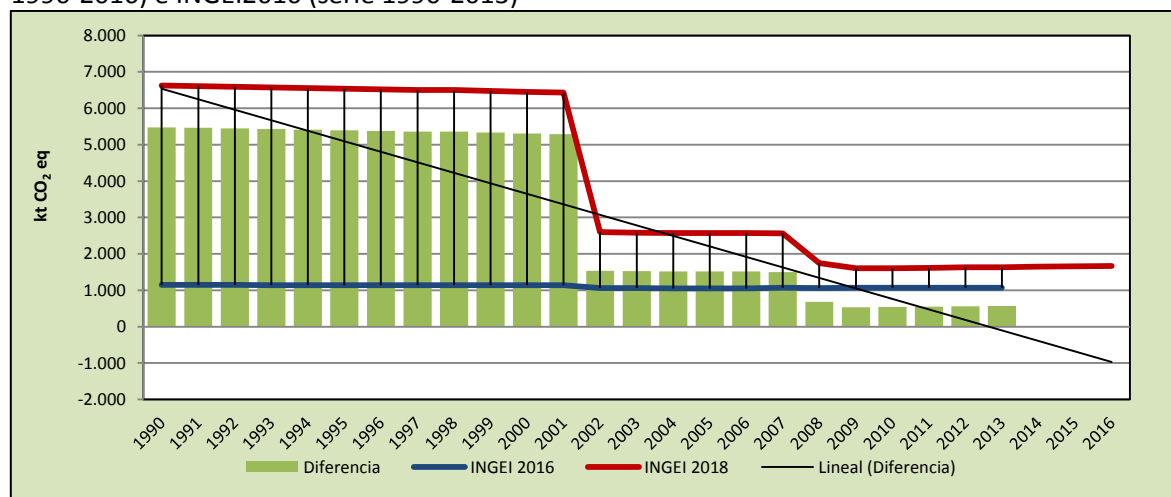
En la Tabla 328 y Figura 160 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de esta categoría respecto del inventario anterior (INGEI2016). La diferencia se debe principalmente al cambio de superficie de conversión de tierras a pastizales y en menor grado a la exclusión de las emisiones de CO<sub>2</sub> de los incendios en Pastizales, así como el cambio en el factor de combustión. Esto generó un aumento de las emisiones GEI de la categoría en un promedio de 3.216,4 kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1990-2013.

Tabla 328. 4.C. Pastizales: comparación entre el balance de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	1.147,0	1.141,8	1.066,7	1.066,7			
INGEI2018	6.623,1	6.447,9	1.609,0	1.634,6	1.650,3	1.660,7	1.665,5
<b>Diferencia</b>	<b>5.476,1</b>	<b>5.306,1</b>	<b>542,3</b>	<b>567,8</b>			
<b>Diferencia %</b>	<b>82,7%</b>	<b>82,3%</b>	<b>33,7%</b>	<b>34,7%</b>			

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Figura 160. 4.C. Pastizales: comparación entre el balance de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

### 6.6.8. Plan de mejoramiento

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de UTCUTS y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Conformación de mesas de trabajo con las principales entidades no gubernamentales (asociaciones gremiales, instituciones, etc.) que posean datos paramétricos para la generación de factores de emisión país específico. Esto es particularmente relevante para aquellas categorías significativas o clave.
- Desarrollo y mejora de factores de emisión país específicos para categorías de importancia.

## 6.7. Humedales (4.D.)

### 6.7.1. Descripción de la categoría

Esta categoría incluye las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> generadas en las tierras cubiertas o saturadas por aguas la mayor parte del año (p. ej.: bonales) y que no entran en la categoría de *Tierras forestales*, *Tierras de cultivo*, *Pastizales* ni *Asentamientos*. La categoría puede subdividirse

en gestionadas o no gestionadas, conforme a las definiciones nacionales. Incluye reservorios como una subdivisión gestionada y ríos y lagos naturales como subdivisiones no gestionadas. De acuerdo con la definición del país en humedales se consideran extensiones de marismas, pantanos y turberas o, en general, superficies cubiertas de agua, sean estas de caracteres naturales o artificiales, permanentes o temporales, estancados o corrientes, dulces, salobres o salados. Se incluyen las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de 6 metros. Además, se incluyen en esta categoría las vegas y bofedales debido a su hidromorfismo. También se incluyen los cuerpos de agua que son las zonas cubiertas por el mar, ríos, lagos, lagunas y embalses. La superficie de humedales llega a los 4.951.224 ha en el año 2016 (CONAF, 2017).

Tabla 329. 4.D. Humedales: superficie de humedales (ha), serie 1990-2016.

Uso de la Tierra	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Humedales	4.918.863	4.948.188	4.951.155	4.951.189	4.951.201	4.951.212	4.951.224

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI, de acuerdo CONAF

### 6.7.2. Tendencia de las emisiones de GEI

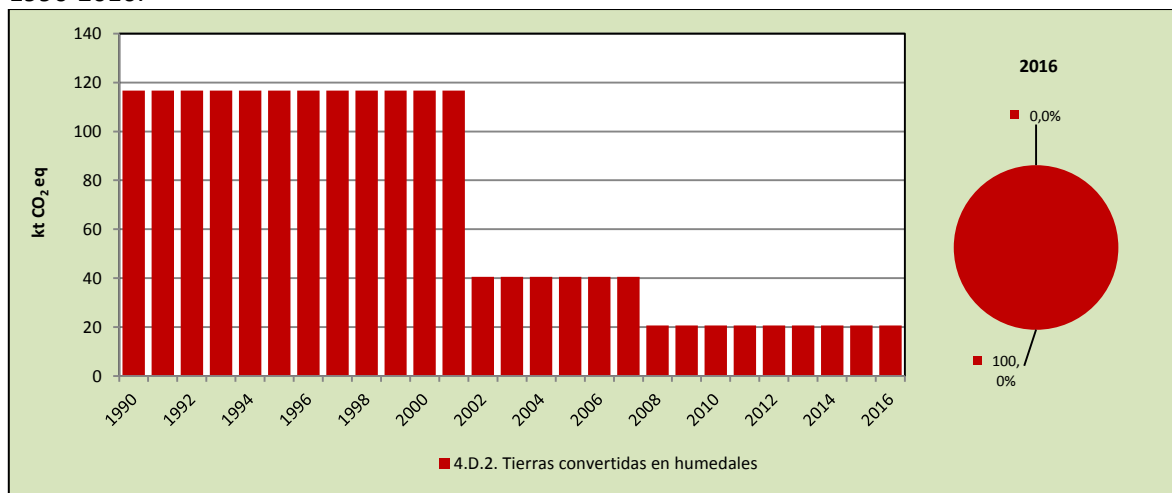
En 2016, el balance de GEI contabilizó una emisión de 20,6 kt CO<sub>2</sub> eq. Las emisiones han disminuido en un 82,4 % desde 1990 y se han mantenido desde 2013 (Tabla 330 y Figura 161). Las tierras convertidas a humedales son las que generan emisiones, y dentro de esta categoría las conversiones de tierras forestales a humedales son las que tienen un mayor impacto en las emisiones.

Tabla 330. 4.C. Humedales: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016.

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
4.D.2. Tierras convertidas en humedales	116,7	116,7	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6
<b>Balance</b>	<b>116,7</b>	<b>116,7</b>	<b>20,6</b>	<b>20,6</b>	<b>20,6</b>	<b>20,6</b>	<b>20,6</b>

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Figura 161. 4.D. Humedales: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016.



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

### 6.7.2.1. Humedales que permanecen como tal (4.D.1.)

No se estiman emisiones en esta subcategoría.

### 6.7.2.2. Tierras convertidas en Humedales (4.D.2.)

Esta subcategoría incluye las emisiones y absorciones de GEI generadas como resultado de cambios en la biomasa, materia orgánica muerta, carbono del suelo que ocurren en tierras convertidas en humedales.

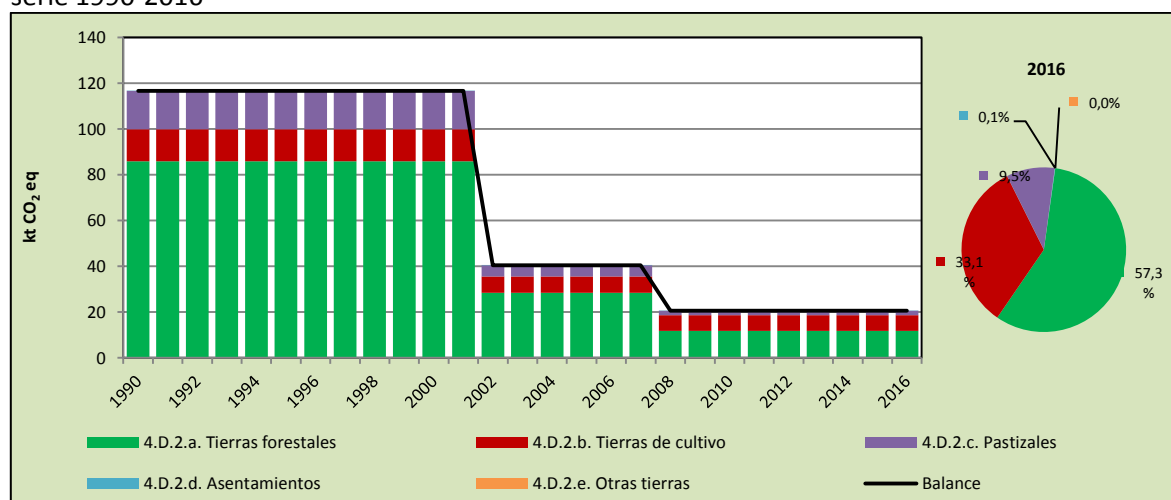
En 2016, el balance de CO<sub>2</sub> de esta subcategoría contabilizó 20,6 kt CO<sub>2</sub> eq, disminuyendo en un 82,4 % desde 1990 y manteniendo el mismo nivel de emisiones desde 2013 (Tabla 331 y Figura 162). Respecto de las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos, las tierras forestales convertidas a humedales son las de mayor aporte en las emisiones con un 57,3 % seguido por *Tierras de cultivo* con un 33,1 %. Esta tendencia se relaciona directamente con los resultados de la superficie de cambio de uso de la tierra, donde las tierras forestales son la superficie con mayor cambio a humedales.

Tabla 331. 4.D.2. Tierras convertidas en humedales: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Subcomponente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
4.D.2.a. Tierras forestales	85,9	85,9	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8
4.D.2.b. Tierras de cultivo	14,0	14,0	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
4.D.2.c. Pastizales	16,8	16,8	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
4.D.2.e. Asentamientos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4.D.2.f. Otras tierras	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Balance</b>	<b>116,7</b>	<b>116,7</b>	<b>20,6</b>	<b>20,6</b>	<b>20,6</b>	<b>20,6</b>	<b>20,6</b>

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Figura 162. 4.D.2. Tierras convertidas en humedales: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

### 6.7.3. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> de la categoría *Humedales* se aplicó una combinación del método Nivel 1 y Nivel 2 para *Tierras convertidas en humedales*. El método Nivel

2 proviene de las estimaciones realizadas para las *Tierras forestales*. Ambos métodos de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*. En la Tabla se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 332. 4.D. Humedales: métodos aplicados por subcategoría

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
4.D.1. Humedales que permanecen como tal	NE	NE				
4.D.2. Tierras convertidas en Humedales	T1, T2, NO	D, CS, NO				

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

El cálculo de las emisiones para esta categoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de UTCUTS con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

### 6.7.3.1. Biomasa

#### 6.7.3.1.1. Método

##### *Tierras convertidas a humedales*

En el caso de *Humedales*, dado que solo se posee la superficie que cambia a humedales, se asumió que todo el carbono de la biomasa que existía previamente se emite como CO<sub>2</sub> al año del cambio de uso, como se detalla en las *Directrices del IPCC de 2006*.

Para estimar las absorciones y emisiones de carbono, se utilizó el cambio anual en las existencias de carbono en la biomasa viva de tierras convertidas en tierras permanentemente inundadas (Ecuación 73):

Ecuación 73. Cambio anual en las existencias de carbono en la biomasa viva de tierras convertidas en tierras permanentemente inundadas

$$\Delta C_{LWInund.LB} = \left[ \sum_i A_i * (B_{Después_i} - B_{Antes_i}) \right] * CF$$

$$CO_{2\_LWInund} = \Delta C_{LWInund.LB} * \frac{-44}{12}$$

Fuente: Ecuación 7.10; Capítulo 4; Volumen 4; *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- $\Delta C_{LWInund.LB}$  = Cambio anual en las existencias de carbono de la biomasa en *Tierras convertidas en humedales* (tC año<sup>-1</sup>),
- $A_i$  = Superficie de tierras convertidas anualmente en *Humedales* a partir del uso original de la tierra (ha año<sup>-1</sup>),
- $B_{Después_i}$  = Biomasa inmediatamente después de la conversión en *Humedales* (t ms ha<sup>-1</sup> (= 0)),
- $B_{Antes_i}$  = Biomasa antes de la conversión en *Humedales* (t ms ha<sup>-1</sup>),
- CF = Fracción de carbono de materia seca (= 0,5) (t C (t ms)<sup>-1</sup>),



- $CO_{2\_LWinund}$  = Emisiones anuales de CO<sub>2</sub> en *Tierras convertidas en humedales* (t CO<sub>2</sub> año<sup>-1</sup>).

Se asume que el carbono previo a la inundación se emite al año de la conversión.

#### 6.7.3.1.2. Datos paramétricos

Para el caso de las tierras que se convierten a humedales, se consideró la cantidad de biomasa que se corta o extrae de los distintos tipos de tierras, utilizando los valores paramétricos que corresponden a cada categoría específica, y bajo un método de nivel 1 se supone que se pierde toda la biomasa del ecosistema anterior justo después de la conversión. Los valores por defecto para la biomasa previos a la conversión pueden encontrarse en las categorías específicas de tierras (p. ej., los factores por defecto para tierras forestales se encuentran en el capítulo referido a biomasa en tierras forestales).

#### 6.7.3.2. Datos de actividad estadísticos

El dato de actividad estadístico necesario es la superficie de Tierras forestales, Tierras de cultivo, Pastizales, Asentamientos y Otras tierras que cambian a Humedales, que es un dato obtenido aplicando las tasas anuales de cambio entre usos de la tierra, emergentes del análisis de la información contenida en los *Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile* de CONAF.

#### 6.7.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2016, ha sido estimada para cada componente o especie. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 333.

Tabla 333. 4.D.2. Tierras convertidas en humedales: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
4.D.2	Tierras convertidas en humedales	CO <sub>2</sub>	7 %	7 %	48 %	48 %	48 %	48 %

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

#### 6.7.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Cuando se realizaron cambios de actividad paramétrica o de factor de emisión, los recálculos realizados cubrieron la serie temporal completa.

## **6.7.6. Procedimiento de garantía y control de calidad y verificación**

### **6.7.6.1. Control de la calidad**

Durante la actualización del ISGEI de UTCUTS se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de UTCUTS. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_4UTCUTS*. Un resumen de las actividades de control de calidad se puede encontrar en el ANEXO 11.01.

### **6.7.6.2. Garantía de la calidad**

Previo a la actualización del sector *UTCUTS*, el Equipo Técnico de UTCUTS ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de UTCUTS como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_4UTCUTS*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

### **6.7.6.3. Verificación**

El procedimiento de verificación consistió en realizar comparaciones de los resultados obtenidos durante esta serie temporal y la anterior calculada. Gracias a ello se logró detectar diferencias y establecer inconsistencias entre los datos empleados.

Por el momento no se cuenta con datos de otras fuentes (nacionales o internacionales) con los cuales se pueda comparar los resultados.

## **6.7.7. Recálculos**

### **6.7.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras**

#### ***Superficie de tierras convertidas a humedales***

La matriz de cambio de uso de la tierra fue modificada para la serie temporal y esto generó cambios en la superficie convertida humedales.

### **6.7.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión**

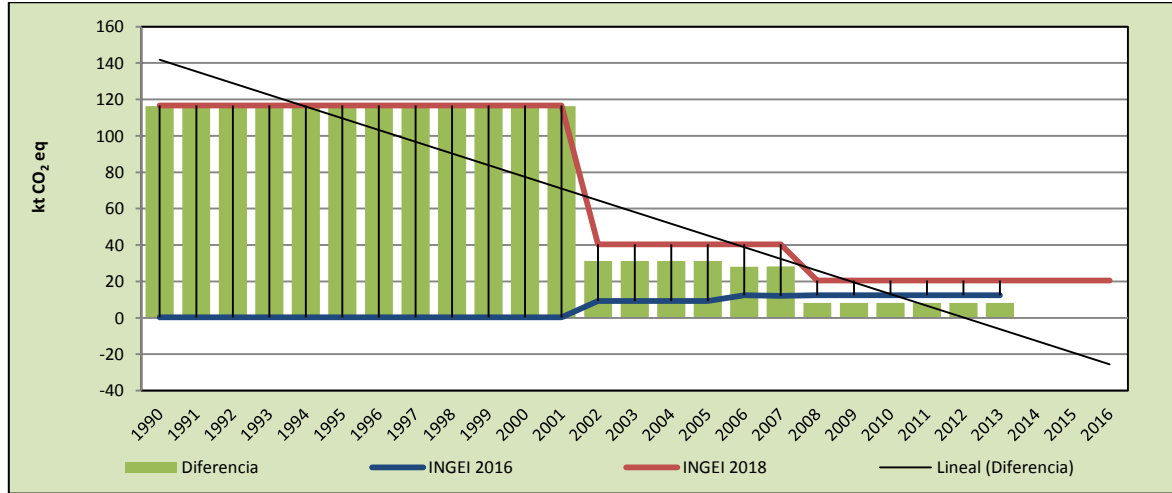
En la Tabla 333 y Figura 163 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de esta categoría respecto del inventario anterior (INGEI2016). La diferencia se debe principalmente al cambio de superficie de conversión de tierras a humedales. Esto generó un aumento de las emisiones GEI de la categoría en un promedio de 67,8 kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1990-2013.

Tabla 334. 4.D. Humedales: comparación entre el balance de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	0,4	0,4	12,5	12,5			
INGEI2018	116,7	116,7	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6
<b>Diferencia</b>	<b>116,4</b>	<b>116,4</b>	<b>8,1</b>	<b>8,1</b>			
<b>Diferencia %</b>	<b>99,7%</b>	<b>99,7%</b>	<b>39,5%</b>	<b>39,5%</b>			

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Figura 163. 4.D. Humedales: comparación entre el balance de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

### 6.7.8. Plan de mejoramiento

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de UTCUTS y a las recomendaciones de la revisión experta del INGEI de Chile, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Aplicar en futuras actualizaciones el nuevo *Suplemento de Humedales de 2013 para las Directrices del IPCC de 2006* que incluyen más información sobre los cálculos de GEI de esta categoría.
- Incluir más información a nivel nacional sobre la vegetación presente en humedales.

## 6.8. Asentamientos (4.E.)

### 6.8.1. Descripción de la categoría

Esta categoría incluye las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> generadas en las tierras donde hay asentamientos humanos, áreas urbanas e infraestructura construida (aeropuertos, carreteras, emplazamientos industriales), salvo que ya se hayan incluido en otras categorías.

En el contexto nacional, según estadísticas de CONAF (2017), los asentamientos abarcan una superficie de 420.802 ha en el país, y esta superficie ha ido en aumento durante toda la serie temporal.

Tabla 335. 4.E. Asentamientos: superficie de asentamientos (ha), serie 1990-2016.

Uso de la Tierra	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Asentamientos	165.765	279.459	369.113	394.957	403.572	412.187	420.802

### 6.8.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2016, el balance de GEI contabilizó una emisión de 368,7 kt CO<sub>2</sub> eq. Las emisiones han aumentado en un 35,5 % desde 1990 y han disminuido en un 1,2 % desde 2013 (Tabla 336 y Figura 164).

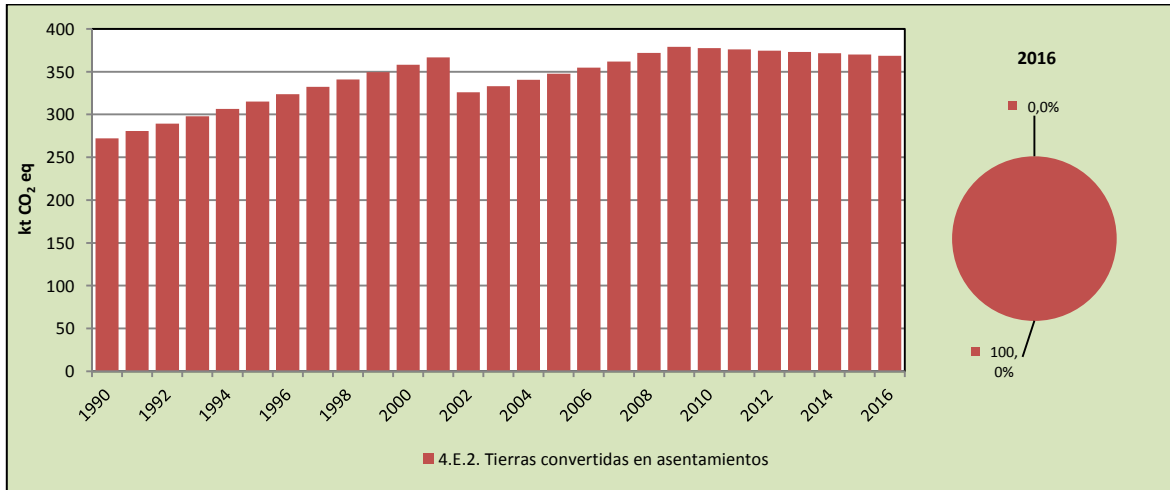
Respecto a las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos por subcategoría, el 100 % corresponde a *Tierras convertidas en asentamientos*.

Tabla 336. 4.E. Asentamientos: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por categoría, serie 1990-2016.

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales							
4.E.2. Tierras convertidas en asentamientos	272,0	358,0	377,6	373,2	371,7	370,2	368,7
<b>Balance</b>	<b>272,0</b>	<b>358,0</b>	<b>377,6</b>	<b>373,2</b>	<b>371,7</b>	<b>370,2</b>	<b>368,7</b>

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Figura 164. 4.E. Asentamientos emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016.



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

#### 6.8.2.1. Asentamientos que permanecen como tal (4.E.1.)

No se estiman emisiones para en esta subcategoría.

#### 6.8.2.2. Tierras convertidas en Asentamientos (4.E.2.)

Esta subcategoría incluye las emisiones y absorciones de GEI generadas como resultado de cambios en la biomasa, materia orgánica muerta, carbono del suelo que ocurren en tierras convertidas en asentamientos.

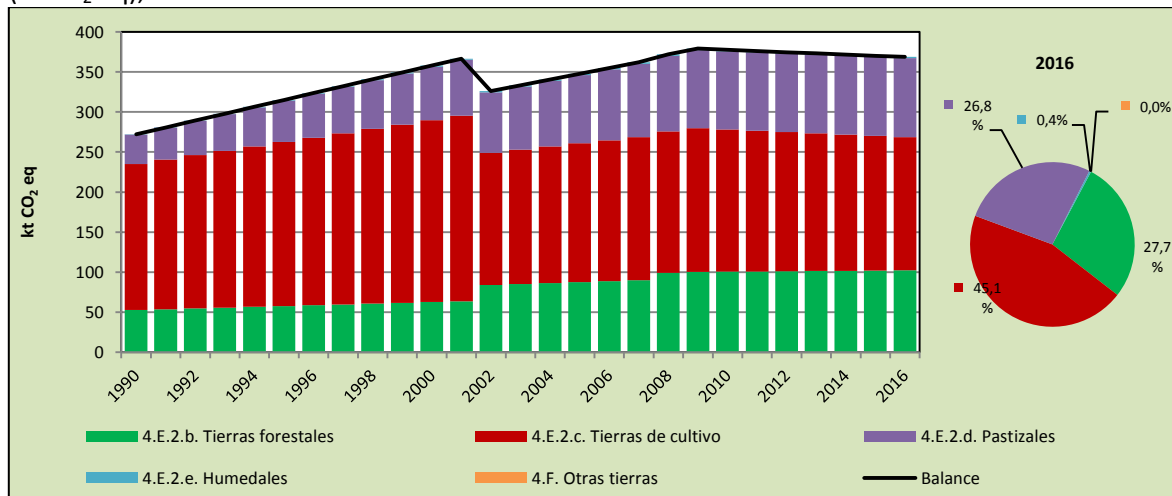
En 2016, el balance de CO<sub>2</sub> de esta subcategoría contabilizó 368,7 kt CO<sub>2</sub> eq, aumentando en un 35,5 % desde 1990 y disminuyendo en un 1,2 % desde 2013 (Tabla 341 y Figura 165). Respecto de las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos, las tierras de cultivo convertidas a asentamientos son las de mayor aporte en las emisiones con un 45,1 % seguido por las *Tierras forestales* con un 27,7 %, *Pastizales* con un 26,8 % y *Humedales* con un 0,4 %. Esta tendencia se relaciona directamente con los resultados de la superficie de cambio de uso de la tierra, donde las tierras de cultivo son la superficie con mayor tasa de cambio a asentamientos.

Tabla 337. 4.E.2. Tierras convertidas en asentamientos: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por componente, serie 1990-2016

Subcomponente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
4.E.2.a. Tierras forestales	52,7	62,7	100,7	101,5	101,7	102,0	102,2
4.E.2.b. Tierras de cultivo	182,5	227,0	177,5	172,0	170,1	168,3	166,4
4.E.2.c. Pastizales	36,7	66,9	97,6	98,1	98,3	98,5	98,7
4.E.2.d. Humedales	0,1	1,4	1,8	1,6	1,5	1,4	1,3
4.E.2.f. Otras tierras	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<b>Balance</b>	<b>272,0</b>	<b>358,0</b>	<b>377,6</b>	<b>373,2</b>	<b>371,7</b>	<b>370,2</b>	<b>368,7</b>

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Figura 165. 4.E.2. Tierras convertidas en asentamientos: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

### 6.8.3. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> de la subcategoría *Asentamientos* se aplicaron una combinación del método Nivel 1 y Nivel 2 para *Tierras convertidas en asentamientos*. El método Nivel 2 proviene de las estimaciones realizadas para las *Tierras forestales*. Ambos métodos de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*. En la Tabla se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 338. 4.E. Asentamientos: métodos aplicados por subcategoría

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
4.E. Asentamientos	T1, T2, NE	CS, D, NE				
4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales	NE	NE				
4.E.2. Tierras convertidas en asentamientos	T1, T2	CS, D				

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de UTCUTS con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

### 6.8.3.1. Biomasa

#### 6.8.3.1.1. Método

##### **Asentamientos que permanecen como tal**

Las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> de *Asentamientos que permanecen como tales* no fueron cuantificadas debido a que el país no cuenta con información paramétrica para este componente.

##### **Tierras convertidas a asentamientos**

Para el caso de las tierras que se convierten a asentamientos se consideró la cantidad de biomasa que se corta o extrae de los distintos tipos de tierras, utilizando los valores paramétricos que corresponden a cada categoría específica, y bajo un método de nivel 1 se supone que se pierde toda la biomasa del ecosistema anterior, justo después de la conversión, incluso si no hay un cambio abrupto, y se supone que la biomasa residual ( $B_{\text{DESPUÉS}}$ ) es, por lo tanto, cero (es decir, se elimina toda la vegetación de la tierra antes de que se establezca la vegetación del pastizal). Los valores por defecto para biomasa previos a la conversión pueden encontrarse en las categorías específicas de tierras (p. ej., los factores por defecto para tierras forestales se encuentran en el capítulo referido a biomasa en tierras forestales). Además, se supone que los asentamientos alcanzan su biomasa de régimen constante durante el primer año posterior a la conversión.

#### 6.8.3.1.2. Datos paramétricos

En cuanto a los datos requeridos se considera la información de stock de biomasa que el inventario de gases de efecto invernadero ha reportado desde la serie temporal 1984-2006 y que fue establecido con criterio experto.

Tabla 339. 4.E. Asentamientos: Datos paramétricos de biomasa de asentamientos

Tipo de tierra	Biomasa aérea (t/ha)	Incremento anual Biomasa aérea (t/ha)	Pérdida anual en biomasa aérea (t/ha)
Asentamientos	2,0	1,0	1,0

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

### 6.8.3.2. Materia Orgánica Muerta

#### 6.8.3.2.1. Método

##### **Tierras convertidas a asentamientos**

Para el caso de las tierras convertidas a asentamientos se consideró la aplicación del método de nivel 1, donde toda la materia orgánica de las tierras convertidas se emite en el año de la conversión y que no queda materia orgánica muerta en las tierras convertidas.

#### 6.8.3.2.2. Datos paramétricos

Los valores de materia orgánica muerta corresponden a los datos paramétricos de cada categoría en dicho depósito de carbono.

### 6.8.3.3. Carbono del suelo

#### 6.8.3.3.1. Método

##### **Asentamientos que permanecen como tal**

Debido a que no existe suficiente información que permita determinar los cambios de asentamientos que pueden existir dentro de esta subcategoría, se considera que el carbono del suelo no presenta cambios dentro de los asentamientos.

##### **Tierras convertidas a asentamientos**

Para el caso de tierras convertidas a asentamientos se considera la aplicación de la Ecuación 2.25 del Cap.2 del Volumen 4 de las *Directrices del IPCC de 2006*. Específicamente, las existencias iniciales (antes de la conversión) de C orgánico del suelo ( $SOC_{(0-T)}$ ) y las existencias del último año del periodo de inventario ( $SOC_0$ ) se contabilizan a partir de las existencias de referencia por defecto de C orgánico del suelo ( $SOC_{REF}$ ) y los factores de cambio de existencias ( $F_{LU}$ ,  $F_{MG}$ ,  $F_I$ ). Las tasas anuales de cambio de existencias se estiman basándose en la diferencia en las existencias (a través del tiempo) para el primer y el último año del periodo de inventario, dividido por la dependencia temporal de los factores de cambio de existencias (D, el valor por defecto es de 20 años).

#### 6.8.3.3.2. Datos paramétricos

Se toman los valores de referencia para el carbono del suelo que entrega *Directrices del IPCC de 2006* adaptados al país, y para el caso de los asentamientos se consideran los factores de cambio de acuerdo a la Tabla 340, establecidos por criterio experto.

Tabla 340. 4.E. Asentamientos: Datos paramétricos para determinar carbono del suelo

Asentamientos	FLU	FMG	FI	% participación ciudad
Pavimento	0,8	1	1	80 %
Jardines	1	1,14	1	10 %
Arbóreo	1	1	1	10 %

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

### 6.8.3.4. Datos de actividad estadísticos

El dato de actividad estadístico necesario es la superficie de *Tierras forestales*, *Tierras de cultivo*, *Humedales*, *Pastizales* y *Otras tierras* que cambian a *Asentamientos*, que es un dato obtenido

aplicando las tasas anuales de cambio entre usos de la tierra, emergentes del análisis de la información contenida en los *Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile* de CONAF.

#### 6.8.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2016, ha sido estimada para cada componente o especie. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 341.

Tabla 341. 4.E.2. Tierras convertidas en asentamientos: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
4.E.2	Tierras convertidas en asentamientos	CO <sub>2</sub>	7 %	7 %	43 %	43 %	43 %	43 %

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

#### 6.8.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Cuando se realizaron cambios de actividad paramétrica o de factor de emisión, los recálculos realizados cubrieron la serie temporal completa.

#### 6.8.6. Procedimiento de garantía y control de calidad y verificación

##### 6.8.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de UTCUTS se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de UTCUTS. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_4UTCUTS*. Un resumen de las actividades de control de calidad se puede encontrar en el ANEXO 11.01.

##### 6.8.6.2. Garantía de la calidad

Previo a la actualización del sector *UTCUTS*, el Equipo Técnico de UTCUTS ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de UTCUTS como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_4UTCUTS*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.



### 6.8.6.3. Verificación

El procedimiento de verificación consistió en realizar comparaciones de los resultados obtenidos durante esta serie temporal y la anterior calculada. Gracias a ello se logró detectar diferencias y establecer inconsistencias entre los datos empleados.

Por el momento no se cuenta con datos de otras fuentes (nacionales o internacionales) con los cuales se pueda comparar los resultados.

### 6.8.7. Recálculos

#### 6.8.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras

##### **Superficie de tierras convertidas a asentamientos**

La matriz de cambio de uso de la tierra fue modificada para la serie temporal y esto generó cambios en la superficie convertida a asentamientos.

#### 6.8.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión

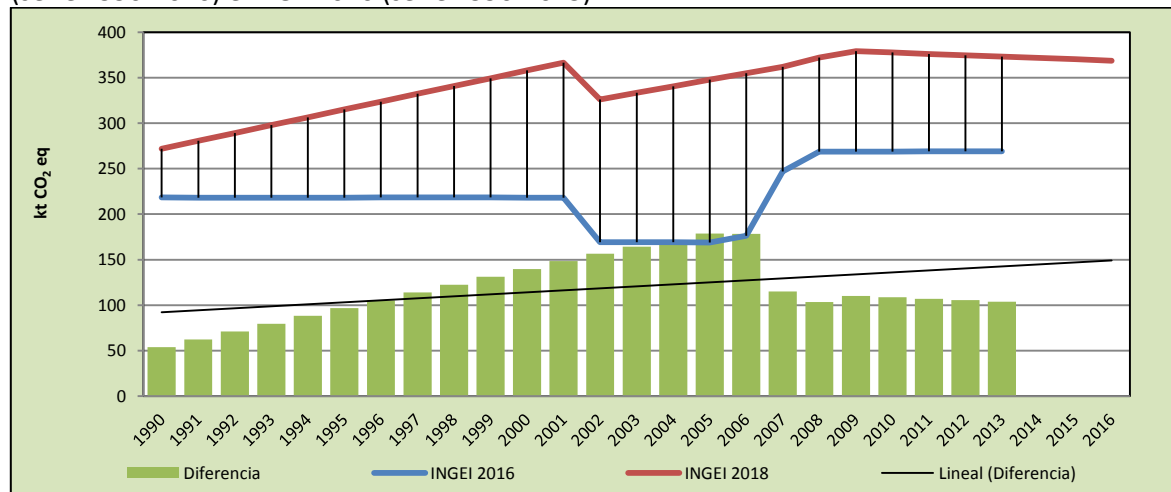
En la Tabla 342 y Figura 166 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de esta categoría respecto del inventario anterior (INGEI2016). La diferencia se debe principalmente al cambio de superficie de conversión de tierras a asentamientos. Esto generó un aumento de las emisiones GEI de la categoría en un promedio de 117,4 kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1990-2013.

Tabla 342. 4.E. Asentamientos: comparación entre el balance de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	218,3	218,2	268,8	269,2			
INGEI2018	272,0	358,0	377,6	373,2	371,7	370,2	368,7
<b>Diferencia</b>	<b>53,7</b>	<b>139,8</b>	<b>108,8</b>	<b>103,9</b>			
<b>Diferencia %</b>	<b>19,8%</b>	<b>39,0%</b>	<b>28,8%</b>	<b>27,9%</b>			

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Figura 166. 4.E. Asentamientos: comparación entre el balance de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

### 6.8.8. Plan de mejoramiento

No se considera un plan de mejoramiento en el corto plazo en esta categoría.

## 6.9. Otras tierras (4.F.)

### 6.9.1. Descripción de la categoría

Esta categoría incluye las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> generadas en zonas de suelo desnudo, roca, hielo y todas las zonas de tierras no gestionadas que no pertenecen a ninguna de las otras cinco categorías.

En el contexto nacional corresponde a lo que en el *Catastro* se define como Áreas desprovistas de vegetación que son sectores cuya cobertura vegetal no alcanza el 25 % de cobertura mínima; Nieves eternas y glaciares que corresponde a zonas cubiertas por nieve, nieves eternas, glaciares y campos de hielo; y finalmente Áreas no reconocidas que son sectores para los cuales no ha sido posible efectuar un reconocimiento vegetal debido a que constituyen zonas de acceso restringido o por falta de fotografías aéreas o imágenes. En 2016 la superficie de otras tierras en el país alcanza 28.867.001 ha (Tabla 343).

Tabla 343. 4.F. Otras tierras: superficie de asentamientos (ha), serie 1990-2016.

Uso de la Tierra	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Otras Tierras	28.916.341	28.881.776	28.871.668	28.869.334	28.868.556	28.867.778	28.867.001

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

### 6.9.2. Tendencia de las emisiones de GEI

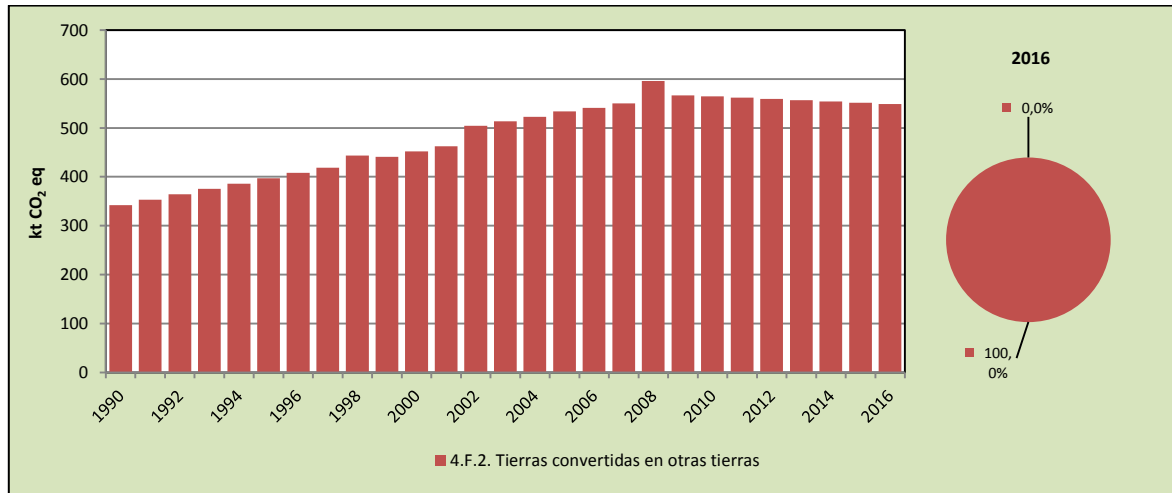
En 2016, el balance de GEI contabilizó una emisión de 548,6 kt CO<sub>2</sub> eq. Las emisiones han aumentado en un 60,2 % desde 1990 y han disminuido en un 1,4 % desde 2013 (Tabla 344 y Figura 167). Respecto a las emisiones y absorciones de GEI en términos absolutos por categoría, el 100 % corresponde a *Tierras convertidas en otras tierras*.

Tabla 344. 4.F. Otras tierras: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016.

Subcategoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
4.F.1. Otras tierras que permanecen como tales	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4.F.2. Tierras convertidas en otras tierras	342,4	451,7	564,3	556,4	553,8	551,2	548,6
<b>Balance</b>	<b>342,4</b>	<b>451,7</b>	<b>564,3</b>	<b>556,4</b>	<b>553,8</b>	<b>551,2</b>	<b>548,6</b>

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Figura 167. 4.F. Otras tierras: emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por categoría, serie 1990-2016.



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

### 6.9.3. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones y absorciones de CO<sub>2</sub> de la subcategoría *Otras Tierras* se aplicaron una combinación del método Nivel 1 y Nivel 2 para *Tierras convertidas en otras tierras*. El método Nivel 2 proviene de las estimaciones realizadas para las *Tierras forestales*. Ambos métodos de acuerdo con las *Directrices del IPCC de 2006*. En la Tabla se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 345. 4.F. Otras tierras: métodos aplicados por subcategoría

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
4.F. Otras Tierras	T1, T2, NE	CS, D, NE				
4.F.1. Otras Tierras que permanecen como tales	NE	NE				
4.F.2. Tierras convertidas en otras tierras	T1, T2	CS, D				

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico de UTCUTS con base en las hojas de cálculo de las *Directrices del IPCC de 2006*.

#### 6.9.3.1. Biomasa

##### 6.9.3.1.1. Método

###### *Otras tierras que permanecen como tal*

Las Otras tierras no están gestionadas y, por esta razón no se estiman los cambios en las existencias de carbono ni en las emisiones ni absorciones de no-CO<sub>2</sub>. Solo se estiman las emisiones para *Tierras convertidas en otras tierras*.

### **Tierras convertidas a otras tierras**

Para el caso de las tierras que se convierten a otras tierras se consideró la cantidad de biomasa que se corta o extrae de los distintos tipos de tierras, utilizando los valores paramétricos que corresponden a cada categoría específica, y bajo un método de nivel 1 se supone que se pierde toda la biomasa del ecosistema anterior, justo después de la conversión, incluso si no hay un cambio abrupto, y se supone que la biomasa residual ( $B_{\text{DESPUÉS}}$ ) es, por lo tanto, cero (es decir, se elimina toda la vegetación de la tierra antes de que se establezca la vegetación del pastizal). Los valores por defecto para biomasa previos a la conversión pueden encontrarse en las categorías específicas de tierras (p. ej., los factores por defecto para tierras forestales se encuentran en el capítulo referido a biomasa en tierras forestales).

### **6.9.3.2. Materia Orgánica Muerta**

#### **6.9.3.2.1. Método**

##### **Tierras convertidas a otras tierras**

Para el caso de las tierras convertidas a otras tierras se consideró la aplicación del método de nivel 1, donde toda la materia orgánica de las tierras convertidas se emite en el año de la conversión y que no queda materia orgánica muerta en las tierras convertidas.

#### **6.9.3.2.2. Datos paramétricos**

Los valores de materia orgánica muerta corresponden a los datos paramétricos de cada categoría en dicho depósito de carbono.

### **6.9.3.3. Carbono del suelo**

#### **6.9.3.3.1. Método**

##### **Tierras convertidas a otras tierras**

Para el caso de tierras convertidas a otras tierras se considera la aplicación de la Ecuación 2.25 de las *Directrices del IPCC de 2006*. Específicamente, las existencias iniciales (antes de la conversión) de C orgánico del suelo ( $\text{SOC}_{(0-T)}$ ) y las existencias del último año del periodo de inventario ( $\text{SOC}_0$ ) se contabilizan a partir de las existencias de referencia por defecto de C orgánico del suelo ( $\text{SOC}_{\text{REF}}$ ) y los factores de cambio de existencias ( $F_{\text{LU}}$ ,  $F_{\text{MG}}$ ,  $F_1$ ). Las tasas anuales de cambio de existencias se estiman basándose en la diferencia en las existencias (a través del tiempo) para el primer y el último año del periodo de inventario, dividido por la dependencia temporal de los factores de cambio de existencias ( $D$ , el valor por defecto es de 20 años).

#### **6.9.3.3.2. Datos paramétricos**

De acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006* se considera bajo un método Nivel 1 que el stock de carbono del suelo de otras tierras es asumido como valor cero.

### **6.9.3.4. Datos de actividad estadísticos**

El dato de actividad estadístico necesario es la superficie de *Tierras forestales*, *Tierras de cultivo*, *Humedales*, *Pastizales* y *Asentamientos* que cambian a *Otras tierras*, que es un dato obtenido aplicando las tasas anuales de cambio entre usos de la tierra, emergentes del análisis de la información contenida en los *Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile* de CONAF.

#### 6.9.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta subcategoría, para el 2016, ha sido estimada para cada componente o especie. Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 346.

Tabla 346. 4.F.2. Tierras convertidas en Otras tierras: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
4.F.2	Tierras convertidas en otras tierras	CO <sub>2</sub>	7 %	7 %	32 %	32 %	33 %	33 %

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

#### 6.9.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Cuando se realizaron cambios de actividad paramétrica o de factor de emisión, los recálculos realizados cubrieron la serie temporal completa.

#### 6.9.6. Procedimiento de garantía y control de calidad y verificación

##### 6.9.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de UTCUTS se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de UTCUTS. Todas estas actividades están listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_4UTCUTS*. Un resumen de las actividades de control de calidad se puede encontrar en el ANEXO 11.01.

##### 6.9.6.2. Garantía de la calidad

Previo a la actualización del sector *UTCUTS*, el Equipo Técnico de UTCUTS ha desarrollado un análisis de la inclusión de las recomendaciones levantadas durante la revisión externa, tanto del ISGEI de UTCUTS como del INGEI de Chile, para evaluar la factibilidad de su aplicación. Las recomendaciones realizadas por los revisores expertos han sido listadas y documentadas dentro del SRT del SNICHILE, correspondiente al libro de cálculo *2018\_SGCC\_4UTCUTS*. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

### 6.9.6.3. Verificación

El procedimiento de verificación consistió en realizar comparaciones de los resultados obtenidos durante esta serie temporal y la anterior calculada. Gracias a ello se logró detectar diferencias y establecer inconsistencias entre los datos empleados.

Por el momento no se cuenta con datos de otras fuentes (nacionales o internacionales) con los cuales se pueda comparar los resultados.

### 6.9.7. Recálculos

#### 6.9.7.1. Justificaciones de los nuevos cálculos y mejoras

##### **Superficie de tierras convertidas a otras tierras**

La matriz de cambio de uso de la tierra fue modificada para la serie temporal y esto generó cambios en la superficie convertida a otras tierras.

#### 6.9.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión

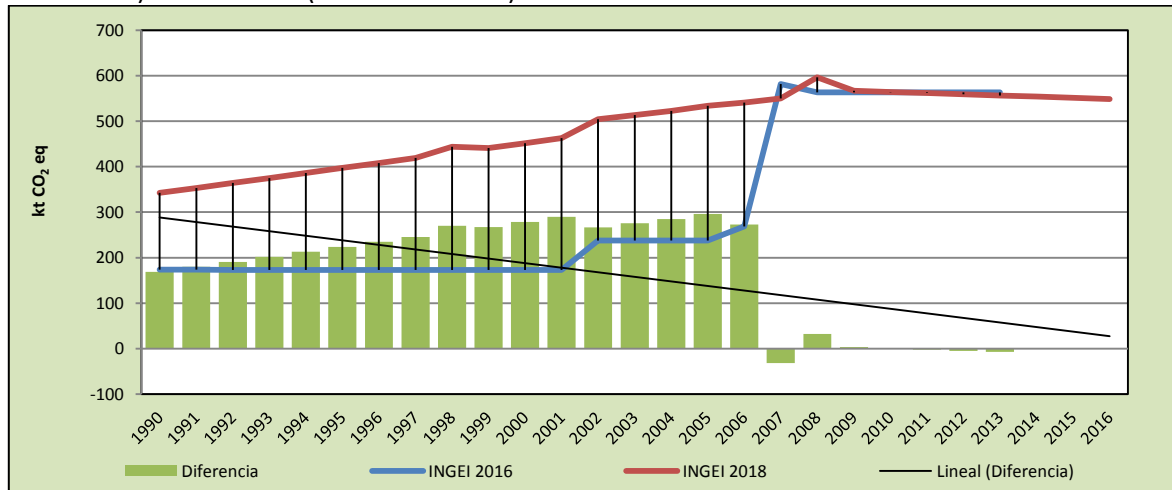
En la Tabla 342 y Figura 166 se observa cómo variaron las emisiones de GEI de esta categoría respecto del inventario anterior (INGEI2016). La diferencia se debe principalmente al cambio de superficie de conversión de tierras a otras tierras. Esto generó un aumento de las emisiones GEI de la categoría en un promedio de 173 kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1990-2013.

Tabla 347. 4.F. Otras tierras: comparación entre el balance de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	173,5	173,2	563,6	563,6			
INGEI2018	342,4	451,7	564,3	556,4	553,8	551,2	548,6
<b>Diferencia</b>	<b>168,9</b>	<b>278,5</b>	<b>0,7</b>	<b>-7,1</b>			
<b>Diferencia %</b>	<b>49,3%</b>	<b>61,6%</b>	<b>0,1%</b>	<b>-1,3%</b>			

Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

Figura 168. 4.F. Otras tierras: comparación entre el balance de CO<sub>2</sub> (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de UTCUTS del MINAGRI

**6.9.8. Plan de mejoramiento**

No se considera un plan de mejoramiento en el corto plazo en esta categoría.

## **7. SECTOR RESIDUOS (5)**



## 7.1. Panorama general

### 7.1.1. Introducción

El sector *Residuos* incluye las emisiones de GEI resultantes de procesos microbiológicos que ocurren en la materia orgánica bajo degradación anaeróbica, principalmente desde sitios de disposición de residuos sólidos, manejados o no manejados; la emisión de óxido nitroso por la descomposición anaeróbica de excretas humanas; y el tratamiento anaeróbico de aguas residuales domésticas e industriales en fase líquida y sólida (lodos). Al igual que para el sector UTCUTS, las *Directrices del IPCC de 2006* asumen que el balance del CO<sub>2</sub> biogénico es cero, ya que la emisión de este gas proviene de un sustrato que se sintetiza periódicamente en ciclos anuales o bien, de sustratos sintetizados a partir del consumo de otros sustratos orgánicos.

El sector *Residuos*, según las *Directrices del IPCC de 2006*, comprende principalmente las emisiones de:

- La disposición de los residuos sólidos.
- El tratamiento biológico de los residuos sólidos.
- La incineración de los residuos.
- El tratamiento y descarga de las aguas residuales

Durante los últimos años, los residuos en Chile han alcanzado una mejora en cuanto a disposición, es decir, se han ido reemplazando sitios de disposición de residuos sólidos como basurales y vertederos por rellenos sanitarios; así mismo hay un aumento en las iniciativas de valorización, dentro de estos el compostaje; al igual que la implementación de normativas que regulan la incineración para ciertos tipos de residuos. También en el tratamiento y descarga de aguas residuales hay un crecimiento de forma significativa en la cobertura de tratamiento de aguas residuales domésticas y entrada en vigencia de reglamentación en el tratamiento y descarga de aguas residuales industriales.

Lo anterior contrasta con la carencia y escasa calidad de la información proveniente desde este sector, es decir cifras sobre cantidades y composición de residuos generados y llevados a disposición final; datos de residuos tratados por instalaciones de tratamiento biológico e incineración; volumen de caudales y cantidad de lodos generados del tratamiento de aguas, etc. Sin embargo, hoy en día se están tomando medidas frente a esta problemática, como la implementación de sistemas y plataformas web que permitan reportar de forma obligatoria este tipo de información (como el sistema SINADER), así como sistemas de chequeo que permitan validar la información ingresada por los usuarios.

Es importante mencionar que las *Directrices del IPCC de 2006* usan ciertos términos diferentes a los utilizados a nivel nacional para el sector *Residuos*. La Tabla 348 muestra las denominaciones usadas por las *Directrices del IPCC de 2006* además de las empleadas a nivel nacional y la adaptación de éstas.

Tabla 348. Sector Residuos: homologación de términos para las categorías del sector

Denominación <i>Directrices del IPCC de 2006</i>	Denominación Nacional	Denominación Utilizada
Eliminación de Desechos Sólidos	Disposición de Residuos	Disposición de Residuos Sólidos
Desechos Sólidos Municipales (DSM)	Residuos Sólidos Domiciliarios	Residuos Sólidos Municipales (RSM)
Sitios de Eliminación de Desechos Sólidos	Sitios de Disposición Final de Residuos	Sitios de Disposición de Residuos Sólidos

Denominación <i>Directrices del IPCC de 2006</i>	Denominación Nacional	Denominación Utilizada
(SEDS)	Domiciliarios	(SDRS)
Tratamiento Biológico de los Desechos Sólidos	Tratamiento Biológico de Residuos	Tratamiento Biológico de Residuos Sólidos
Incineración e Incineración Abierta de Residuos	Incineración y Quema Abierta de Residuos	Incineración y Quema Abierta de Residuos
Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales	Tratamiento y Eliminación de Aguas Residuales	Tratamiento y Descarga de Aguas Residuales
Aguas Residuales Domésticas	Aguas servidas	Aguas Residuales Domésticas
Aguas Residuales Industriales	Residuos Industriales Líquidos (RILes)	Aguas Residuales Industriales
Requisito Bioquímico de Oxígeno (BOD)	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)
Requisito Químico de Oxígeno (DQO)	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	Demanda Química de Oxígeno (DQO)

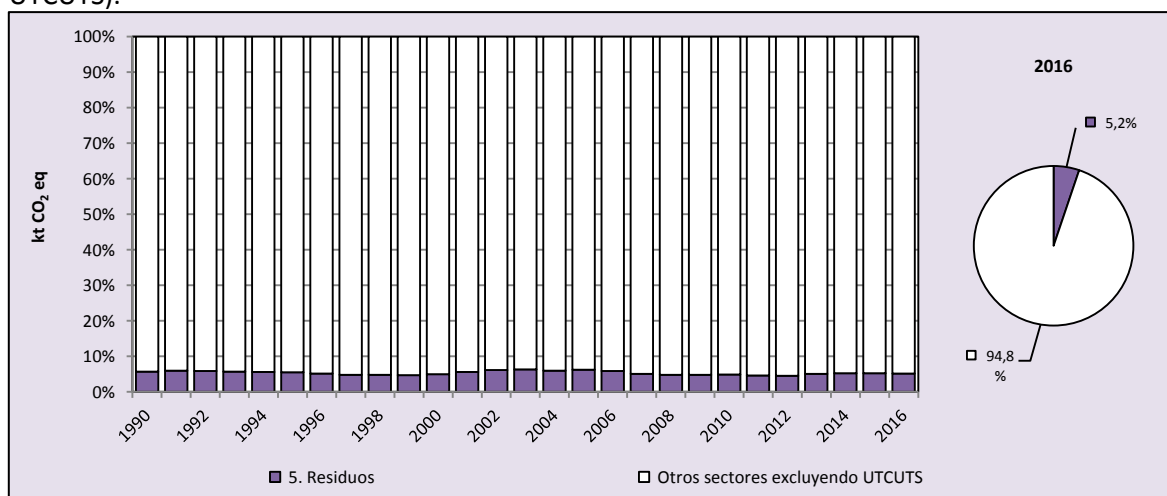
Nota: En la normativa chilena no se hace referencia a la palabra “desechos”; se usa el término residuos, es por esto que se adaptó la denominación entregada por las *Directrices del IPCC de 2006* a las condiciones nacionales.

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

### 7.1.2. Tendencia de las emisiones de GEI

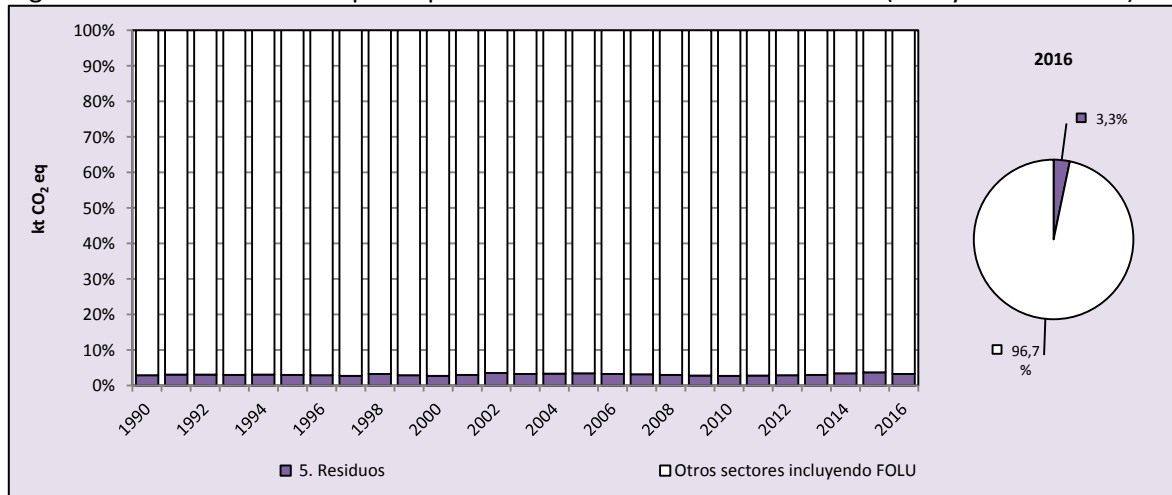
El sector *Residuos* representó el 5,2 % de las emisiones de GEI totales (Figura 169) y el 3,3 % del balance de GEI del país (Figura 170) para el 2016.

Figura 169. Sector Residuos: participación del sector en las emisiones de GEI totales (excluyendo UTCUTS).



Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Figura 170. Sector Residuos: participación del sector en el balance de GEI (incluyendo UTCUTS).



Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

En 2016, las emisiones de GEI del sector contabilizaron 5.801,1 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 95,4 % desde 1990 y en un 9,1 % desde 2013 (Tabla 349 y Figura 171). Las principales causas del incremento de las emisiones de GEI del sector son el aumento de la población y el consiguiente aumento de la generación de residuos sólidos y líquidos. La disminución en las emisiones de GEI observadas entre 2007 y 2013 se debe principalmente a la recuperación de CH<sub>4</sub> en los Sitios de Disposición de Residuos Sólidos (SDRS) asociada a los Certificados de Reducción de Emisiones (CER) desde los proyectos de Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) que fueron un importante incentivo a este tipo de prácticas hasta que el proceso se volvió menos rentable para algunos SDRS, lo que implicó una recuperación menor o el abandono de esta práctica. Sin embargo a partir del 2010 algunos SDRS comenzaron a capturar el metano con la finalidad de generar energía lo que ha amortiguado el crecimiento de las emisiones por aumento de población.

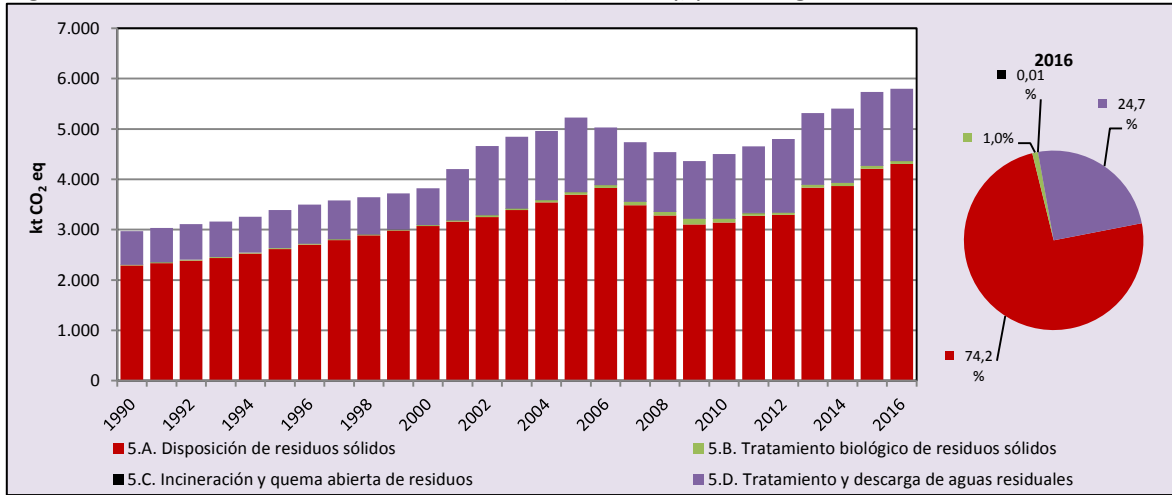
Respecto a las categorías (Tabla 349 y Figura 171), para el 2016 el 74,2 % de las emisiones de GEI del sector corresponden a la categoría *Disposición de residuos sólidos*, seguido de un 24,7 % de *Tratamiento y descarga de aguas residuales*, 1,0 % de *Tratamiento biológico de residuos sólidos* y, finalmente, un 0,01 % de *Incineración y quema abierta de residuos*.

Tabla 349. Sector Residuos: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por categoría, serie 1990-2016

Categoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
5.A. Disposición de residuos sólidos	2.288,7	3.071,7	3.142,1	3.832,8	3.867,9	4.209,2	4.305,3
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos	17,0	20,4	78,1	61,0	59,9	59,9	59,9
5.C. Incineración y quema abierta de residuos	0,0	0,1	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales	663,6	730,3	1.281,7	1.424,2	1.475,6	1.464,8	1.435,3
<b>Total</b>	<b>2.969,3</b>	<b>3.822,4</b>	<b>4.502,2</b>	<b>5.318,4</b>	<b>5.403,9</b>	<b>5.734,5</b>	<b>5.801,1</b>

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Figura 171. Sector Residuos: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por categoría, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

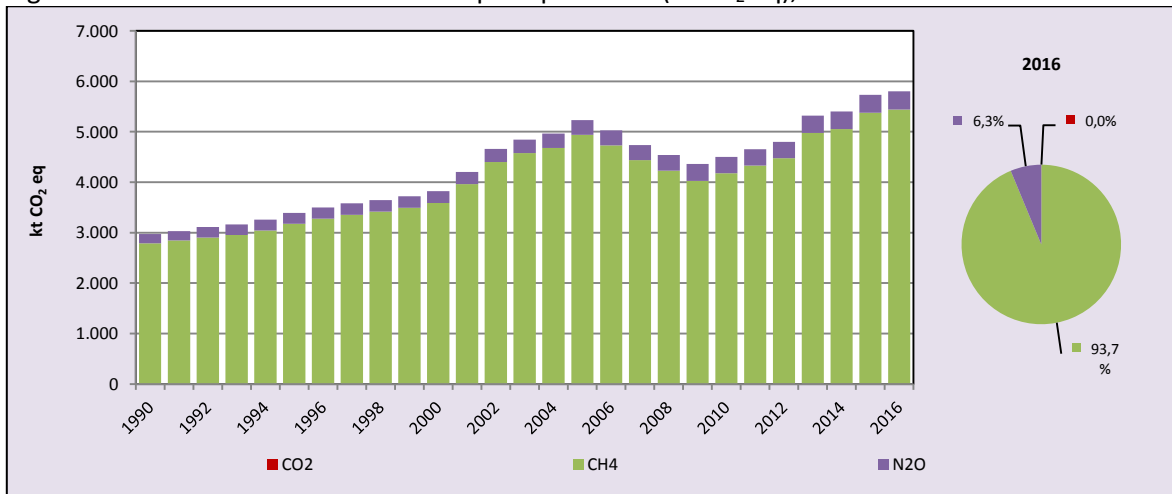
En 2016, el principal GEI emitido por el sector fue el CH<sub>4</sub>, representando un 93,7 % de las emisiones de GEI del sector. Lo sigue el N<sub>2</sub>O con un 6,3 % y el CO<sub>2</sub> con menos de 0,01 % (Tabla 350 y Figura 172).

Tabla 350. Sector Residuos: emisiones por tipo de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016

GEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
CO <sub>2</sub>	0,0	0,1	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5
CH <sub>4</sub>	2.787,6	3.585,2	4.174,3	4.976,9	5.055,4	5.378,3	5.437,1
N <sub>2</sub> O	181,7	237,2	327,6	341,2	348,1	355,8	363,5
<b>Total</b>	<b>2.969,3</b>	<b>3.822,4</b>	<b>4.502,2</b>	<b>5.318,4</b>	<b>5.403,9</b>	<b>5.734,5</b>	<b>5.801,1</b>

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Figura 172. Sector Residuos: emisiones por tipo de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

### 7.1.3. Aspectos metodológicos generales del sector

Para la estimación de las emisiones de GEI del sector *Residuos* se aplicó el método Nivel 1 propuestos por las *Directrices del IPCC de 2006*. Es importante destacar que las emisiones de la subcategoría *Incineración abierta de residuos* cambió de NO a NE debido a que, a pesar de que está prohibido en Chile, existe evidencia de que ocurre de manera ilegal, sin embargo no se tiene datos estadísticos para su estimación. Adicionalmente se mejoró la gestión de los datos de actividad nacional para las estadísticas de la categoría de *Tratamiento y descarga de aguas residuales*. En la Tabla 351 se observa un resumen de los métodos aplicados por categoría y por GEI.

Tabla 351. Sector Residuos: métodos aplicados por categoría

Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CO <sub>2</sub>		CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión	Método aplicado	Factor de emisión
5. Residuos	T1, NE	D, NE	T1, NE	D, NE	T1, NE	D, NE
5.A. Disposición de residuos sólidos			T1	D		
5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos			T1	D	T1	D
5.C. Incineración y quema abierta de residuos	T1, NE	D, NE	T1, NE	D, NE	T1, NE	D, NE
5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales			T1	D	T1	D
5.E. Otros						

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; T3 = Nivel 3; C = Información confidencial; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

El cálculo de las emisiones para las subcategorías en las que se aplicó el método Nivel 1 se realizó a través del *IPCC Inventory Software* versión 2.54.

### 7.1.4. Datos de actividad del sector

En el sector *Residuos* los datos de actividad están relacionados con estadísticas públicas por tratarse de datos relacionados con la población (residuos generados, aguas residuales generadas, etc.). Sin embargo, muchos de ellos debieron ser tratados dada la ausencia de valores para los primeros años de la serie. El detalle de los datos de actividad utilizados se podrá encontrar en las secciones correspondientes a cada categoría.

## 7.2. Disposición de residuos sólidos (5.A.)

### 7.2.1. Descripción de la categoría

El tratamiento y la eliminación de los residuos sólidos municipales, industriales y otros generan cantidades significativas de CH<sub>4</sub>. Además del CH<sub>4</sub>, los SDRS producen también CO<sub>2</sub> biogénico y COVDM, así como cantidades más pequeñas de N<sub>2</sub>O, NO<sub>x</sub> y CO. Las subcategorías incluidas dependen de las características de los sitios de disposición, donde los SDRS que existen a nivel nacional han sido homologados a los de las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 3.1; Capítulo 3; Volumen 5), como se muestra en la Tabla 352.

Tabla 352. 5.A. Disposición de residuos sólidos: Homologación tipos de SDRS a nivel nacional según las Directrices del IPCC de 2006

Tipos de SDRS a nivel nacional	Normativa de cumplimiento	Homologación Directrices del IPCC
Relleno Sanitario	Cumple con la legislación vigente, DS N° 189/2008 del MINSAL: Reglamento sobre condiciones sanitarias y de seguridad básicas en los rellenos sanitarios.	5.A.1. <i>Sitio Gestionado</i>  (Se asimila con sitio gestionado anaeróbico)
Basural	No cumple con normativa	5.A.2. <i>Sitio No Gestionado</i>  (Se asimila con sitio No gestionado – poco profundo, < 5m de residuos)
Vertedero	Cumple con la Res. N° 2.444/1980 del MINSAL: Normas sanitarias mínimas para la operación de basurales.	5.A.3. <i>Sitio No Categorizado</i>

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

### 7.2.2. Tendencia de las emisiones de GEI

La categoría *Disposición de residuos sólidos* es la principal categoría emisora de GEI del sector Residuos representando el 74,2 % de las emisiones de GEI del sector. En 2016, las emisiones de GEI contabilizaron 4.305,3 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 88,1 % desde 1990 y en un 12,3 % desde 2013 (Tabla 353 y Figura 173. ). El principal causante de la tendencia y las variaciones interanuales es el crecimiento de población y, por lo tanto, la generación de residuos. Se observa que desde 2007 en adelante hay una reducción en la tendencia que se debe a la recuperación de CH<sub>4</sub> en algunos rellenos sanitarios del país, sin embargo, el total de CH<sub>4</sub> que se recupera en Chile ha disminuido durante los últimos años a pesar de que la normativa lo recomienda (D.S. 189). Esto se explica por la baja en el precio de los CER desde los proyectos del MDL. En consecuencia, entre 2013 y 2016 las emisiones de GEI aumentaron en comparación con la reducción que se venía dando paulatinamente desde 2007. Sin embargo esta alza no es marcada, ya que, a partir del 2013, en algunos SDRS se inicia la captura de metano para la generación de energía eléctrica, que desacelera este crecimiento. Esto se puede observar con mayor claridad en la Figura 174 donde se muestran las emisiones de CH<sub>4</sub> generadas por los SDRS sin descontar el recuperado.

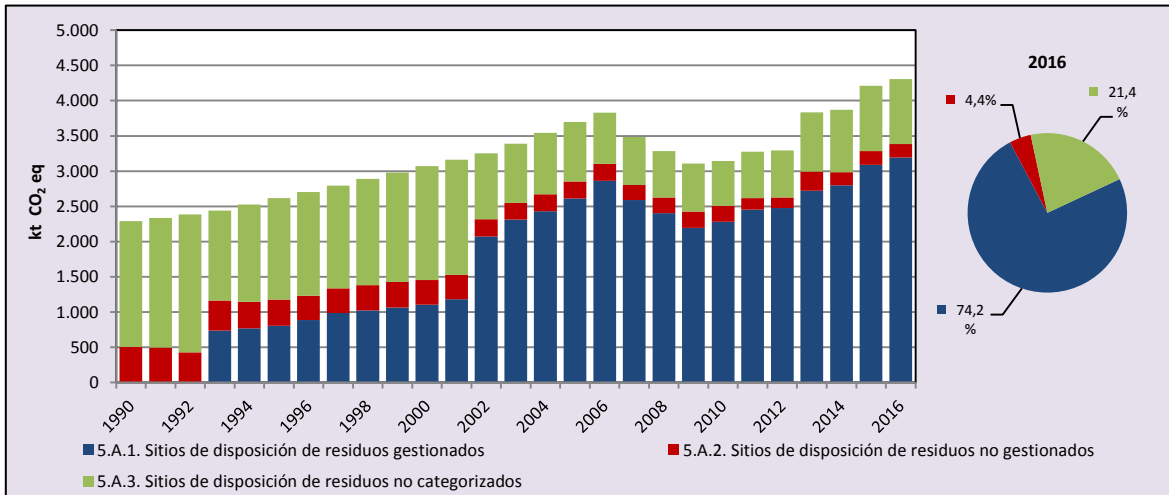
Respecto a las subcategorías (Figura 173), para el 2016 *Sitios de disposición de residuos gestionados* (rellenos sanitarios) es la de mayor relevancia con un 74,2 %, seguida de un 21,4 % de *Sitios de disposición de residuos no categorizados* (vertederos) y un 4,4 % de *Sitios de disposición de residuos no gestionados* (basurales).

Tabla 353. 5.A. Disposición de residuos sólidos: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016

Subcategoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
5.A.1. Sitios de disposición de residuos gestionados	0,5	1.106,6	2.279,6	2.719,7	2.796,9	3.089,0	3.194,4
5.A.2. Sitios de disposición de residuos no gestionados	507,4	347,4	229,0	275,0	186,7	194,3	189,1
5.A.3. Sitios de disposición de residuos no categorizados	1.780,8	1.617,7	633,4	838,0	884,3	926,0	921,8
<b>Total</b>	<b>2.288,7</b>	<b>3.071,7</b>	<b>3.142,1</b>	<b>3.832,8</b>	<b>3.867,9</b>	<b>4.209,2</b>	<b>4.305,3</b>

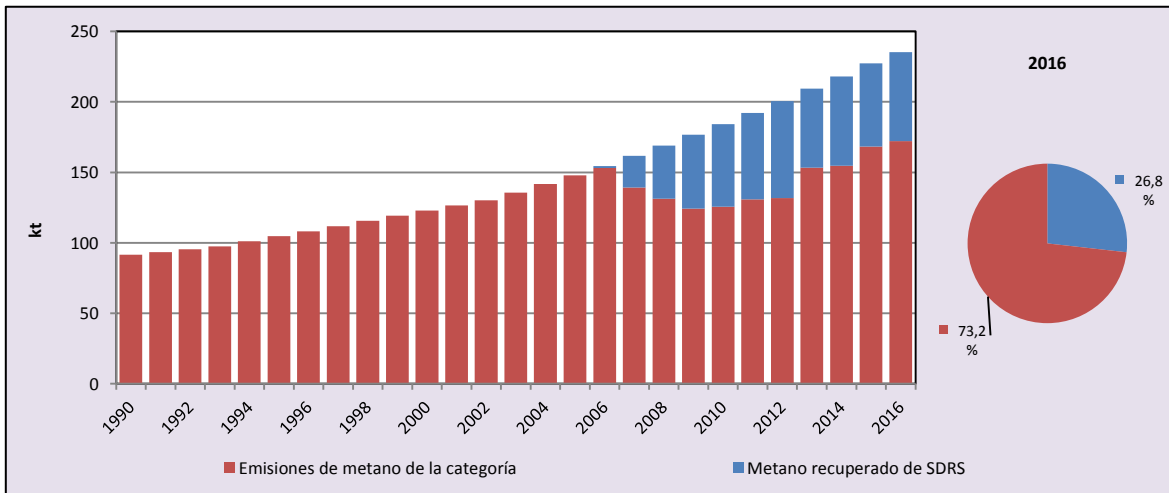
Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Figura 173. 5.A. Disposición de residuos sólidos: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Figura 174. 5.A. Disposición de residuos sólidos: emisiones de CH<sub>4</sub> y CH<sub>4</sub> recuperado (kt), serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Respecto a las emisiones de GEI desde los SDRS por macrozonas (Tabla 354 y Figura 175), para el 2016, la Región Metropolitana (RM) es la de mayor relevancia con un 43,0 %, seguida de un 31,9 % de la macrozona Sur (MS) y un 25,0 % de la macrozona Norte (MN). La cantidad de emisiones obtenidas para la serie 1990-2016 refleja la cantidad de residuos eliminados en SDRS (datos de actividad de residuos sólidos municipales) por macrozonas, ya que un 45,9 % de los residuos del país en 2016 fueron eliminados en la RM, seguido por la MN con 27,5 % y la MS con 26,7 %. Adicionalmente la MS presenta más emisiones que la MN debido en parte al clima de mayor humedad lo que está asociado a una tasa de degradación más rápida.

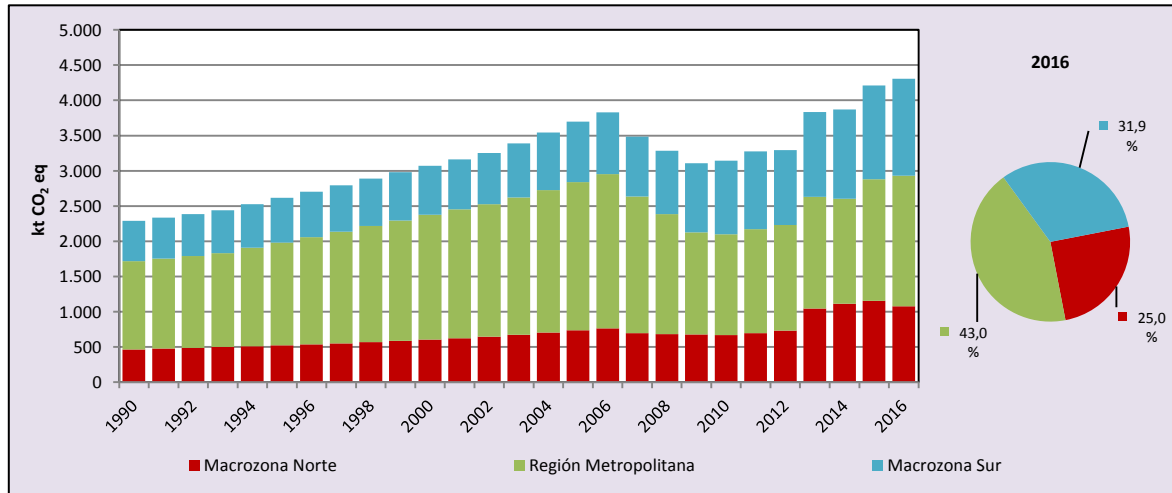
Tabla 354. 5.A. Disposición de residuos sólidos: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por macrozonas, serie 1990-2016.

Macrozona	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Macrozona Norte	467,3	606,9	667,4	1.044,2	1.115,4	1.153,1	1.076,8

Macrozona	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
Región Metropolitana	1.248,7	1.768,7	1.430,6	1.585,7	1.488,6	1.729,4	1.853,1
Macrozona Sur	572,7	696,1	1.044,1	1.202,9	1.263,9	1.326,7	1.375,4
<b>Total</b>	<b>2.288,7</b>	<b>3.071,7</b>	<b>3.142,1</b>	<b>3.832,8</b>	<b>3.867,9</b>	<b>4.209,2</b>	<b>4.305,3</b>

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Figura 175. 5.A. Disposición de residuos sólidos: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por macrozonas, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

### 7.2.3. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de emisiones de GEI de la categoría se utilizó una metodología de Nivel 1 de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006* con datos de actividad específicos del país y factores de emisión por defecto. La metodología está basada en el modelo First Order Decay (FOD), el cual considera un factor exponencial que describe la fracción de material degradable que se descompone cada año en CH<sub>4</sub> y CO<sub>2</sub>.

Se desagregó el territorio nacional en dos macrozonas climáticas para establecer diferenciación de las condiciones en la degradación de residuos. La macrozona Norte -correspondiente a las regiones de Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso y O'Higgins-, y la Región Metropolitana se clasificaron como Boreal y templada Seco según las opciones de zonas climáticas de las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 3.3.; Capítulo 3; Volumen 5). La macrozona Sur -que abarca las regiones del Maule, Biobío, Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Aisén y Magallanes- se clasificó como Boreal y templada Húmedo.

El cálculo del potencial de CH<sub>4</sub> fue estimado sobre la base de las cantidades de residuos y las prácticas de gestión en los sitios de disposición, donde se utilizaron valores a partir de estimaciones e información levantada a nivel nacional. Además, se consideró la composición de los residuos eliminados en los SDRS, para los que se utilizaron valores por defecto desde las *Directrices del IPCC de 2006*. La base para el cálculo es la cantidad de carbono orgánico degradable disuelto (DDOC<sub>m</sub>), el que corresponde a la parte del carbono orgánico que se degrada bajo condiciones anaeróbicas en los SDRS, que es igual al producto de la cantidad de RSM, la fracción de carbono orgánico degradable contenido en los residuos (DOC), la fracción de carbono orgánico degradable que se descompone bajo condiciones anaeróbicas (DOC<sub>f</sub>) y la parte de los residuos que



se descomponen bajo condiciones aeróbicas en los SDRS, la cual se interpreta a través del factor de corrección del metano (*MCF*).

Además se utilizaron ecuaciones de descomposición de primer orden para calcular el *DDOCm* acumulado en los SDRS y *DDOCm* descompuesto, ambos al final del año T. Considerando que no es pertinente determinar la cantidad de metano el año en que el residuo fue dispuesto, ya que es irrelevante en cuanto a la cantidad de metano generado, lo que cuenta es la masa total del material en descomposición, por lo que se utiliza el supuesto de que la reacción de descomposición comienza el 1° de enero de cada año posterior a la disposición.

Posteriormente, para determinar la cantidad de metano que se forma a partir del material en descomposición, se multiplicó la fracción de metano contenida en el gas generado de vertedero por el cociente de pesos moleculares  $CH_4/C$ , como se muestra en la Ecuación 74.

Ecuación 74. 5.A. Disposición de residuos sólidos:  $CH_4$  generado a partir de los *DDOCm* en descomposición (Nivel 1)

$$CH_4 \text{ generado}_T = DDOCm \text{ descomp}_T \times F \times 16/12$$

Fuente: Ecuación 3.6; Capítulo 3; Volumen 5; *Directrices del IPCC de 2006*.

Donde:

- $CH_4 \text{ generado}_T$ : cantidad  $CH_4$  generado a partir del material en descomposición
- $DDOCm \text{ descomp}_T$ :  $CH_4$  descompuesto durante el año T, kt
- *F*: fracción volumétrica de  $CH_4$  en el gas de vertedero generado (fracción)

Finalmente, las emisiones de metano anuales procedentes de la disposición de residuos sólidos, se estimaron a través de la Ecuación 75, la cual considera la diferencia entre la sumatoria del metano generado por diversos tipos de residuos eliminados (RSM y lodos de tratamiento de aguas domiciliarias) y la cantidad de metano recuperado desde los SDRS. La ecuación también considera parte del metano que no es recuperado desde la capa externa de los SDRS, la cual queda sujeta a oxidación, donde el valor utilizado para el factor de oxidación es 0, según los valores por defecto propuesto por las *Directrices del IPCC de 2006* para los tipos de SDRS que existen a nivel nacional.

Ecuación 75. 5.A. Disposición de residuos sólidos: emisiones de  $CH_4$  provenientes de los SDRS (Nivel 1)

$$Emisiones \text{ de } CH_4 = \left[ \sum_i CH_4 \text{ generado}_{i,T} - R_T \right] \times (1 - OX_T)$$

Fuente: Ecuación 3.1; Capítulo 3; Volumen 5; *Directrices del IPCC de 2006*.

Donde:

- Emisiones de  $CH_4$ :  $CH_4$  emitido durante el año T, kt
- T: año del inventario
- i: categoría o tipo de residuo y/o material
- $R_T$ :  $CH_4$  recuperado durante el año T, kt
- $OX_T$ : factor de oxidación durante el año T, (fracción)

### 7.2.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Los datos de actividad utilizados para la categoría *Disposición de residuos sólidos*, corresponden a valores utilizados en el INGEI2016, la que se basa en información histórica generada en su momento por la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA). Para los años 2014 a 2016, se utilizó un índice de producción per cápita (IPPC) calculado en base a los años conocidos y los que se multiplicaron con valores de población del INE, determinándose con ello el nivel de producción de cada una de las comunas. En relación al destino de los residuos (sitio gestionado, no gestionado y no categorizado) se mantuvo la distribución presentada el 2013 en cada una de las comunas (Tabla 355).

Para los datos de actividad de cantidad de lodos eliminados en SDRS, se utilizaron los lodos generados desde el tratamiento de aguas residuales domésticas que tienen por destino la disposición final. No existe mayor información para los lodos industriales que son eliminados en SDRS, por lo que no son considerados (Tabla 355).

Por otra parte, la cantidad de metano recuperado, corresponden a valores recopilados desde cada uno de los SDRS que llevan a cabo esta práctica a nivel nacional (Tabla 355).

Tabla 355. 5.A. Disposición de residuos sólidos: datos de actividad del total y fracción de Residuos Sólidos Municipales (RSM), lodos y CH<sub>4</sub> recuperado en SDRS a nivel nacional (kt), serie 1990-2016

Año	Total RSM (kt)	RSM eliminados por tipo SDRS:			Total Lodos (kt)	Total CH <sub>4</sub> recuperado (kt)
		No categorizados (kt)	No Gestionados (kt)	Gestionado Anaeróbicos (kt)		
1990	3.848,3	2.908,3	939,1	0,9	0,0	0,0
1991	3.920,0	3.006,3	912,6	1,0	7,5	0,0
1992	3.991,6	3.185,4	805,2	1,0	7,9	0,0
1993	4.063,3	2.079,2	800,9	1.183,2	7,9	0,0
1994	4.135,0	2.232,1	697,6	1.205,3	7,9	0,0
1995	4.206,7	2.288,4	690,9	1.227,3	9,0	0,0
1996	4.269,4	2.309,9	635,0	1.324,5	12,1	0,0
1997	4.332,1	2.226,7	635,7	1.469,7	12,2	0,0
1998	4.394,8	2.264,2	638,2	1.492,5	16,0	0,0
1999	4.457,6	2.296,3	646,1	1.515,2	17,9	0,0
2000	4.520,3	2.367,5	604,8	1.548,0	22,8	0,0
2001	4.514,7	2.361,2	624,8	1.528,7	114,4	0,0
2002	4.647,1	1.576,3	440,6	2.630,2	173,7	0,0
2003	4.802,3	1.486,9	428,2	2.887,2	363,1	0,0
2004	4.964,1	1.493,7	413,3	3.057,2	384,7	0,0
2005	5.113,7	1.384,6	392,8	3.336,4	389,5	0,0
2006	5.310,9	1.244,3	399,4	3.667,1	380,9	1,3
2007	5.492,9	1.307,4	398,0	3.787,5	418,9	22,3
2008	5.608,0	1.300,9	420,3	3.886,8	427,8	37,8
2009	5.779,5	1.342,6	433,2	4.003,7	437,0	52,4
2010	5.935,7	1.264,5	423,7	4.247,5	509,6	58,5
2011	6.183,8	1.226,9	308,6	4.648,4	569,9	61,1
2012	6.405,7	1.267,5	300,9	4.837,4	580,4	68,9
2013	6.647,0	1.335,3	434,3	4.877,3	661,6	56,1
2014	6.866,2	1.391,8	298,9	5.175,5	686,6	63,2
2015	6.939,8	1.406,4	302,5	5.230,9	701,3	58,9
2016	7.012,7	1.420,8	306,1	5.285,7	687,3	62,9

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Respecto a los datos paramétricos necesarios, estos fueron obtenidos de las *Directrices del IPCC de 2006*, por defecto (Tabla 356). Ante la ausencia de datos de composición de los RSM, se consideran los valores por defecto de *Desechos brutos*.

Tabla 356. 5.A. Disposición de residuos sólidos: datos paramétricos.

Dato	Valor
Fracción del carbono orgánico degradable que se descompone (DOCf)	0,50
Fracción de metano (F) en gas generado	0,50
Carbono orgánico degradable (DOC)*	0,18
Índice de generación de metano (k), boreal y templado seco	0,05
Índice de generación de metano (k), boreal y templado húmedo	0,09

(\*): El valor del DOC proviene del Software del IPCC y se estima en función del Cuadro 2.3 y el Cuadro 2.4 de Capítulo 2; Volumen 5; *Directrices del IPCC de 2006*.

Fuente: Sección 3.2.3.; Capítulo 3; Volumen 5; *Directrices del IPCC de 2006*.

### 7.2.3.2. Factores de emisión

Los factores de emisión para CH<sub>4</sub> de los SDRS usados para la estimación de las emisiones de GEI de la categoría fueron por defecto de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 3.1; Capítulo 3; Volumen 5). La Tabla 357 presenta los factores de corrección de metano usados.

Tabla 357. 5.A. Disposición de residuos sólidos: factores de corrección de metano (MCF)

Tipo de SDRS	Factor de Corrección de Metano (MCF)
Gestionado (anaeróbico)	1,0
No gestionado (poco profundo <5m)	0,4
No categorizado	0,6

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

### 7.2.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta categoría es de -83,0 % y +90,7 %. En general no se cuenta con información nacional de la incertidumbre de los datos de actividad, los factores de emisión y parámetros utilizados en el cálculo por lo que consideraron las recomendadas por las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 3.5; Capítulo 3; Volumen 5). Para combinar la incertidumbre de la categoría se tomaron los supuestos y se realizaron los cálculos que se explican a continuación.

Para combinar las incertidumbres de los datos de actividad con los de parámetros y factores de emisión se hizo el supuesto de que el modelo FOD (ver Aspectos metodológicos de la categoría) combina las incertidumbres como si las variables se estuvieran multiplicando, por lo que se utilizó la ecuación de combinación de incertidumbre método 1 para la multiplicación generando resultados para cada SEDS (Tabla 348). La incertidumbre utilizada para cada parámetro y el resultado de incertidumbre combinada para cada SEDS se presenta en la Tabla 358.

Tabla 358. 5.A. Disposición de residuos sólidos: resumen de la incertidumbre combinada, 2016.

Dato	Incertidumbre	No gestionado	Gestionado	No categorizado
DOCf	(-)%	20,0%	20,0%	20,0%
	(+)%	20,0%	20,0%	20,0%
Fracción de metano (F) en gas generado	(-)%	5,0%	5,0%	5,0%
	(+)%	5,0%	5,0%	5,0%
DOC	(-)%	20,0%	20,0%	20,0%
	(+)%	20,0%	20,0%	20,0%

Dato	Incertidumbre	No gestionado	Gestionado	No categorizado
MCF	(-)%	30,0%	10,0%	50,0%
	(+)%	30,0%	0,0%	60,0%
Vida media ( $t_{1/2}$ )	(-)%	50,0%	50,0%	50,0%
	(+)%	60,0%	60,0%	60,0%
Fracción de MSWT enviado a los SEDS (MSWF)	(-)%	30,0%	30,0%	30,0%
	(+)%	30,0%	30,0%	30,0%
Total de residuos sólidos municipales ( $MSW_T$ )	(-)%	30,0%	30,0%	30,0%
	(+)%	30,0%	30,0%	30,0%
<b>Incertidumbre combinada</b>	(-)%	<b>72,3%</b>	<b>77,6%</b>	<b>87,3%</b>
	(+)%	<b>78,9%</b>	<b>84,4%</b>	<b>99,1%</b>

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA basado en Cuadro 3.4 y Cuadro 3.5; capítulo 3, volumen 5 de las *Directrices del IPCC 2006*.

Luego se agregaron las incertidumbres de cada SEDS mediante la ecuación de combinación de incertidumbre - método 1 - para la suma, obteniendo una incertidumbre de -60,3 % +65,9 %.

Finalmente se agregaron las incertidumbres del metano producido y el metano recuperado también utilizando la ecuación de combinación de incertidumbre método 1 para la suma obteniendo una incertidumbre final de de -83,0 % y +90,7 %.

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre con las ecuaciones del método 1 mencionadas se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

### 7.2.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos. Se realizaron los cambios y ajustes a los datos de actividad detallados en la sección 7.2.3.1. *supra*.

### 7.2.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

#### 7.2.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de Residuos se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de Residuos. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

- Revisión detallada de cada archivo, con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
- Generación de una planilla consolidada de datos de actividad que traduce mediante vínculos automatizados los valores al formato requerido por el software IPCC para la entrada de datos, evitando la transcripción manual de datos y posibles errores asociados.
- Crear tablas de referencia automáticas para los valores comunes que se utilizan en los cálculos.

- Chequeo de la importación de datos desde la planilla consolidada y luego desde la planilla al formato requerido por el software del IPCC.
- Verificar que los datos o parámetros que se repiten en varios años sean consistentes
- Verificar en manejo de datos que los totales coincidan (chequeo cruzado) tanto para traspaso de datos como para desagregaciones o agregaciones.
- Verificar si existe alguna tendencia inusual o inexplicable reportada para los datos de actividad u otros parámetros a través de la serie temporal. Comparación de resultados con procedimiento anterior y el actual.
- Verificar que los datos de actividad estadísticos para últimos años de la serie temporal coincidan con los datos de la serie anterior, esto para las series de datos de actividad en que se utilizaron los valores de la actualización anterior.
- Verificar que existe documentación para respaldar y permitir la duplicación de los cálculos.
- Verificar que los datos de inventario, datos de respaldo y registros de inventarios sean archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada.
- Verificar que el archivo sea cerrado y se conserve en un lugar seguro tras la finalización del inventario.
- Verificar que las tablas e imágenes del informe correspondan a los últimos valores actualizados.
- Verificar los títulos de las tablas y figuras para ver la exactitud y la coherencia del contenido.
- Verificar la coherencia de las referencias y que las citas de texto y referencias coincidan.

#### **7.2.6.2. Garantía de la calidad**

El desarrollo del presente inventario no consideró una revisión externa para la garantía de la calidad, pero si fue revisado en actualizaciones anteriores. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

#### **7.2.6.3. Verificación**

Por el momento no se tienen datos de otras fuentes con los cuales se pueda comparar los resultados.

#### **7.2.7. Recálculos**

##### **7.2.7.1. Justificación de los nuevos cálculos y mejoras**

Se efectuó un recálculo asociado al nuevo valor del potencial de calentamiento global (PCG) de metano, que es mayor que el valor utilizado para el INGEI2016. Adicionalmente se utilizó información actualizada para la serie de lodos, lo que se detalla en la sección 7.5.4. *Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas (5.D.1.)*.

##### **7.2.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión**

En la Tabla 359 y la Figura 176, se observa como variaron las emisiones de GEI de la subcategoría con respecto al inventario anterior (INGEI2016). Las diferencias se deben principalmente al nuevo

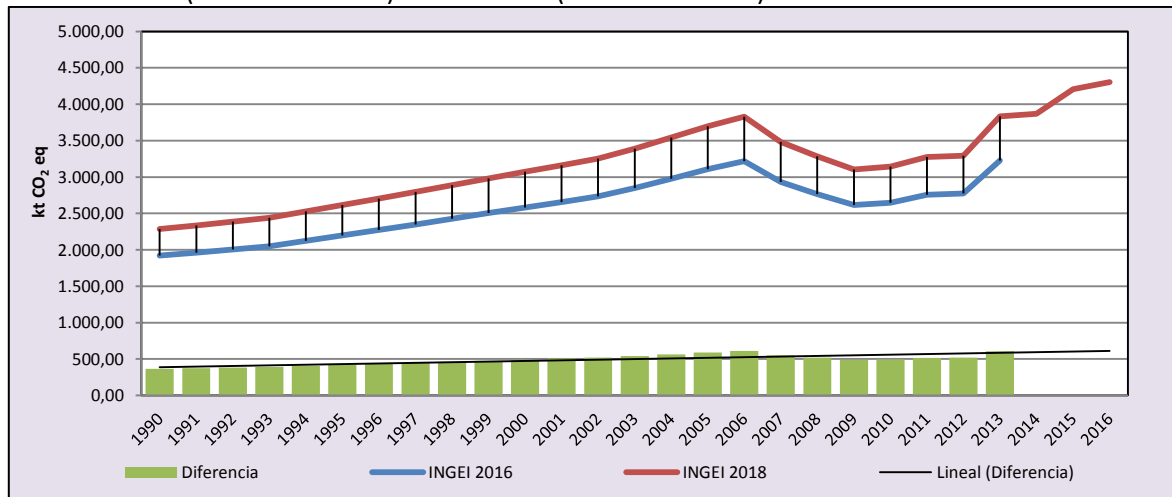
valor del PCG del metano, lo que se evidencia al observar que toda la serie aumenta en un mismo factor manteniendo las tendencias.

Tabla 359. 5.A. Disposición de residuos sólidos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	1.922,5	2.580,8	2.647,1	3.225,5			
INGEI2018	2.288,7	3.071,7	3.142,1	3.832,8	3.867,9	4.209,2	4.305,3
<b>Diferencia</b>	<b>366,2</b>	<b>490,9</b>	<b>495,0</b>	<b>607,2</b>			
<b>Diferencia %</b>	<b>16,0%</b>	<b>16,0%</b>	<b>15,8%</b>	<b>15,8%</b>			

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Figura 176. 5.A. Disposición de residuos sólidos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

### 7.2.8. Plan de mejoramiento

Desde el 2014 se cuenta con el Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER) del D.S N°1 *Reglamento del registro de emisiones y transferencias de contaminantes*, respecto a información anual que declaran generadores y destinatarios de residuos, del cual existen datos desde el 2014, sin embargo, no fue posible usar esta información debido a las siguientes brechas y barreras:

- No es posible distinguir el tipo de destino de los residuos (gestionado, no gestionado y no categorizado);
- Falta información, debido a que no todas las comunas declararon;
- Existen errores en la entrega de la información, lo cual fue cotejado en base al INGEI2016 obteniéndose un alto nivel de datos fuera de rango.

Se está trabajando en mejorar la recolección de información de dicha plataforma en base a la implementación de un sistema de validación de datos, el cual realizará un análisis exploratorio de datos y detección de outliers e inconsistencias. Para el caso de falta de antecedentes, se están ideando metodologías que fomenten que todas las comunas se vean obligadas a declarar y así poder contar con la información real asociada a la generación de residuos.

Adicionalmente, está pendiente revisar los parámetros utilizados en la estimación de emisiones para ver si es posible, utilizar datos nacionales para reemplazar valores por defecto:

- Revisar DOC: Actualmente se utiliza por defecto 0,18 que corresponde al valor por defecto promedio mundial.
- Revisar F: Usar información nacional sobre composición de biogás.
- Revisar  $N_{IND-COM}$ : Para calcular las emisiones de metano por carga orgánica de las aguas residuales domésticas se hace el supuesto de que no hay descargas industriales, sin embargo para el  $N_{IND-COM}$  se utiliza 1,1 en vez de 1, lo que supone que si existe un aporte de proteína por descarga de riles.
- Composición de residuos enviados a disposición final.

### 7.3. Tratamiento biológico de los residuos sólidos (5.B.)

#### 7.3.1. Descripción de la categoría

La categoría *Tratamiento biológico de residuos sólidos* corresponde a los procesos que afectan la cantidad y composición de los residuos, como la fabricación de compost y la digestión anaeróbica de los residuos orgánicos. Dichos procesos permiten la reducción del volumen, estabilización del residuo, y destrucción de agentes patógenos presentes. Además, en el caso de la digestión, permiten la producción de biogás para utilización energética. En el caso del compostaje el producto final puede utilizarse como fertilizante y abono en suelos, o bien, eliminarse en SDRS.

En el contexto nacional, para la serie 1990-2016, existen cierta cantidad instalaciones o proyectos de compostaje a nivel nacional, existiendo una “Norma Chilena de calidad de compost” (NCh 2880 del INN).

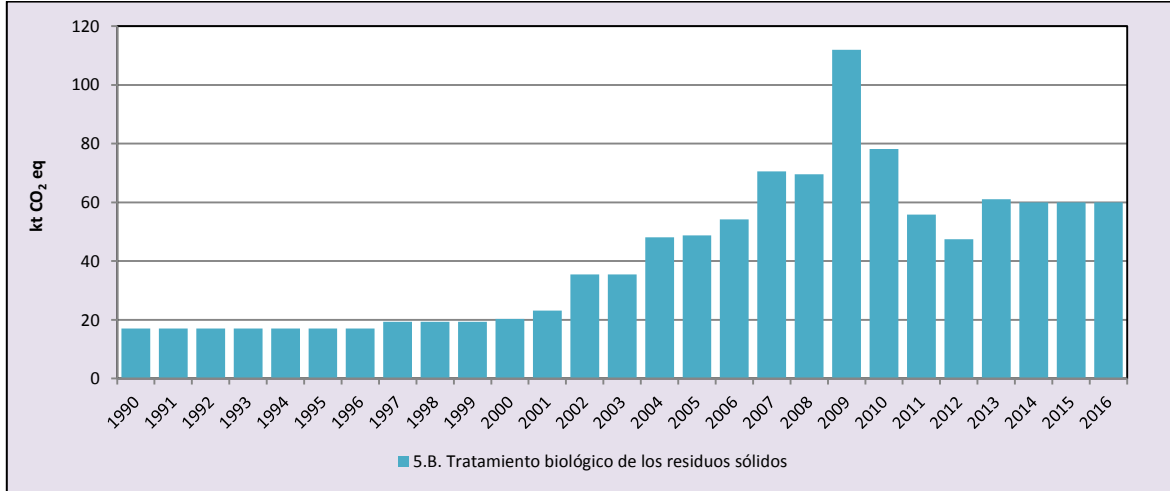
#### 7.3.2. Tendencia de las emisiones de GEI

La categoría *Tratamiento biológico de los residuos sólidos* es la tercera categoría emisora de GEI del sector *Residuos* (1,0 %). En 2016, sus emisiones de GEI contabilizaron 59,9 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 251,7 % desde 1990 y disminuyendo en un 1,8 % desde 2013 (Tabla 360 y Figura 177). La principal causante de la tendencia son los nuevos proyectos de compostaje a lo largo del país. Las variaciones interanuales se deben principalmente a la incorporación y al cierre de plantas de compostaje, según se deduce de las Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA).

Tabla 360. 5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016

Categoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
5.B. Tratamiento biológico de los residuos sólidos	17,0	20,4	78,1	61,0	59,9	59,9	59,9
<b>Total</b>	<b>17,0</b>	<b>20,4</b>	<b>78,1</b>	<b>61,0</b>	<b>59,9</b>	<b>59,9</b>	<b>59,9</b>

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Figura 177. 5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

### 7.3.3. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de la categoría *Tratamiento biológico de residuos sólidos* se utilizó una metodología de Nivel 1 para las emisiones de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O, de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006*, con factores de emisión por defecto.

#### Metano

Las emisiones de metano procedente de los diferentes procesos de tratamiento biológicos se estiman a partir de la siguiente ecuación:

Ecuación 76. 5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos: emisiones de CH<sub>4</sub> provenientes del tratamiento biológico (Nivel 1)

$$Emisión_{CH_4} = \sum_i (M_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-3} - R$$

Fuente: Ecuación 4.1; Capítulo 4; Volumen 5; *Directrices IPCC de 2006*.

Donde:

- Emisiones de CH<sub>4</sub>: total de las emisiones de CH<sub>4</sub> durante el año de inventario, kt de CH<sub>4</sub>.
- M<sub>i</sub>: masa de los residuos orgánicos sometidos al tratamiento biológico *i*, kt.
- EF<sub>i</sub>: factor de emisión del tratamiento *i*, g de CH<sub>4</sub>/kg de residuos tratados.
- *i*: preparación de abono orgánico o digestión anaeróbica.
- R: cantidad total de CH<sub>4</sub> recuperado durante el año del inventario, kt de CH<sub>4</sub>.

En la ecuación anterior se incluye la recuperación del CH<sub>4</sub>, sin embargo, este término aplica en el caso en que se tengan procesos de digestión anaeróbica, situación que no ocurre en la realidad nacional.



**Óxido nítrico**

Las emisiones de óxido nítrico procedente de los diferentes procesos de tratamiento biológicos se estiman a partir de la siguiente ecuación:

Ecuación 77. 5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos: emisiones N<sub>2</sub>O provenientes del tratamiento biológico (Nivel 1)

$$Emisión_{N_2O} = \sum_i (M_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-3}$$

Fuente: Ecuación 4.2; Capítulo 4; Volumen 5; *Directrices IPCC de 2006*.

Donde:

- Emisiones de N<sub>2</sub>O: total de las emisiones de N<sub>2</sub>O durante el año de inventario, kt de N<sub>2</sub>O.
- M<sub>i</sub>: masa de los residuos orgánicos sometidos al tratamiento biológico *i*, kt.
- EF<sub>i</sub>: factor de emisión del tratamiento *i*, g de N<sub>2</sub>O/kg de residuos tratados.
- *i*: preparación de abono orgánico o digestión anaeróbica.

El cálculo de las emisiones para esta categoría se realizó a través del *IPCC Inventory Software* versión 2.12.

**7.3.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos**

Los datos de actividad para esta categoría provienen de diversas fuentes: revisión de proyectos de compostaje y digestión anaeróbica aprobados por el Servicio de Evaluación Ambiental (SEA) y datos de valorización de residuos obtenidos a partir de un informe elaborado por la SUBDERE. Ambas fuentes incluyen información sobre compostaje de diferentes tipos de residuos (orgánicos, alimentos, residuos de jardines y parques; y lodos de aguas residuales) como se muestra en la Tabla 361.

Tabla 361. 5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos: cantidad total de residuos en compostaje (t, base húmeda).

Año	Residuos orgánicos	Residuos de alimentos	Residuos de jardines y parques	Lodos de aguas residuales	TOTAL
1990	90,0	-	-	-	90,0
1991	90,0	-	-	-	90,0
1992	90,0	-	-	-	90,0
1993	90,0	-	-	-	90,0
1994	90,0	-	-	-	90,0
1995	90,0	-	-	-	90,0
1996	90,0	-	-	-	90,0
1997	102,0	-	-	-	90,0
1998	102,0	-	-	-	102,0
1999	102,0	-	-	-	102,0
2000	102,0	-	5,5	-	107,5
2001	102,0	-	20,1	-	107,5
2002	147,6	1,5	20,1	18,3	187,4
2003	147,6	1,5	20,1	18,3	187,4
2004	213,9	1,5	20,1	18,3	253,7
2005	222,9	1,5	14,6	18,3	253,7
2006	266,7	1,5	-	18,3	286,4
2007	352,6	1,5	-	18,3	286,4
2008	347,8	1,5	-	18,3	367,5
2009	569,7	3,2	-	18,3	367,5

Año	Residuos orgánicos	Residuos de alimentos	Residuos de jardines y parques	Lodos de aguas residuales	TOTAL
2010	410,4	2,2	-	-	412,6
2011	292,7	2,2	-	-	412,6
2012	248,5	2,2	-	-	250,7
2013	308,1	14,2	-	-	250,7
2014	302,4	14,2	-	-	316,5
2015	302,4	14,2	-	-	316,5
2016	302,4	14,2	-	-	316,5

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

### 7.3.3.2. Factores de emisión

Los factores de emisión utilizados para el cálculo de las emisiones de GEI fueron los valores por defecto proporcionados por las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 4.1; Capítulo 4; Volumen 5), para el proceso de abono orgánico, el que es homologado al proceso de compostaje nacional (Tabla 362).

Tabla 362. 5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos: factores de emisión.

Proceso	GEI	Factor de emisión (g GEI/kg residuo tratado)
Abono orgánico (compost)	CH <sub>4</sub>	4,00
Abono orgánico (compost)	N <sub>2</sub> O	0,30

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

### 7.3.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de la categoría es de -95,9 % y de +158,4 %. En general no se cuenta con información nacional de la incertidumbre de los datos de actividad y los factores de emisión, por lo que consideraron las recomendadas por las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 3.5; Capítulo 3, Volumen 5 para los datos de actividad y Cuadro 4.1; Capítulo 4; Volumen 5 para los factores de emisión). Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 363.

Tabla 363. 5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos: resumen de la incertidumbre combinada, 2013

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos	CH <sub>4</sub>	100,0%	200,0%	99,3%	100,0%	140,9%	223,6%
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos	N <sub>2</sub> O	100,0%	200,0%	80,0%	100,0%	128,1%	223,6%

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

En conclusión, la mayor fuente de incertidumbre en las estimaciones de GEI de la categoría proviene de los datos de actividad.

### **7.3.5. Consistencia de la serie temporal**

Para mantener la consistencia de la serie 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos.

### **7.3.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación**

#### **7.3.6.1. Control de la calidad**

Durante la actualización del ISGEI de Residuos se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de Residuos. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

- Desarrollo de planillas de información base en la cual se especifican los datos de actividad, factores de emisión, fuentes y supuestos utilizados. Esto permite mantener la información ordenada y documentada para futuras actualizaciones.
- Verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación presentes en las planillas de información base, el informe para garantizar que, en los archivos, la información es consistente.
- Confirmación de referencias bibliográficas citadas.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Chequeos cruzados de la información entregada por las empresas versus la información pública.
- Chequeo con expertos externos al equipo sectorial de las categorías que involucran procesos productos que no ocurren en el país.
- Comparación de las estimaciones actuales con las del ISGEI anterior, de manera de identificar posibles errores de entrada o cálculo. Las divergencias fueron justificadas.

#### **7.3.6.2. Garantía de la calidad**

El desarrollo del presente inventario no consideró una revisión externa para la garantía de la calidad, pero si fue revisado en actualizaciones anteriores. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

#### **7.3.6.3. Verificación**

Por el momento no se tienen datos de otras fuentes con los cuales se pueda comparar los resultados.

### **7.3.7. Recálculos**

#### **7.3.7.1. Justificación de los nuevos cálculos y mejoras**

Se efectuó un recalcu asociado al nuevo valor utilizado del potencial de calentamiento global (PCG) del metano y del óxido nitroso.

### 7.3.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión

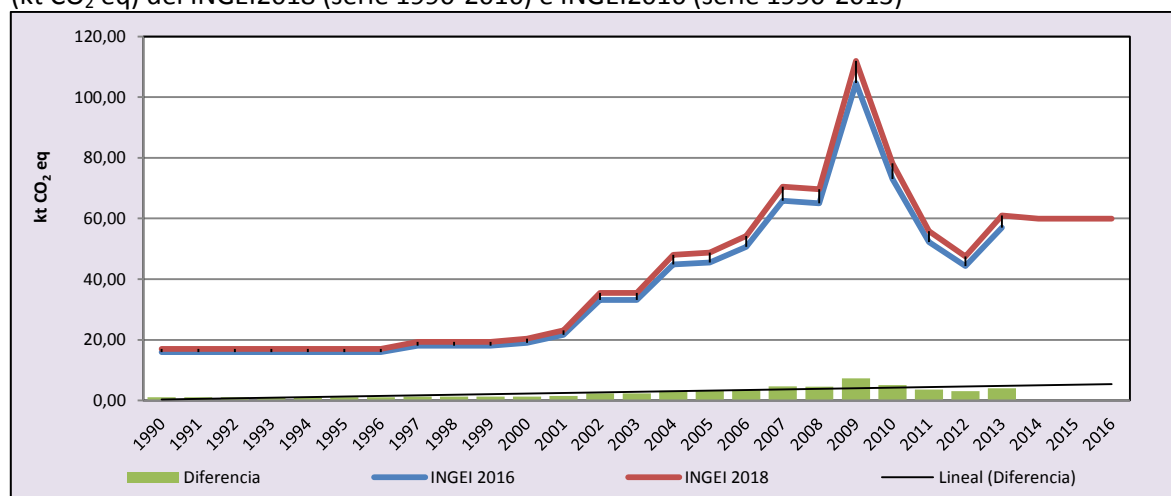
En la Tabla 364 y la Figura 178, se observa como variaron las emisiones de GEI de la subcategoría con respecto al inventario anterior (INGEI2016). Las diferencias se deben, tal como se señaló anteriormente, a los nuevos valores de PCG utilizados, los que en parte se contrarrestan ya que el del metano es mayor y el del óxido nitroso es menor.

Tabla 364. 5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	15,930	19,028	73,031	57,037			
INGEI2018	17,046	20,361	78,148	61,033	59,947	59,947	59,947
<b>Diferencia</b>	<b>1,116</b>	<b>1,333</b>	<b>5,116</b>	<b>3,996</b>			
<b>Diferencia %</b>	<b>6,5%</b>	<b>6,5%</b>	<b>6,5%</b>	<b>6,5%</b>			

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Figura 178. 5.B. Tratamiento biológico de residuos sólidos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

### 7.3.8. Plan de mejoramiento

Mejoras específicas para la presente subcategoría no se contemplan en la actualidad. Sin embargo, la mejora del SINADER propuesta para la categoría *Disposición de residuos sólidos* también podría permitir contar con información que pudiera ser utilizada para mejorar los datos de esta categoría.

## 7.4. Incineración e incineración abierta de residuos (5.C.)

### 7.4.1. Descripción de la categoría

La categoría *Incineración e incineración abierta de residuos* incluye las emisiones de GEI que resultan de la combustión de residuos sólidos y líquidos sin recuperación de energía, mientras que

la incineración abierta de residuos apunta a la combustión de materiales principalmente no deseados, de modo que el humo y otras emisiones se liberan directamente al aire o a través de dispositivos de incineración que no controlan el aire de combustión. Las subcategorías incluidas son:

- 5.C.1. *Incineración de residuos*
- 5.C.2. *Incineración abierta de residuos*

De acuerdo a la normativa nacional, la incineración abierta de residuos es una práctica ilegal en Chile, por lo que no se cuenta con registros sobre cantidades incineradas, que quedan fuera del inventario. Sin embargo, sí se autoriza la eliminación de residuos hospitalarios mediante quema. Otra de las actividades consideradas dentro de esta subcategoría corresponde a la cremación de cadáveres y restos humanos. Por lo tanto, se entenderá que la categoría *Incineración e incineración abierta de residuos* corresponde a la subcategoría *Incineración de residuos*.

#### 7.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI

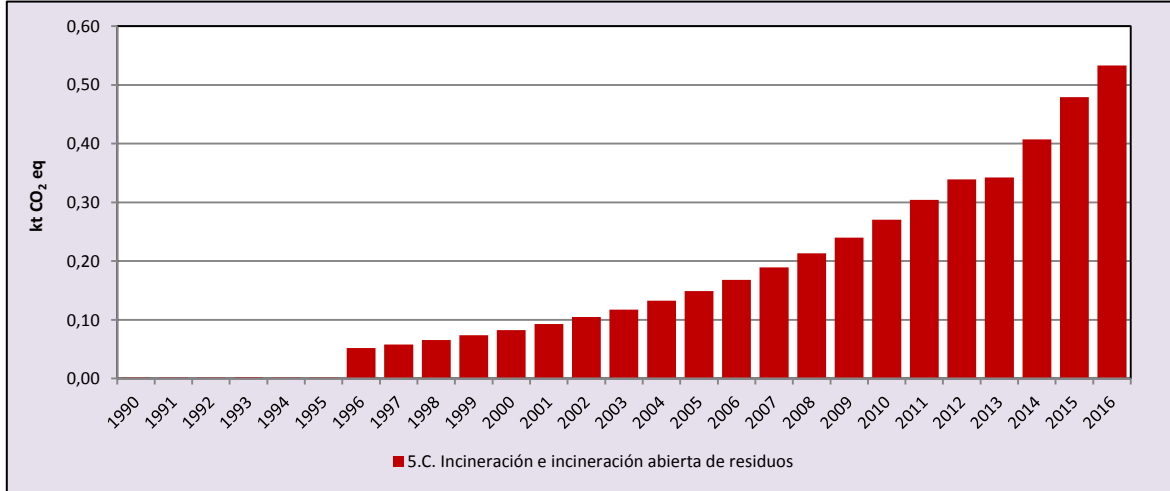
La categoría *Incineración e incineración abierta de residuos* es la menor categoría emisora de GEI del sector *Residuos* (0,01 %). En 2016, sus emisiones de GEI contabilizaron 0,533 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 29.574,2 % desde 1990 y en un 55,6 % desde el 2013 (Tabla 365 y Figura 179). La principal causante del aumento de las emisiones de GEI de esta categoría es la incorporación de nuevos crematorios y el ingreso de nuevos datos de actividad de residuos hospitalarios a partir de 1996. La única subcategoría emisora corresponde a *Incineración de residuos*.

Tabla 365. 5.C. Incineración e incineración abierta de residuos: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016.

Categoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
5.C. Incineración e incineración abierta de residuos	0,002	0,083	0,270	0,343	0,407	0,479	0,533
<b>Total</b>	<b>0,002</b>	<b>0,083</b>	<b>0,270</b>	<b>0,343</b>	<b>0,407</b>	<b>0,479</b>	<b>0,533</b>

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Figura 179. 5.C. Incineración e incineración abierta de residuos: tendencia de las emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

### 7.4.3. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de la subcategoría *Incineración de residuos*, única emisora de la categoría, se utilizó una metodología de Nivel 1 de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006* con factores de emisión y datos paramétricos por defecto.

#### **Dióxido de carbono**

Para la estimación de las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de la incineración de residuos se utiliza el método de Nivel 1. La estimación considera lo siguiente:

Ecuación 78. 5.C.1. Incineración de residuos: estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> basada en la cantidad total de desechos quemados (Nivel 1)

$$Emisión_{CO_2} = \sum_i (SW_i \cdot dm_i \cdot CF_i \cdot FCF_i \cdot OF_i) \cdot 44/12$$

Fuente: Ecuación 5.1; Capítulo 5; Volumen 5; *Directrices IPCC de 2006*.

Donde:

- Emisión<sub>CO<sub>2</sub></sub>: emisiones de CO<sub>2</sub> durante el año del inventario, kt/año
- SW<sub>i</sub>: cantidad total de residuos sólidos del tipo i (peso húmedo) incinerados o quemados por incineración abierta, kt/año.
- dm<sub>i</sub>: contenido de materia seca en los residuos (peso húmedo) incinerados o quemados por incineración abierta, fracción.
- CF<sub>i</sub>: fracción de carbono en la materia seca (contenido de carbono total), fracción.
- FCF<sub>i</sub>: fracción de carbono fósil en el carbono total, fracción.
- OF<sub>i</sub>: factor de oxidación, fracción.
- 44/12: factor de conversión de C en CO<sub>2</sub>.
- i: tipo de residuos incinerado o quemado al aire libre.

En el caso nacional, las emisiones de CO<sub>2</sub> solo consideran las procedentes de residuos hospitalarios, dado que las emisiones de CO<sub>2</sub> de residuos de cremación se consideran emisiones biogénicas.

### Metano

Las emisiones de CH<sub>4</sub> se estiman siguiendo un método de Nivel 1 de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006*. Las emisiones provenientes de la incineración son el resultado de una combustión incompleta. Los factores importantes que afectan las emisiones son la temperatura, el tiempo de residencia y proporción de aire respecto a la cantidad de residuos. La estimación considera lo siguiente:

Ecuación 79. 5.C.1. Incineración de residuos: estimación de emisiones de CH<sub>4</sub> basada en la cantidad total de desechos quemados (Nivel 1)

$$Emisión_{CH_4} = \sum_i (IW_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-6}$$

Fuente: Ecuación 5.4; Capítulo 5; Volumen 5; *Directrices IPCC de 2006*.

Donde:

- Emisión<sub>CH<sub>4</sub></sub>: emisiones de CH<sub>4</sub> durante el año del inventario, kt/año
- IW<sub>i</sub>: cantidad total de residuos sólidos del tipo i (peso húmedo) incinerados o quemados por incineración abierta, kt/año.
- EF<sub>i</sub>: factor de emisión de CH<sub>4</sub> por tipo de residuo, kg CH<sub>4</sub>/Gg de residuos.
- i: tipo de residuos incinerado o quemado al aire libre.

### Óxido nítrico

Las emisiones de N<sub>2</sub>O se estiman siguiendo un método de Nivel 1 de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006*. El N<sub>2</sub>O se emite en los procesos de combustión a temperaturas de combustión relativamente bajas, entre 500 y 950 °C. Otros factores importantes que influyen en las emisiones son el tipo de dispositivos de control de los contaminantes del aire, el tipo y el contenido de nitrógeno de los residuos y la fracción de aire en exceso. La estimación considera lo siguiente:

Ecuación 80. 5.C.1. Incineración de residuos: estimaciones de emisiones de N<sub>2</sub>O.

$$Emisión_{CH_4} = \sum_i (IW_i \cdot EF_i) \cdot 10^{-6}$$

Fuente: Ecuación 5.5; Capítulo 5; Volumen 5; *Directrices IPCC de 2006*.

Donde:

- Emisión<sub>N<sub>2</sub>O</sub>: emisiones de N<sub>2</sub>O durante el año del inventario, kt/año
- IW<sub>i</sub>: cantidad total de residuos sólidos del tipo i (peso húmedo) incinerados o quemados por incineración abierta, kt/año.
- EF<sub>i</sub>: factor de emisión de N<sub>2</sub>O por tipo de residuo, kg N<sub>2</sub>O/kt de residuos.
- i: tipo de residuos incinerado o quemado al aire libre.

### 7.4.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Los datos de actividad para *Incineración de residuos* se recolectaron desde el sector privado en el caso de hospitalarios, y cementerios para las cremaciones de cadáveres y restos humanos. Para años con vacíos de datos por falta de registros, pérdida de información por parte de las entidades a cargo u otras razones, se estimaron en base a regresión lineal (Tabla 366).

Tabla 366. 5.C. Incineración e incineración abierta de residuos: datos de actividad (kt), serie 1990-2016.

Año	Residuos cremación	Residuos hospitalarios
1990	0,075	-
1991	0,079	-
1992	0,083	-
1993	0,096	-
1994	0,088	-
1995	0,088	-
1996	0,094	0,083
1997	0,092	0,094
1998	0,109	0,106
1999	0,110	0,119
2000	0,101	0,135
2001	0,106	0,152
2002	0,111	0,171
2003	0,113	0,193
2004	0,122	0,217
2005	0,135	0,245
2006	0,140	0,276
2007	0,165	0,311
2008	0,167	0,351
2009	0,176	0,395
2010	0,194	0,446
2011	0,212	0,502
2012	0,240	0,559
2013	0,272	0,564
2014	0,276	0,673
2015	0,307	0,792
2016	0,349	0,881

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Es importante mencionar que no se pudo recopilar la información de todos los crematorios y hospitales catastrados, situación que provoca una brecha en la información.

### 7.4.3.2. Factores de emisión

Los datos paramétricos de los residuos hospitalarios necesarios para la estimación de emisiones de CO<sub>2</sub> son por defecto de acuerdo a las *Directrices del IPCC* de 2006 y se muestran en la Tabla 367.

Tabla 367. 5.C. Incineración e incineración abierta de residuos: datos paramétricos de los residuos hospitalarios

Dato paramétrico	Unidad	Valor
Materia seca (dm) (*)	Fracción	0,65
Fracción de carbono en la materia seca (CF) (**)	Fracción	0,60
Fracción de carbono fósil en el carbono total (FCF) (**)	Fracción	0,40
Factor de oxidación (OF) (**)	Fracción	1,00

Fuente: (\*) Cuadro 2.6., Capítulo 2, Volumen 5, *Directrices del IPCC de 2006* (\*\*) Cuadro 5.3., Capítulo 5, Volumen 5, *Directrices del IPCC de 2006*



Los factores de emisión para el CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O usados para la estimación de las emisiones de GEI de la categoría fueron factores por defecto de las *Directrices IPCC de 2006*. La Tabla 368 presenta los factores de emisión usados para ambos tipos de residuos, esto es, hospitalarios y de cremación, considerando una tecnología de incineración por lotes.

Tabla 368. 5.C. Incineración e incineración abierta de residuos: factores de emisión

Tecnología	GEI	Valor (kg GEI/Gg residuos)
Incendio por lotes, lecho fluidizado (*)	CH <sub>4</sub>	237,0
Incendio por lotes (**)	N <sub>2</sub> O	60,0

Fuente: (\*) Cuadro 5.3; Capítulo 5; Volumen 5, *Directrices del IPCC de 2006* (\*\*) Cuadro 5.6; Capítulo 5; Volumen 5, *Directrices del IPCC de 2006*

#### 7.4.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de esta subcategoría es de -128,3 % y +208,1 %. En general no se cuenta con información nacional de la incertidumbre de los datos de actividad y los factores de emisión, por lo que consideraron las recomendadas en las *Directrices del IPCC del 2006* (Cuadro 3.5; Capítulo 3; Volumen 5, para los datos de actividad; Cuadro 2.6; Capítulo 2; Volumen 5, para la materia seca y Cuadro 5.2; Capítulo 5, Volumen 5, para el resto de los parámetros referidos a las emisiones de CO<sub>2</sub>; Sección 5.7.1.; Capítulo 5; Volumen 5, para los factores de emisión de CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O). Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 369.

Tabla 369. 5.C. Incineración e incineración abierta de residuos: resumen de la incertidumbre combinada, 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
5.C.1.	Incineración de residuos	CH <sub>4</sub>	100,0%	200,0%	100,0%	100,0%	141,4%	223,6%
5.C.1.	Incineración de residuos	CO <sub>2</sub>	100,0%	200,0%	91,7%	91,7%	135,6%	220,0%
5.C.1.	Incineración de residuos	N <sub>2</sub> O	100,0%	200,0%	100,0%	100,0%	141,4%	223,6%

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

#### 7.4.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos.

#### 7.4.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

##### 7.4.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de Residuos se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices del IPCC de 2006* para la subcategoría y las actividades propias del Equipo Técnico de Residuos. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

- Desarrollo de planillas de información base en la cual se especifican los datos de actividad, factores de emisión, fuentes y supuestos utilizados. Esto permite mantener la información ordenada y documentada para futuras actualizaciones.
- Verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación presentes en las planillas de información base, el informe para garantizar que, en los archivos, la información es consistente.
- Confirmación de referencias bibliográficas citadas.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Chequeos cruzados de la información entregada por las empresas versus la información pública.
- Chequeo con expertos externos al equipo sectorial de las categorías que involucran procesos productos que no ocurren en el país.
- Comparación de las estimaciones actuales con las del ISGEI anterior, de manera de identificar posibles errores de entrada o cálculo. Las divergencias fueron justificadas.

#### 7.4.6.2. Garantía de la calidad

El desarrollo del presente inventario no consideró una revisión externa para la garantía de la calidad, pero si fue revisado en actualizaciones anteriores. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

#### 7.4.6.3. Verificación

Por el momento no se tienen datos de otras fuentes con los cuales se pueda comparar los resultados.

#### 7.4.7. Recálculos

##### 7.4.7.1. Justificación de los nuevos cálculos y mejoras

Se efectuó un recalcu asociado al nuevo valor utilizado del potencial de calentamiento global (PCG) del metano y del óxido nitroso.

##### 7.4.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión

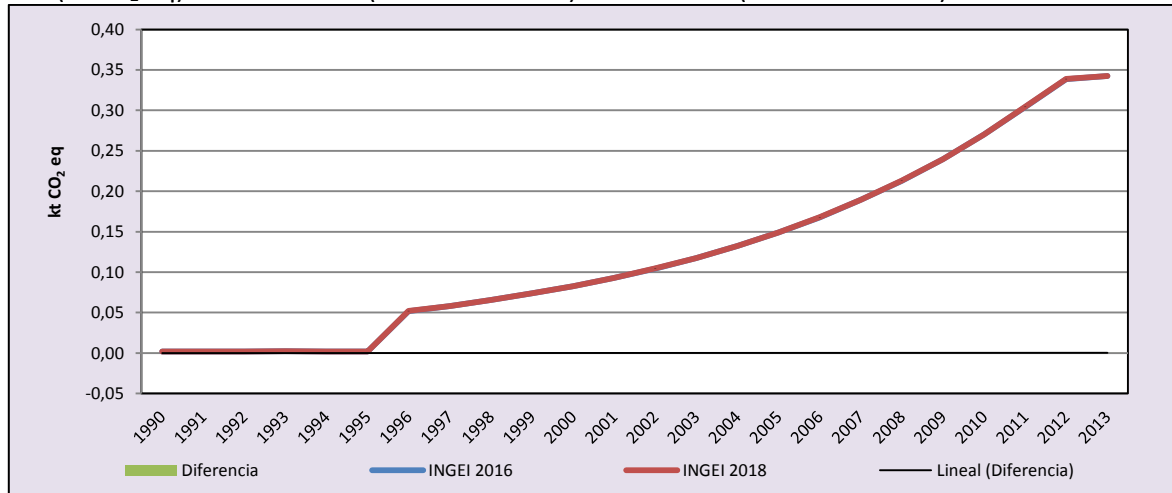
En la Tabla 370 y la Figura 180, se observa como variaron las emisiones de GEI de la subcategoría con respecto al inventario anterior (INGEI2016). No se aprecian diferencias ya que la mayor proporción de emisiones corresponden a CO<sub>2</sub> las que no se ven afectadas por el cambio en los PCG.

Tabla 370. 5.C. Incineración e incineración abierta de residuos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	0,002	0,083	0,270	0,342			
INGEI2018	0,002	0,083	0,270	0,343	0,407	0,479	0,533
Diferencia	0,000	0,000	0,000	0,000			
Diferencia %	1,0%	0,1%	0,1%	0,1%			

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Figura 180. 5.C. Incineración e incineración abierta de residuos: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

#### 7.4.8. Plan de mejoramiento

No se contemplan mejoras específicas para la presente subcategoría en la actualidad.

### 7.5. Tratamiento y descarga de aguas residuales (5.D.)

#### 7.5.1. Descripción de la categoría

Las aguas residuales pueden ser una fuente de CH<sub>4</sub> cuando se las trata o elimina en medio anaeróbico. También pueden ser una fuente de emisiones de N<sub>2</sub>O. Las emisiones de CO<sub>2</sub> procedentes de las aguas residuales no se consideran en las *Directrices del IPCC de 2006* porque son de origen biogénico y no deben incluirse en el total nacional de emisiones. Las aguas residuales se originan en una variedad de fuentes domésticas, comerciales e industriales y pueden tratarse in situ (no recolectadas), transferirse por alcantarillado a una instalación central (recolectadas), o eliminarse sin tratamiento en las cercanías o por medio de desagües.

La categoría incluye las subcategorías siguientes:

- 5.D.1. *Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas.*
- 5.D.2. *Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales.*

En el contexto nacional, esta categoría incluye las emisiones producidas por los diferentes tratamientos aplicados a las aguas servidas de todo el país y también las emisiones debido a los diferentes tipos de tratamientos aplicados a los residuos líquidos industriales (RILes).

### 7.5.2. Tendencia de las emisiones de GEI

La categoría *Tratamiento y descarga de aguas residuales* es la segunda categoría emisora de GEI del sector *Residuos* (24,7 %). En 2016, sus emisiones de GEI contabilizaron 1.435,3 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 116,3 % desde 1990 y en un 0,8 % desde 2013 (Tabla 371 y Figura 181). Se observa que entre 2001 y 2005 hay un gran incremento en la tendencia, que se debe sobre todo al aumento de las aguas servidas industriales tratadas. La posterior disminución se explica por el cambio en el tipo de tratamiento aplicado a las aguas servidas industriales.

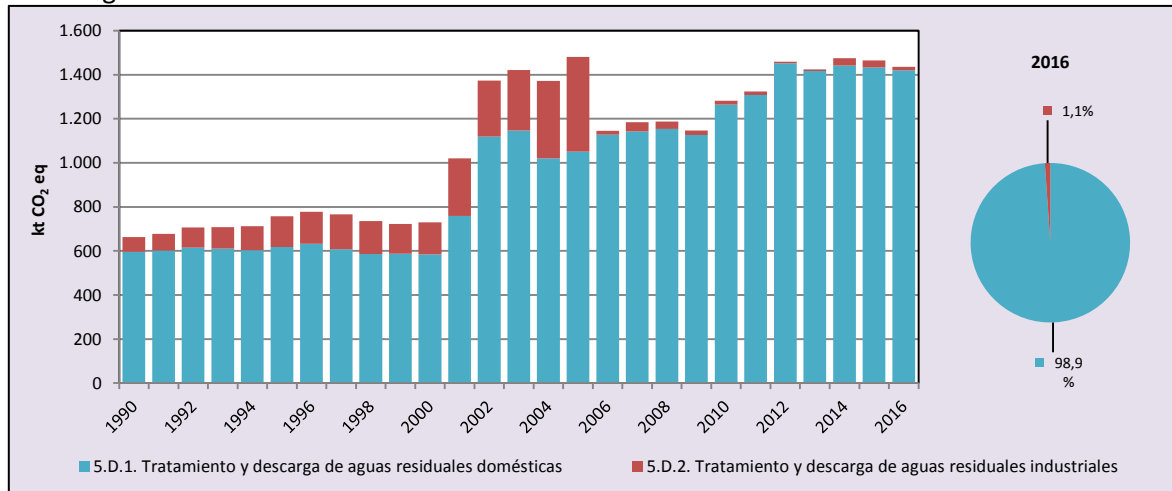
Respecto a las subcategorías (Figura 181), el *Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas* es la emisora casi única, con un 98,9 % de participación, mientras que el *Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales* alcanza solamente un 1,1%.

Tabla 371. 5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría, serie 1990-2016

Subcategoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
5.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	596,2	585,4	1.265,1	1.416,8	1.441,6	1.433,0	1.419,5
5.D.2. Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales	67,4	144,9	16,6	7,4	34,0	31,9	15,8
<b>Total</b>	<b>663,6</b>	<b>730,3</b>	<b>1.281,7</b>	<b>1.424,2</b>	<b>1.475,6</b>	<b>1.464,8</b>	<b>1.435,3</b>

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Figura 181. 5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales: emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) por subcategoría serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

### 7.5.3. Aspectos metodológicos de la categoría

Para la estimación de las emisiones de GEI de las subcategorías de *Tratamiento y descarga de aguas residuales* se utilizó una metodología de Nivel 1 de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006* con factores de emisión por defecto. En la Tabla 372 se observa un resumen de los métodos aplicados por subcategoría y por tipo de GEI.

Tabla 372. 5.D. Tratamiento y descarga de aguas residuales: métodos aplicados por subcategoría

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	CH <sub>4</sub>		N <sub>2</sub> O	
		Nivel metodológico	Factor de emisión	Nivel metodológico	Factor de emisión
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	T1	D	T1	D
5.D.2.	Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales	T1	D		

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

El cálculo de las emisiones para las subcategorías en las que se aplicó el método Nivel 1 se realizó a través del *IPCC Inventory Software* versión 2.12.

#### 7.5.4. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas (5.D.1.)

##### 7.5.4.1. Descripción de la subcategoría

Se entiende por aguas residuales domésticas (o aguas servidas) a los residuos de aguas utilizadas en los hogares principalmente. Los sistemas de tratamiento y descarga pueden variar de forma abrupta de un país a otro. Además, estos sistemas pueden diferir entre los usuarios urbanos y rurales, así como entre los usuarios urbanos de alto nivel de ingresos y los de bajo nivel de ingresos.

Las aguas servidas domésticas suelen transferirse por medio de alcantarillas abiertas o cerradas, para recibir tratamiento en plantas centralizadas, letrinas de hoyo, sistemas sépticos, o ser eliminadas en lagunas no gestionadas o en vías fluviales. En algunas ciudades costeras, las aguas servidas domésticas se transfieren directamente al océano.

En el contexto nacional, esta categoría incluye las emisiones producidas por los diferentes tratamientos, incluyendo tanto las plantas de tratamiento de aguas servidas (PTAS) como otras formas de eliminación. La proporción de utilización de cada uno de estos ha cambiado considerablemente a lo largo de la serie 1990- 2016, destacándose la aparición de plantas de tratamiento anaeróbico que permite la recuperación del metano generado.

La entidad encargada de la fiscalización y establecimiento de normas para empresas sanitarias corresponde a la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS), que maneja los datos de cobertura total de recolección y del tratamiento de aguas residuales domésticas a nivel nacional.

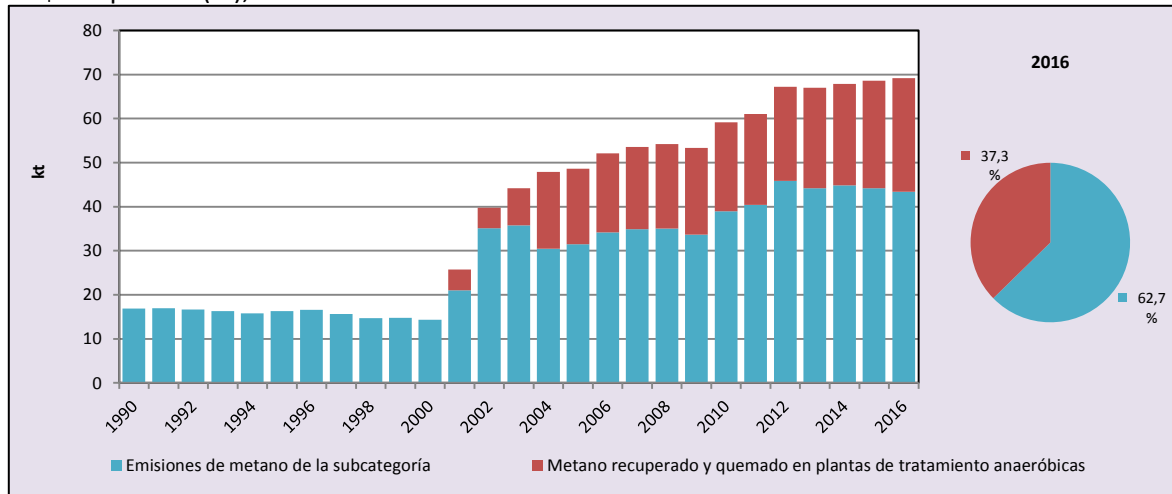
Adicionalmente, en el contexto nacional el lodo removido desde el tratamiento de aguas residuales tiene múltiples destinos, gran parte se dispone en rellenos sanitarios, vertederos autorizados o monorellenos, donde las emisiones de metano para estos tipos de disposición final son consideradas dentro de la categoría *Sitios de disposición de residuos sólidos*; mientras que otros posibles destinos para el lodo generado son para uso agrícola como abono o compostaje.

##### 7.5.4.2. Tendencia de las emisiones de GEI

La subcategoría *Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas* es la principal subcategoría emisora de GEI de la categoría *Tratamiento y descarga de aguas residuales* representando el 98,9 % de sus emisiones de GEI. En el 2016, las emisiones de GEI de esta subcategoría contabilizaron 1.419,5 kt CO<sub>2</sub> eq, incrementándose en un 138,1 % desde 1990 y en un 0,2 % desde 2013 (Tabla 371 y Figura 181). El principal causante de la tendencia y las

variaciones interanuales es el aumento constante de población, la mayor cobertura de los tratamientos de aguas servidas domésticas, las emisiones asociadas a la digestión anaeróbica de los residuos y la recuperación de metano. El efecto de este último se aprecia en la Figura 182.

Figura 182. 5.D.1 Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas: emisiones de CH<sub>4</sub> (kt) y CH<sub>4</sub> recuperado (kt), serie 1990-2016.



Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

#### 7.5.4.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de las emisiones de CH<sub>4</sub> y de N<sub>2</sub>O de la subcategoría *Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas* se utilizó una metodología de Nivel 1 de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006* con factores de emisión por defecto.

#### Metano

Las emisiones dependen de la cantidad de materia orgánica degradable contenida en las aguas residuales y de un factor de emisión que caracteriza la proporción en la que estos residuos generan CH<sub>4</sub> que depende del tipo de sistema de tratamiento. De acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006*, los pasos para la estimación de emisiones de CH<sub>4</sub> son:

- 1) Estimar el contenido total de carbono orgánico degradable en las aguas servidas: el contenido total depende de la población total atendida y la generación de DBO por persona, de acuerdo a la ecuación que se muestra a continuación:

Ecuación 81. 5.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas: total de materia orgánica degradable en las aguas residuales domésticas

$$TOW = P \cdot DBO \cdot 0,001 \cdot I \cdot 365$$

Fuente: Ecuación 6.3; Capítulo 6; Volumen 5; *Directrices IPCC de 2006*.

Donde:

- TOW: total de materia orgánica en las aguas residuales del año del inventario, kg de DBO/año.
- P: población del país en el año de inventario, personas.

- DBO: DBO per cápita específico del país en el año de inventario, g/persona/día.
- 0,001: conversión de gramos de DBO a kilogramos de DBO.
- I: factor de corrección para DBO industrial eliminado en las cloacas.

- 2) Determinar las vías y los sistemas de tratamiento según los datos del país, para estimar el factor de emisión en función de la capacidad máxima de producción de CH<sub>4</sub> (B<sub>0</sub>) y el factor corrector para el CH<sub>4</sub> (MCF), dependiente de cada vía o sistema. De acuerdo a lo anterior, el factor de emisión para cada sistema se calcula a partir de la ecuación siguiente:

Ecuación 82. 5.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas: factor de emisión para cada vía o sistema de tratamiento y/o eliminación de aguas residuales domésticas.

$$EF_j = B_o \cdot MCF_j$$

Fuente: Ecuación 6.2; Capítulo 6; Volumen 5; *Directrices IPCC de 2006*.

Donde:

- EF<sub>j</sub>: factor de emisión para la vía o sistema de tratamiento *j*, kg de CH<sub>4</sub>/kg de DBO.
- B<sub>0</sub>: capacidad máxima de producción de CH<sub>4</sub>, kg de CH<sub>4</sub>/kg de DBO.
- MCF<sub>j</sub>: el factor corrector para el CH<sub>4</sub> para la vía o sistema de tratamiento *j*.

- 3) Estimar las emisiones sumando los resultados para cada sistema y cada tipo de población (urbana y rural) y ajustando de acuerdo al lodo removido y el metano recuperado. La estimación considera lo siguiente:

Ecuación 83. 5.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas: emisiones totales de CH<sub>4</sub> procedentes de las aguas residuales domésticas (Nivel 1)

$$\text{Emisiones de CH}_4 = \left[ \sum_{i,j} (U_i \cdot T_{i,j} \cdot EF_j) \right] \cdot (TOW - S) - R$$

Fuente: Ecuación 6.1; Capítulo 6; Volumen 5; *Directrices IPCC de 2006*.

Donde:

- Emisiones de CH<sub>4</sub>: emisiones de CH<sub>4</sub> durante el año de inventario, kg de CH<sub>4</sub>/año.
- TOW: total de materia orgánica en las aguas residuales del año del inventario, kg de DBO/año.
- S: componente orgánico separado como lodo durante todo el año de inventario, kg de DBO/año.
- U<sub>i</sub>: fracción de la población del tipo *i* en el año de inventario.
- T<sub>i,j</sub>: grado de utilización de vía o sistema de tratamiento *j*, para cada fracción de grupo de ingreso *i*, en el año del inventario.
- EF<sub>j</sub>: factor de emisión para la vía o sistema de tratamiento *j*, kg de CH<sub>4</sub>/kg de DBO.

### Óxido nítrico

En el caso nacional, no se lleva a cabo el proceso de nitrificación y desnitrificación en plantas de tratamiento de aguas servidas, por lo que las emisiones de N<sub>2</sub>O se generan después de la eliminación de los efluentes en vías fluviales, lagos o en el mar. La estimación considera lo siguiente:

Ecuación 84. 5.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas: emisiones de N<sub>2</sub>O provenientes de las aguas residuales domésticas (Nivel 1)

$$Emisiones\ de\ N_2O = N_{Efluente} \cdot EF_{Efluente} \cdot 44/28$$

Fuente: Ecuación 6.7; Capítulo 6; Volumen 5; *Directrices IPCC de 2006*.

Donde:

- Emisiones de N<sub>2</sub>O: emisiones de N<sub>2</sub>O durante el año del inventario, kg de N<sub>2</sub>O/año.
- N<sub>Efluente</sub>: nitrógeno en el efluente eliminado en medios acuáticos, kg de N/año.
- EF<sub>Efluente</sub>: factor de emisión para las emisiones de N<sub>2</sub>O provenientes de la descarga de aguas servidas, kg de N<sub>2</sub>O-N en kg de N<sub>2</sub>O.

El N<sub>Efluente</sub> se estima mediante la siguiente ecuación, utilizando los valores por defecto de los datos paramétricos:

Ecuación 85. 5.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas: N<sub>Efluente</sub> provenientes de las aguas residuales domésticas (Nivel 1)

$$N_{Efluente} = (P \cdot Proteína \cdot F_{NPR} \cdot F_{NON-CON} \cdot F_{IND-COM}) - N_{LODO}$$

Fuente: Ecuación 6.8; Capítulo 6; Volumen 5; *Directrices IPCC de 2006*.

Donde:

- N<sub>EFLUENTE</sub> = cantidad total anual de nitrógeno en los efluentes de aguas residuales (kg de N/año)
- P = población humana
- Proteína = consumo per cápita anual de proteínas (kg/persona/año)
- F<sub>NPR</sub> = fracción de nitrógeno en las proteínas, por defecto = 0,16 (kg de N/kg de proteína)
- F<sub>NON-CON</sub> = factor de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales, por defecto = 1,1
- F<sub>IND-COM</sub> = factor para las proteínas industriales y comerciales co-eliminadas en los sistemas de alcantarillado, por defecto = 1,25
- N<sub>LODO</sub> = nitrógeno separado con el lodo residual, por defecto = 0 (kg de N/año)

#### 7.5.4.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

##### **Población (U<sub>i</sub>)**

Para la estimación del contenido total de carbono orgánico degradable en las aguas servidas (TOW) es necesario conocer la población total para cada año de la serie temporal. Adicionalmente, es necesario conocer la proporción de población urbana y rural debido a que sus sistemas de eliminación o tratamiento se utilizan en distinta proporción. Según las definiciones utilizadas tanto por el INE como por MDS, las áreas urbanas corresponden a un "Conjunto de viviendas concentradas con población mayor a 2.000 habitantes, o entre 1.001 y 2.000 habitantes, donde al menos el 50% de la población económicamente activa se dedica a actividades secundarias o terciarias". Por otro lado la zona rural corresponde a lo contrario.

Los datos para toda la serie se obtienen en base a informes elaborados por el INE. Entre 2002 y 2016 los valores se tomaron de la publicación "País y regiones por área urbana-rural. Población



total e indicadores<sup>44</sup> (archivo Excel) donde se sumaron los datos por edad y sexo para cada año y región obteniendo la población urbana y rural para cada año de la serie. Para los años entre 1990 y 2001 la población total se obtuvo de la publicación en la extensión .pdf “CHILE: Estimaciones y Proyecciones de Población por Sexo y Edad. País Urbano-Rural 1990-2020”<sup>45</sup>. Luego para separar entre urbano y rural se hizo una regresión lineal entre los datos de 1992 y 2002. Un paso intermedio para poder utilizar los datos de 1992 fue separar las regiones de Tarapacá y Los Lagos para agregar la región de Arica y Parinacota y Los Ríos. Los resultados se pueden ver en la Tabla 373.del país.

Según la realidad nacional y lo informado por las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 6.2.2.1.; Capítulo 6; Volumen 5), por población urbana se entenderá a aquella población cuyas aguas servidas son recolectadas por algún sistema de alcantarillado; mientras que la población rural es aquella cuyas aguas servidas no cuentan con algún sistema de recolección formal y son descargadas en sistemas más precarios (pozos, descarga directa, etc.). Adicionalmente, se entenderá por población urbana alta a aquella población cuyas aguas servidas recolectadas por un sistema de alcantarillado pasan por alguna clase de sistema de tratamiento (lodos activos, lagunas aireadas, etc.); mientras que la población urbana baja es aquella cuyas aguas solo son recolectadas y no reciben ningún tipo de tratamiento.

De esta forma, la población urbana total viene de información proporcionada por la SISS. Sin embargo, ocurre que para 1990-1999 la SISS no informa la población cubierta con sistema de tratamiento, dato necesario para separar entre urbana alta y urbana baja. Para solucionar este vacío de datos se establece una relación entre el caudal de aguas servidas generado y el tratado, valor que proviene de datos extrapolados para esta serie a partir de los porcentajes de coberturas de 2000 en adelante.

La población rural fue estimada a partir de información de la SISS, desagregándose regionalmente de acuerdo a los datos de INE. La información de INE también permitió la desagregación de las regiones Arica y Parinacota, Tarapacá, Los Ríos y Los Lagos, para 1990-2006. La población rural total entre 1998-2003 fue estimada a través de una regresión lineal con base en los datos desde 1992-1997. No se consideraron valores posteriores a 2004, ya que, de acuerdo a lo informado por la SISS en su informe de gestión de 2004, hay cambios en los supuestos para la estimación de la población total, basada en los habitantes por vivienda.

La población total viene, por lo tanto, de valores estimados por la SISS, que se basan en la cantidad de habitantes por vivienda, valor generado a su vez, por el INE. Esto sumado a los supuestos de cálculos ya estipulados explica las diferencias que puede haber entre el total reportado en este informe y lo informado por el INE (Tabla 373).

Tabla 373. 5.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas: población urbana - rural, serie 1990-2016.

Año	Urbana	Rural	Total
1990	10.949.393	2.229.389	13.178.782
1991	11.203.317	2.218.693	13.422.010
1992	11.457.245	2.207.996	13.665.241
1993	11.711.174	2.197.299	13.908.473
1994	11.965.105	2.186.603	14.151.708

<sup>44</sup> Rescatado en 08 de 2018 de <http://www.ine.cl/estadisticas/demograficas-y-vitales>

<sup>45</sup> Rescatado en 08 de 2018 de <http://www.ine.cl/estadisticas/demograficas-y-vitales>

Año	Urbana	Rural	Total
1995	12.219.034	2.175.906	14.394.940
1996	12.430.294	2.165.210	14.595.504
1997	12.641.563	2.154.513	14.796.076
1998	12.852.831	2.143.816	14.996.647
1999	13.064.093	2.133.120	15.197.213
2000	13.275.361	2.122.423	15.397.784
2001	13.459.952	2.111.727	15.571.679
2002	13.567.241	2.101.030	15.668.271
2003	13.718.045	2.119.791	15.837.836
2004	13.865.843	2.135.826	16.001.669
2005	14.013.892	2.151.424	16.165.316
2006	14.167.474	2.164.697	16.332.171
2007	14.327.791	2.177.078	16.504.869
2008	14.498.584	2.188.269	16.686.853
2009	14.677.912	2.198.855	16.876.767
2010	14.855.979	2.210.163	17.066.142
2011	15.034.027	2.221.500	17.255.527
2012	15.211.974	2.232.825	17.444.799
2013	15.386.310	2.245.269	17.631.579
2014	15.559.039	2.260.015	17.819.054
2015	15.729.803	2.276.604	18.006.407
2016	15.898.145	2.293.739	18.191.884

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA con base en INE.

### Grado de utilización ( $T_{ij}$ )

El grado de utilización corresponde a la fracción de la población urbana o rural, cuyas aguas servidas reciben un determinado tipo de tratamiento o eliminación.

Se utilizaron los resultados sobre eliminación de excretas de la encuesta CASEN separados por región, en zona urbana y rural para los años 1990, 1992, 1994, 1996, 1998, 2000, 2003, 2006, 2009, 2011, 2013 y 2015. En estas encuestas se indica la distribución de acuerdo a si se cuenta con alcantarillado (recolectada) o, en caso contrario, el tipo de eliminación. En los casos en que se cuenta con alcantarillado, para la zona rural se hace el supuesto de que no se cuenta con sistemas de tratamiento y para la zona urbana el tipo de tratamiento (PTAS) depende de información otorgada por la SISS.

Se homologó la tipificación de los sistemas de tratamiento o eliminación de la encuesta CASEN al formato de las *Directrices del IPCC de 2006* para poder utilizar los factores de emisión por defecto lo que se detalla en la Tabla 374.

Tabla 374. 5.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas: homologación de tratamiento y sistemas de descarga de aguas servidas

Sistema de descarga	
IPCC	CASEN
Cloaca en movimiento o PTAS <sup>1</sup>	Conectado Alcantarillado <sup>2</sup>
Sistema séptico	Fosa séptica
Letrina Clima seco, familia reducida	Letrina sanitaria
Cloaca estancada	Otros (Pozo negro, acequia o canal, baño químico, otros o sin sistema)

<sup>1</sup> Tipos de PTAS se definen de acuerdo a información de la SISS.

<sup>2</sup> Incluye no sabe, no responde, sin información por ser el de mayor porcentaje

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA, de acuerdo a Cuadro 6.3, Capítulo 6, Volumen 5; *Directrices del IPCC de 2006*.

Los resultados obtenidos para la zona rural del grado de utilización de cada sistema se muestran en la Tabla 375.

Tabla 375. 5.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas: grado de utilización de tratamiento y sistemas de descarga de aguas servidas ( $T_{ij}$ ) de la población rural, serie 1990-2016

Tipo de tratamiento	Cloaca en movimiento	Sistema séptico	Letrina Clima seco, familia reducida	Cloaca estancada
1990	0,098	0,202	0,028	0,672
1991	0,123	0,209	0,018	0,650
1992	0,147	0,215	0,010	0,629
1993	0,161	0,242	0,009	0,588
1994	0,184	0,282	0,009	0,525
1995	0,131	0,262	0,018	0,588
1996	0,078	0,242	0,028	0,652
1997	0,092	0,253	0,069	0,586
1998	0,108	0,264	0,114	0,514
1999	0,096	0,278	0,140	0,486
2000	0,085	0,292	0,165	0,457
2001	0,099	0,338	0,142	0,421
2002	0,112	0,384	0,119	0,385
2003	0,126	0,429	0,096	0,349
2004	0,139	0,439	0,110	0,312
2005	0,152	0,449	0,123	0,276
2006	0,165	0,458	0,136	0,241
2007	0,169	0,466	0,136	0,229
2008	0,172	0,475	0,135	0,217
2009	0,174	0,484	0,135	0,207
2010	0,175	0,493	0,134	0,198
2011	0,174	0,503	0,134	0,189
2012	0,156	0,554	0,116	0,173
2013	0,140	0,602	0,100	0,158
2014	0,171	0,596	0,094	0,140
2015	0,202	0,590	0,087	0,121
2016	0,232	0,584	0,080	0,103

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA con base en CASEN

La población urbana con alcantarillado, se separó primero si cuenta con planta de tratamiento de aguas servidas (PTAS) usando datos de cobertura de la SISS. Luego para la fracción con PTAS se debió homologar la tipificación nacional de los tratamientos a los definidos por las *Directrices del IPCC de 2006* para poder usar los factores correctores de metano pertinentes. La homologación se detalla en la Tabla 376.

Tabla 376. 5.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas: homologación de tratamientos de aguas servidas.

Tratamiento de aguas servidas	
IPCC	SISS
Eliminación en río lago y mar	Emisario submarino
	Primario y desinfección
Planta de tratamiento centralizada aeróbico mal operada	Laguna aireada
Planta de tratamiento centralizada aeróbico bien operada	Lodos activados
	Lombrifiltro
	Reactores biológicos secuenciales (SBR)
	Biofiltro
Laguna anaeróbica poco profunda	Zanjas oxidación
	Laguna estabilización
Digestor anaeróbico para lodos	Lodos activados con digestor anaeróbico para los lodos
	Biofiltro con digestor anaeróbico para los lodos
Reactor anaeróbico	Físico química

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA de acuerdo a Cuadro 6.3, Capítulo 6, Volumen 5; *Directrices del IPCC de 2006*.

Para la estimación del grado de utilización de cada sistema se consideró la información presente en los informes de gestión de la SISS, referente a los caudales captados por cada planta de tratamiento de aguas servidas a lo largo del país. Dicha información se encuentra disponible para 2003, 2004, 2006 y 2007. Para completar el resto de la serie se procedió de la manera siguiente:

- Para 1990–2002 se mantuvo el primer caudal informado. También se tuvo en consideración el año de entrada en funcionamiento de cada planta de acuerdo a lo informado en el Sistema de Evaluación Ambiental (SEA) y la fecha de formulación de las Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA).
- Los caudales de 2005 fueron estimados como un promedio entre los valores de 2004 y 2006.
- Para los años posteriores los caudales se mantuvieron constantes. Además, se incluyeron las nuevas plantas que comienzan a operar en dicho año, incluidas en los informes de gestión de la SISS. Se debió revisar el caudal de operación indicado en las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA) o Evaluaciones de Impacto Ambiental (EIA) según correspondiese.
- Para todos los años se revisaron aquellas plantas que dejaron de funcionar. Dicha información está incluida en las DIA y EIA de las plantas nuevas, puesto que suelen mencionar las plantas que reemplazan o bien, los posibles cambios de tecnologías de tratamiento.
- Para las plantas de mayor importancia, en términos del caudal tratado, se mejoró la información utilizando como fuente las memorias anuales de cada planta (Trebal-Mapocho, La Farfana y ESSAL).

Así se estimaron los caudales por tratamiento para cada región, los que sumados permiten estimar los grados de utilización nacionales. Estos grados son presentados en la Tabla 377.

Tabla 377. 5.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas: grado de utilización de tratamientos de aguas servidas ( $T_{ij}$ ) de la población urbana, serie 1990–2016.

Tipo de tratamiento	Eliminación en río lago y mar	Planta de tratamiento centralizada aeróbico mal operada	Planta de tratamiento centralizada aeróbico bien operada	Laguna anaeróbica a poco profunda	Digestor anaeróbico para lodos	Reactor anaeróbico	Cloaca en movimiento	Sistema séptico	Letrina Clima seco	Cloaca estancada
1990	0,060	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,772	0,032	0,008	0,127
1991	0,056	0,004	0,002	0,011	0,000	0,000	0,764	0,029	0,005	0,129
1992	0,034	0,037	0,003	0,013	0,000	0,000	0,755	0,026	0,003	0,130
1993	0,042	0,040	0,003	0,014	0,000	0,000	0,753	0,028	0,003	0,116
1994	0,049	0,043	0,004	0,017	0,000	0,000	0,751	0,030	0,003	0,104
1995	0,056	0,045	0,007	0,017	0,000	0,000	0,743	0,031	0,003	0,099
1996	0,038	0,067	0,011	0,017	0,000	0,000	0,737	0,033	0,003	0,094
1997	0,034	0,081	0,013	0,019	0,000	0,000	0,734	0,031	0,006	0,083
1998	0,028	0,094	0,015	0,021	0,000	0,000	0,731	0,030	0,009	0,072
1999	0,106	0,064	0,013	0,015	0,000	0,000	0,703	0,031	0,008	0,061
2000	0,103	0,067	0,015	0,018	0,000	0,000	0,708	0,032	0,006	0,051
2001	0,128	0,080	0,036	0,031	0,109	0,000	0,528	0,032	0,006	0,049
2002	0,129	0,073	0,097	0,022	0,239	0,000	0,354	0,032	0,007	0,047
2003	0,135	0,070	0,126	0,016	0,284	0,000	0,284	0,032	0,007	0,045
2004	0,149	0,068	0,129	0,012	0,325	0,000	0,238	0,033	0,007	0,038
2005	0,161	0,056	0,140	0,016	0,326	0,000	0,229	0,034	0,006	0,032
2006	0,204	0,056	0,182	0,021	0,341	0,000	0,130	0,035	0,006	0,026
2007	0,204	0,056	0,184	0,010	0,360	0,000	0,129	0,030	0,005	0,021
2008	0,217	0,057	0,188	0,007	0,363	0,000	0,123	0,025	0,004	0,017

Tipo de tratamiento	Eliminación en río lago y mar	Planta de tratamiento centralizada aeróbico mal operada	Planta de tratamiento centralizada aeróbico bien operada	Laguna anaeróbica a poco profunda	Digestor anaeróbico para lodos	Reactor anaeróbico	Cloaca en movimiento	Sistema séptico	Letrina Clima seco	Cloaca estanca da
2009	0,206	0,050	0,183	0,006	0,356	0,000	0,160	0,020	0,003	0,014
2010	0,219	0,052	0,188	0,007	0,415	0,000	0,089	0,016	0,002	0,010
2011	0,231	0,054	0,203	0,007	0,429	0,000	0,054	0,012	0,002	0,007
2012	0,230	0,054	0,204	0,008	0,476	0,000	0,002	0,018	0,002	0,007
2013	0,229	0,054	0,208	0,008	0,469	0,000	0,001	0,022	0,002	0,007
2014	0,227	0,054	0,211	0,007	0,474	0,000	0,001	0,017	0,002	0,007
2015	0,227	0,054	0,214	0,007	0,474	0,000	0,002	0,012	0,002	0,008
2016	0,229	0,055	0,216	0,007	0,475	0,000	0,001	0,007	0,002	0,008

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA con base en SISS

### Lodos

El dato de actividad correspondiente al componente orgánico separado como lodo fue entregado directamente por la SISS para la serie 2006-2015. Para estimar la cantidad de lodos generados entre 1990 y 2005 se mantuvo el promedio de los años reportados (2006 y 2007) y se consideró el año de inicio de operación de las distintas plantas. Posteriormente el lodo de cada planta es sumado para obtener el total nacional para cada año. A continuación, se presentan los lodos recuperados por tipo de tratamiento (Tabla 378). Para el 2016 se utilizó el mismo valor del 2015.

Tabla 378. 5.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas: componente orgánico separado como lodo (S) por tipo de tratamiento, kg DBO/año, serie 1990–2016

Tipo de tratamiento	Eliminación en río lago y mar	Planta de tratamiento centralizada aeróbico mal operada	Planta de tratamiento centralizada aeróbico bien operada	Laguna anaeróbica poco profunda	Digestor anaeróbico para lodos	Reactor anaeróbico	Total
1990	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1991	0,0	1.456,1	0,0	469.210,3	0,0	0,0	470.666,4
1992	0,0	26.494,1	0,0	469.210,3	0,0	0,0	495.704,4
1993	0,0	26.494,1	0,0	469.210,3	0,0	0,0	495.704,4
1994	0,0	26.494,1	0,0	469.965,9	0,0	0,0	496.460,0
1995	0,0	57.423,3	36.016,6	470.008,8	0,0	0,0	563.448,7
1996	0,0	197.676,4	89.779,4	471.086,9	0,0	0,0	758.542,8
1997	0,0	200.621,7	89.779,4	471.086,9	0,0	0,0	761.488,0
1998	0,0	347.673,3	127.413,4	519.459,8	0,0	6.854,1	1.001.400,5
1999	0,0	347.717,6	242.847,8	520.323,1	0,0	6.854,1	1.117.742,6
2000	0,0	347.717,6	485.952,4	586.013,8	0,0	6.854,1	1.426.537,8
2001	94.534,8	348.257,3	944.226,1	756.735,7	5.001.243,1	6.854,1	7.151.850,9
2002	94.534,8	348.257,3	4.651.090,4	756.735,7	5.001.243,1	6.854,1	10.858.715,3
2003	94.534,8	354.145,7	6.282.356,5	760.988,8	15.196.475,0	6.854,1	22.695.354,8
2004	94.534,8	363.505,4	7.194.263,0	695.298,2	15.690.475,0	6.854,1	24.044.930,4
2005	94.606,6	363.505,4	7.493.053,2	695.298,2	15.690.475,0	6.854,1	24.343.792,4
2006	110.863,3	237.452,5	6.952.136,4	693.033,7	15.805.018,8	6.843,1	23.805.347,7
2007	279.539,5	373.170,7	8.653.206,6	477.800,0	16.391.649,9	6.865,0	26.182.231,7
2008	332.293,9	1.162.947,7	9.502.701,8	446.002,6	15.291.670,0	4.073,1	26.739.689,1
2009	342.255,1	788.956,8	10.552.277,1	18.794,2	15.590.587,9	19.163,1	27.312.034,2
2010	371.045,0	2.618.196,7	11.120.393,9	13.118,4	17.704.033,4	23.125,0	31.849.912,5
2011	351.140,0	1.289.492,1	13.398.551,9	17.478,8	20.522.178,1	39.375,0	35.618.215,9
2012	375.485,6	1.170.086,3	14.907.684,7	18.762,5	19.802.087,2	625,0	36.274.731,2
2013	402.035,6	1.664.881,8	14.340.579,6	30.606,3	24.910.553,9	0,0	41.348.657,0
2014	465.072,9	2.382.007,5	15.949.253,9	25.812,5	24.089.878,0	0,0	42.912.024,8
2015	1.270.694,1	2.211.072,7	18.114.532,5	50.481,3	22.186.720,0	0,0	43.833.500,5
2016	1.270.694,1	2.211.072,7	18.114.532,5	50.481,3	21.310.050,0	0,0	42.956.830,5

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA con base en SISS

**Metano recuperado**

En Chile existen un total de seis plantas de tratamiento aeróbico de aguas residuales en que se lleva a cabo recuperación y quema de metano. La SISS reporta la producción de biogás en sus informes a partir de 2012 al que se le aplica un porcentaje de contenido de metano. Para poder completar la serie temporal, se estableció una relación entre el caudal tratado por planta y la producción de biogás de acuerdo a los años conocidos. El resultado de metano recuperado y quemado se observa en la Tabla 379. La serie inicia el 2001, año en que inicia operaciones la primera planta con recuperación de metano.

Tabla 379. 5.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas: metano recuperado (kg CH<sub>4</sub>/año), serie 1990-2016

Año	Metano recuperado (kg CH <sub>4</sub> /año)
2001	4.709.939,5
2002	4.709.939,5
2003	8.421.521,0
2004	17.446.753,3
2005	17.154.782,6
2006	17.910.459,4
2007	18.689.412,1
2008	19.177.645,5
2009	19.665.878,9
2010	20.154.112,2
2011	20.642.345,6
2012	21.343.117,4
2013	22.803.326,2
2014	23.009.925,5
2015	24.401.928,7
2016	25.812.724,9

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA con base en SISS

Para efectos del cálculo del contenido total de carbono orgánico degradable en las aguas servidas (TOW), se asumió que no existe aporte de aguas por parte del área industrial, por lo que el valor del factor de corrección para DBO industrial eliminado en las cloacas (*I*) fue de 1 para toda la serie temporal. Por otra parte, la DBO per cápita corresponde a 14,6 kg DBO/cápita/año, derivado de los valores para América Latina *Directrices IPCC de 2006* (Cuadro 6.4; Capítulo 6; Volumen 5).

**Consumo de proteína**

El consumo de proteína per cápita es necesario para la estimación de emisiones de N<sub>2</sub>O. Se utilizó información entregada por el Departamento de Nutrición de MINSAL, donde se contaba con información hasta 2007. El resto de la serie fue extrapolada linealmente, teniendo en consideración un factor de crecimiento promedio de los años anteriores (Tabla 380).

Tabla 380. 5.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas: consumo de proteína per cápita (kg/persona/año), serie 1990-2016

Año	Consumo per capita (kg/persona/año)
1990	25,6
1991	25,6
1992	28,1

Año	Consumo per capita (kg/persona/año)
1993	28,5
1994	28,5
1995	28,4
1996	28,8
1997	28,5
1998	28,4
1999	28,0
2000	28,7
2001	29,1
2002	30,1
2003	30,9
2004	31,3
2005	31,8
2006	32,5
2007	31,8
2008	32,2
2009	32,6
2010	33,1
2011	33,5
2012	33,9
2013	34,4
2014	34,8
2015	35,3
2016	35,8

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA con base en MINSAL

#### 7.5.4.3.2. Factores de emisión

El factor de emisión para el metano se estima en función de la capacidad máxima de producción de CH<sub>4</sub> (B<sub>0</sub>) y el factor corrector para el CH<sub>4</sub> (MCF) el que depende de cada tipo de tratamiento (ver Tabla 376). El valor de B<sub>0</sub> corresponde a 0,6 kg de CH<sub>4</sub>/kg de DBO de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 6.2.2.2.; Capítulo 6; Volumen 5). Los valores de MCF se presentan en la Tabla 381.

Tabla 381. 5.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas: factor corrector del metano (MCF) para los diferentes sistemas de descarga y tratamiento.

Tipo de tratamiento o sistema de descarga	MCF
Cloaca en movimiento	0,0
Sistema séptico	0,5
Letrina Clima seco, familia reducida	0,1
Cloaca estancada	0,5
Eliminación en río, lago y mar	0,1
Planta de tratamiento centralizada aeróbico mal operada	0,3
Planta de tratamiento centralizada aeróbico bien operada	0,0
Laguna anaeróbica poco profunda	0,2
Digestor anaeróbico para lodos	0,8
Reactor anaeróbico	0,8

Fuente: Cuadro 6.3; Capítulo 6; Volumen 5; *Directrices del IPCC 2006*.

El factor de emisión por defecto para las emisiones de N<sub>2</sub>O es de 0,005 (kg N<sub>2</sub>O-N/kg N) de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 6.3.1.2.; Capítulo 6; Volumen 5).

#### 7.5.4.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de la subcategoría es de  $\pm 110,8\%$ . En general no se cuenta con información nacional de la incertidumbre de los datos de actividad y los factores de emisión, por lo que consideraron las recomendadas en las *Directrices del IPCC del 2006* (Cuadro 6.7; Capítulo 6; Volumen 5 para los datos referidos a las emisiones de  $\text{CH}_4$ ; Cuadro 6.11; Capítulo 6; Volumen 5 para los datos referidos a las emisiones de  $\text{N}_2\text{O}$ ). Para combinar la incertidumbre de la categoría se tomaron los supuestos y se realizaron cálculos basados en las ecuaciones descritas en los aspectos metodológicos de la subcategoría (3.5.4.3).

Para el metano, primero que todo se calculó la incertidumbre del factor de emisión ponderado combinando los parámetros ( $B_0$ , MCF, U y T) mediante la metodología de combinación de incertidumbre - método 1 - para la multiplicación. Como la incertidumbre de los MCF varía de acuerdo al tipo de tratamiento, se hizo el supuesto de que la incertidumbre para todos era la más alta ( $\pm 50\%$ ) para simplificar el cálculo. Mediante la misma fórmula se estimó la incertidumbre de TOW combinando las de P y BOD. Luego utilizando la ecuación de combinación de incertidumbre - método 1 - para la suma se agregaron la incertidumbre del Lodo eliminado (S) y el metano recuperado (R) siguiendo la lógica de Ecuación 81 obteniendo una incertidumbre combinada para la subcategoría para el metano de  $\pm 141,6\%$ . Las incertidumbres utilizadas en este cálculo se observan en la Tabla 383.

Tabla 382. 5.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas: incertidumbre de factores de emisión, parámetros y datos de actividad para la estimación de emisiones de  $\text{CH}_4$  2016.

Dato	Incertidumbre ( $\pm$ )%
Capacidad máxima de producción de $\text{CH}_4$ ( $B_0$ )	30,0%
Factor de corrección de metano (MCF)	50,0%
Fracción de la población urbano – rural (U)	15,0%
Grado de utilización ( $T_i$ )	50,0%
Población (P)	5,0%
Componente orgánico degradable (BOD))	30,0%
Lodo eliminado (Sj)	50,0%
Metano recuperado y quemado ( $R_i$ )	50,0%
<b>Incertidumbre combinada</b>	<b>141,6%</b>

Fuente: Cuadro 6.7; Capítulo 6; Volumen 5; *Directrices del IPCC 2006*.

La incertidumbre para el  $\text{N}_2\text{O}$  se obtuvo utilizando únicamente la ecuación para la multiplicación combinando las incertidumbres del factor de emisión con los parámetros ( $F_{\text{npr}}$ ,  $F_{\text{non-con}}$  y  $F_{\text{ind-com}}$ ) y datos de actividad (P y Proteína) de acuerdo la Ecuación 84, obteniendo una incertidumbre combinada de  $\pm 100,6\%$ . Las incertidumbres utilizadas en este cálculo se observan en la Tabla 383.



Tabla 383. 5.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas: incertidumbre de factores de emisión, parámetros y datos de actividad para la estimación de emisiones de N<sub>2</sub>O 2016

Dato	Incertidumbre (±)%
Fracción de N en la proteína (F <sub>npr</sub> )	50,0%
Factor de las proteínas no consumidas añadidas a las aguas residuales (F <sub>non-con</sub> )	50,0%
Factor para las proteínas industriales y comerciales co-eliminadas en los sistemas de alcantarillado (F <sub>ind-com</sub> )	50,0%
Factor de emisión (kg N <sub>2</sub> O-N/kg N)	50,0%
Población (P)	5,0%
Consumo de proteína per cápita (Proteína)	10,0%
<b>Incertidumbre combinada</b>	<b>100,6%</b>

Fuente: Cuadro 6.11; Capítulo 6; Volumen 5; *Directrices del IPCC del 2006*.

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre con las ecuaciones del método 1 mencionadas se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

#### 7.5.4.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos para todos los años.

Tanto en datos de la SISS como de la encuesta CASEN se completó la serie ya que no se cuenta con información para cada año. Para esto, siempre se siguió la tendencia lineal de los datos existentes.

#### 7.5.4.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

##### 7.5.4.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de Residuos se han aplicado las recomendaciones de control de calidad de las *Directrices IPCC de 2006* para la categoría. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

- Desarrollo de planillas de información base en la cual se especifican los datos de actividad, factores de emisión, fuentes y supuestos utilizados. Esto permite mantener la información ordenada y documentada para futuras actualizaciones.
- Verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación presentes en las planillas de información base, el informe para garantizar que, en los archivos, la información es consistente.
- Confirmación de referencias bibliográficas citadas.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Chequeos cruzados de la información entregada por las empresas versus la información pública.
- Chequeo con expertos externos al equipo sectorial de las categorías que involucran procesos productos que no ocurren en el país.

- Comparación de las estimaciones actuales con las del ISGEI anterior, de manera de identificar posibles errores de entrada o cálculo. Las divergencias fueron justificadas.
- Revisión de las series temporales de cada GEI y para cada componente de la subcategoría justificando cambios en la tendencia.

**7.5.4.6.2. Garantía de la calidad**

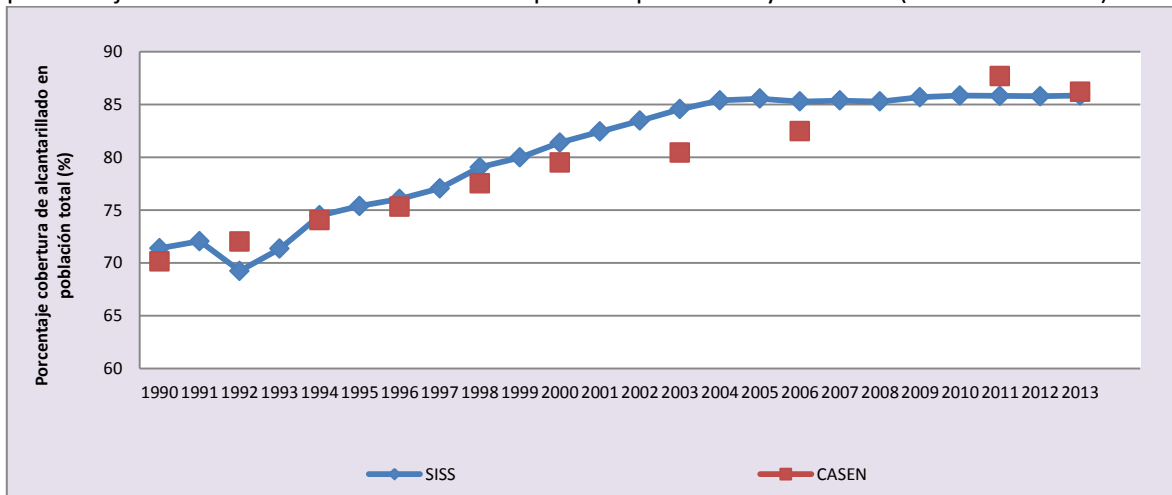
El desarrollo del presente inventario no consideró una revisión externa para la garantía de la calidad, pero si fue revisado en actualizaciones anteriores. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

**7.5.4.6.3. Verificación**

Durante la actualización del ISGEI de Residuos se aplicaron los siguientes procedimientos para la verificación de los datos de esta subcategoría:

- Comparación entre porcentaje de cobertura de alcantarillado (aguas servidas recolectadas) de acuerdo a datos de la SISS en contraste con los datos utilizados de las encuestas CASEN. En promedio tienen una diferencia absoluta del 2,3 % para la serie 1990 – 2013 (Figura 183).

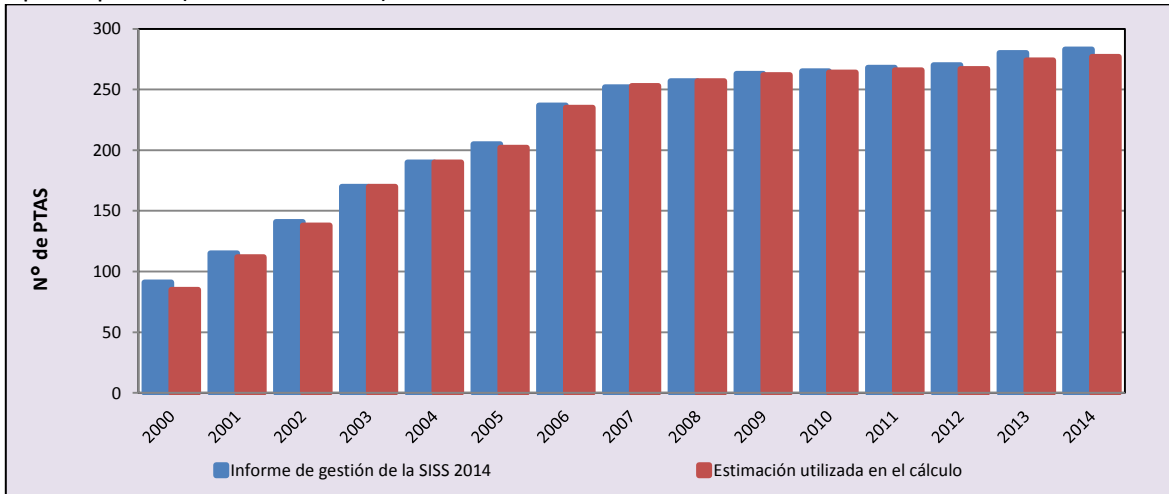
Figura 183. 5.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas: diferencia entre porcentaje de cobertura de alcantarillado reportado por la SISS y la CASEN (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

- Comparación del número de plantas de tratamiento de aguas servidas entre lo informado por la SISS en sus informes de gestión y lo obtenido al sumar el número de plantas por tipo utilizado en el cálculo de emisiones. De este análisis se obtiene que para la serie 2000-2014 el número de plantas total utilizado es en promedio 1,4 % menor que el reportado por la SISS (Figura 184). Al analizar por tipo de planta se observa mayor diferencia lo que incentiva a revisar la información con mayor detalle para realizar mejoras.

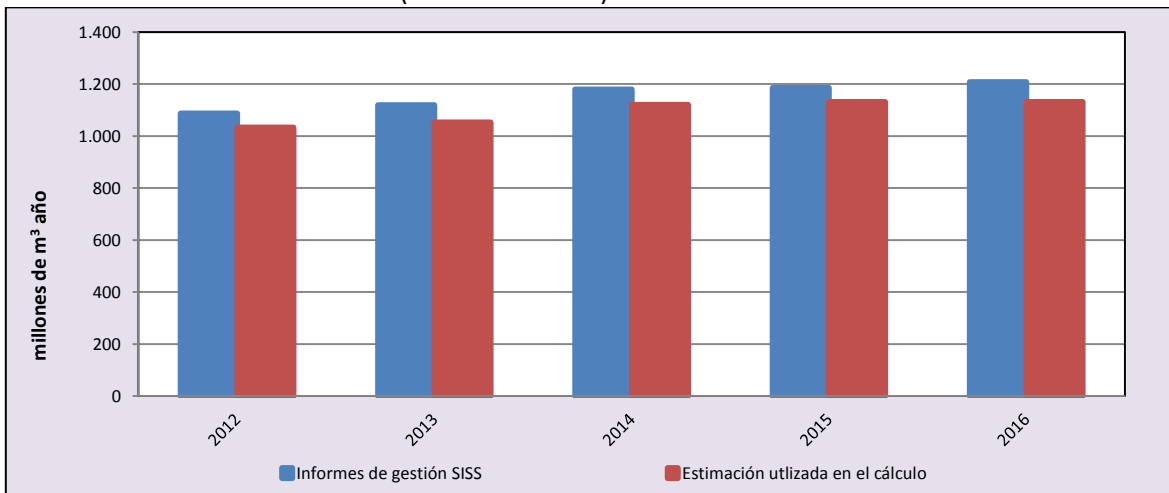
Figura 184. 5.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas: diferencia entre número de PTAS reportadas por la SISS y número de PTAS utilizadas en la estimación de GEI por tipo de planta (serie 2000-2014)



Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

- Comparación del volumen anual tratado reportado en los informes de gestión de la SISS con volumen anual tratado agregando la información utilizada en el cálculo de emisiones. De esta comparación se obtiene que la fuente utiliza suma en promedio un 5,4 % menos de volumen tratado que lo reportado por la SISS para la serie 2012-2016. Esto no genera una subestimación de emisiones ya que se utiliza para estimar el grado de utilización de cada tipo de tratamiento.

Figura 185. 5.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas: diferencia entre volumen de agua tratado según lo reportado por la SISS en sus informes de gestión y volumen utilizado en la estimación de GEI (serie 2012-2016)



Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

**7.5.4.7. Recálculos**

**7.5.4.7.1. Justificación de los nuevos cálculos y mejoras**

Durante el presente proceso de actualización se realizaron cambios en lo que respecta a la superación de brechas en los datos de actividad para la estimación de la población total, urbana y rural y el grado de utilización por tipo de eliminación. En el caso de la población urbana se eliminó la separación por tipo de ingreso ya que no concordaba con las definiciones utilizadas por el INE y MIDESO. Por otro lado se agregó el tipo de tratamiento Cloaca estancada (MCF 0,5) sustituyendo en parte a Sistema séptico (MCF 0,5) y a Letrina (MCF 0,1). Adicionalmente se corrigió la cantidad de lodos generados para los últimos años de la serie y la cantidad de metano. Finalmente cabe destacar que el valor del PCG de metano utilizado es mayor que para el INGEI2016.

**7.5.4.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión**

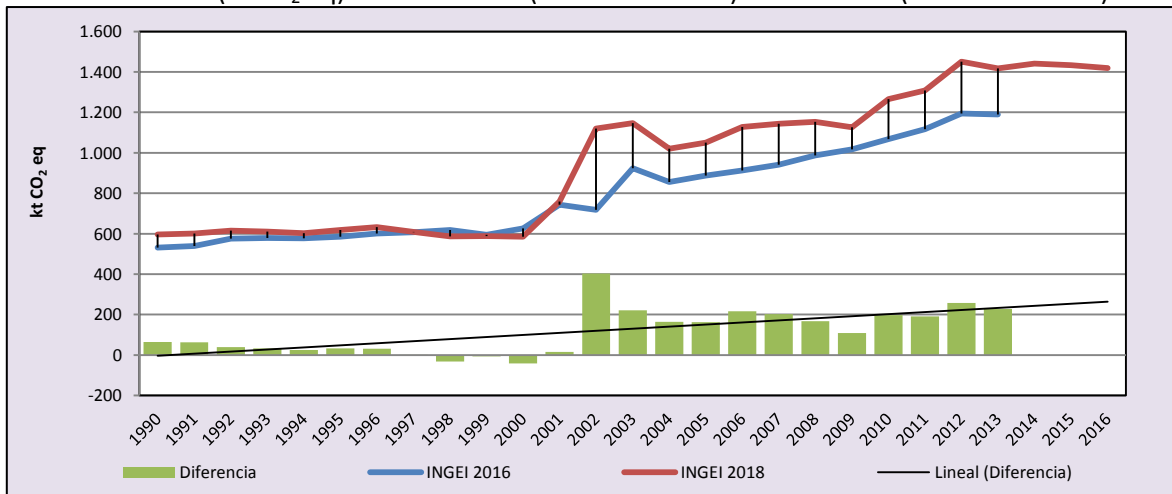
En la Tabla 384 y la Figura 186, se observa cómo variaron las emisiones de GEI de la subcategoría respecto al inventario anterior (INGEI2016). Las diferencias se deben a la variación de la TOW y del  $T_{ij}$ , debido al cambio de la fuente de datos de la población; y también a la variación en los porcentajes de utilización de los sistemas de eliminación de aguas servidas debido a la nueva fuente de datos. Esto contrarresta el cambio en el PCG para los primeros años de la serie pero luego como la población con alcantarillado se hace más importante el efecto cambia. El aumento promedio de las emisiones de GEI de la subcategoría promedia 114,4 kt CO<sub>2</sub> eq anuales durante la serie 1990-2013.

Tabla 384. 5.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	531,067	626,639	1.068,291	1.189,687			
INGEI2018	596,154	585,359	1.265,110	1.416,835	1.441,568	1.432,955	1.419,482
<b>Diferencia</b>	<b>65,087</b>	<b>-41,279</b>	<b>196,820</b>	<b>227,149</b>			
<b>Diferencia %</b>	<b>10,9%</b>	<b>-7,1%</b>	<b>15,6%</b>	<b>16,0%</b>			

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Figura 186. 5.D.1. Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

#### 7.5.4.8. Plan de mejoramiento

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico de Residuos las mejoras planificadas de la subcategoría son las siguientes:

- Conformar una mesa de trabajo con la SISS para facilitar la entrega de la información en un formato más adecuado a las necesidades del inventario.
- Buscar datos más recientes sobre consumo de proteína por persona.
- Evaluar fuentes de información considerar el tratamiento de aguas industriales.
- Comparar valor de BOD por defecto utilizado con valores nacionales para toda la serie y mejorar en caso necesario.
- Utilizar datos de población urbana y rural directo de informes del INE para los años 1990 al 2002.

#### 7.5.5. Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales (5.D.2.)

##### 7.5.5.1. Descripción de la subcategoría

La subcategoría *Tratamiento de aguas residuales industriales* considera las emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes del tratamiento *in situ* de aguas residuales industriales. Sólo produce CH<sub>4</sub> el agua residual que contiene significativas cargas de carbono y que se trata bajo condiciones anaeróbicas, sean éstas previstas o no.

En el contexto nacional, es competencia de la SISS la fiscalización de establecimientos generadores de aguas residuales industriales desde 2006, año en que se hace plenamente exigible el D.S N° 90/00: “Norma de emisión para la regulación de contaminantes asociados a las descargas de residuos líquidos a aguas marinas y continentales superficiales”. A partir de 2013 dicha competencia pasa a la Superintendencia del Medio Ambiente (SMA), la que cumple con controlar los parámetros establecidos por esta normativa en cada uno de los establecimientos generadores de aguas residuales industriales en el país.

Este decreto no hace referencia a los tipos de tratamiento utilizados, cantidad de lodo generado o captura de metano desde su tratamiento, es por esto que no se cuenta con este tipo de información a nivel nacional. Sin embargo, se asignaron tipos de tratamiento a cada sector industrial por opinión de los profesionales de la Unidad Ambiental de la SISS, separado en tres periodos (1990-2000, 2001-2005 y 2006-2016) como muestra la Tabla 385.

Tabla 385. 5.D.2. Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales: sectores industriales y tipo de tratamiento, serie 1990-2016

Sector Industrial	Tipo de tratamiento 1990-2000	Tipo de tratamiento 2001-2005	Tipo de tratamiento 2006-2016
Refinerías de alcohol	Eliminación en río, lago y mar	Laguna anaeróbica poco profunda	Laguna anaeróbica poco profunda
Malta y cerveza	Eliminación en río, lago y mar	Laguna anaeróbica poco profunda	Reactor anaeróbico
Café	Eliminación en río, lago y mar	Laguna anaeróbica poco profunda	Laguna anaeróbica poco profunda
Productos lácteos	Eliminación en río, lago y mar	Laguna anaeróbica poco profunda	Planta de tratamiento centralizada aeróbico bien operada
Procesamiento del pescado	Eliminación en río, lago y mar	Laguna anaeróbica poco profunda	Planta de tratamiento centralizada aeróbico bien operada
Carnes y aves	Eliminación en río, lago y mar	Laguna anaeróbica poco profunda	Planta de tratamiento centralizada aeróbico bien operada

Sector Industrial	Tipo de tratamiento 1990-2000	Tipo de tratamiento 2001-2005	Tipo de tratamiento 2006-2016
Sustancias químicas orgánicas	Eliminación en río, lago y mar	Laguna anaeróbica poco profunda	Planta de tratamiento centralizada aeróbico bien operada
Refinerías de petróleo	Eliminación en río, lago y mar	Laguna anaeróbica poco profunda	Planta de tratamiento centralizada aeróbico mal operada, sobrecargada
Plásticos y resinas	Eliminación en río, lago y mar	Laguna anaeróbica poco profunda	Laguna anaeróbica poco profunda
Pulpa y papel (combinados)	Eliminación en río, lago y mar	Laguna anaeróbica poco profunda	Planta de tratamiento centralizada aeróbico bien operada
Jabón y detergentes	Eliminación en río, lago y mar	Laguna anaeróbica poco profunda	Laguna anaeróbica poco profunda
Producción de almidón	Eliminación en río, lago y mar	Laguna anaeróbica poco profunda	Planta de tratamiento centralizada aeróbico bien operada
Refinación del azúcar	Eliminación en río, lago y mar	Laguna anaeróbica poco profunda	Planta de tratamiento centralizada aeróbico mal operada, sobrecargada
Aceites vegetales	Eliminación en río, lago y mar	Laguna anaeróbica poco profunda	Planta de tratamiento centralizada aeróbico bien operada
Vegetales, frutas y jugos	Eliminación en río, lago y mar	Laguna anaeróbica poco profunda	Planta de tratamiento centralizada aeróbico bien operada
Vinos y vinagres	Eliminación en río, lago y mar	Laguna anaeróbica poco profunda	Laguna anaeróbica poco profunda

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

### 7.5.5.2. Tendencia de las emisiones de GEI

En 2016, las emisiones de GEI de esta categoría contabilizaron 15,8 kt CO<sub>2</sub> eq, (representando el 1,1% de las emisiones de la categoría) disminuyendo en un 76,5% desde 1990 y aumentando en un 114% desde 2013 (Tabla 371 y Figura 181). El principal causante de la disminución es el aumento en el uso de tratamientos aeróbicos y, por lo tanto, la menor generación de metano y el aumento observado en el último periodo se asocia a que se mejoró la categorización de la base de datos usada para extraer la información, pudiéndose identificar en mejor medida las industrias emisoras.

### 7.5.5.3. Aspectos metodológicos de la subcategoría

Para la estimación de las emisiones de CH<sub>4</sub> de la subcategoría *Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales* se utilizó una metodología de Nivel 1 de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006*, con factores de emisión por defecto. La metodología es muy similar a la usada para estimar las emisiones de CH<sub>4</sub> de las aguas residuales domésticas, sin embargo, esta tiene base en la DQO y no en la DBO. La metodología, que busca estimar las emisiones para cada sector de manera separada, se describe paso a paso a continuación.

- 1) Se debe estimar el total de carbono degradable de manera orgánica en las aguas servidas (TOW) para cada sector industrial *i*. Para ello se utiliza la ecuación siguiente:

Ecuación 86. 5.D.2. Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales: materia orgánica degradable en las aguas residuales industriales.

$$TOW_i = P_i \cdot W_i \cdot COD_i$$

Fuente: Ecuación 6.6; Capítulo 6; Volumen 5; *Directrices IPCC de 2006*.

Donde:

- TOW<sub>*i*</sub>: total de materia orgánica en las aguas residuales de la industria *i* del año del inventario, kg de DQO/año.
- P<sub>*i*</sub>: producto industrial total del sector industrial *i*, t/año.
- W<sub>*i*</sub>: aguas residuales generadas, m<sup>3</sup>/t<sub>producto</sub>.

- $COD_i$ : DQO, kg de DQO/m<sup>3</sup>.
- $i$ : sector industrial.

Si bien en el caso nacional se cuenta directamente con el caudal, se estimó la producción en base al valor de las aguas residuales generadas por defecto, de modo de transparentar el cálculo.

- 2) Determinar las vías y los sistemas de tratamiento según los datos del país, para estimar el factor de emisión en función de la capacidad máxima de producción de CH<sub>4</sub> ( $B_0$ ) y el factor corrector para el CH<sub>4</sub> (MCF) promedio ponderado de la industria respectiva. De acuerdo a lo anterior, el factor de emisión para cada sistema, es calcula a partir de la ecuación siguiente:

Ecuación 87. 5.D.2. Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales: factor de emisión de CH<sub>4</sub> para las aguas residuales industriales.

$$EF_j = B_0 \cdot MCF_j$$

Fuente: Ecuación 6.5; Capítulo 6; Volumen 5; *Directrices IPCC de 2006*.

Donde:

- $EF_j$ : factor de emisión para la vía o sistema de tratamiento  $j$ , kg de CH<sub>4</sub>/kg de DBO.
- $B_0$ : capacidad máxima de producción de CH<sub>4</sub>, kg de CH<sub>4</sub>/kg de DBO.
- $MCF_j$ : el factor corrector para el CH<sub>4</sub> para la vía o sistema de tratamiento  $j$ .

- 3) Estimar las emisiones en función de la carga orgánica; el factor asociado; el lodo total removido; y el metano total recuperado para cada sector industrial. Lo anterior se expresa más claramente en la ecuación siguiente:

Ecuación 88. 5.D.2. Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales: emisiones totales de CH<sub>4</sub> procedentes de las aguas residuales industriales

$$Emisiones\ de\ CH_4 = \sum_i [(TOW_i - S_i) \cdot EF_i - R_i]$$

Fuente: Ecuación 6.4; Capítulo 6; Volumen 5; *Directrices IPCC de 2006*.

Donde:

- Emisiones de CH<sub>4</sub>: emisiones de CH<sub>4</sub> durante el año de inventario, kg de CH<sub>4</sub>/año.
- $TOW_i$ : total de materia orgánica en las aguas residuales de la industria  $i$  del año del inventario, kg de DQO/año.
- $S_i$ : componente orgánico separado como lodo durante todo el año de inventario para el sector industrial  $i$ , kg de DQO/año.
- $R_i$ : cantidad de CH<sub>4</sub> recuperada durante el año del inventario por el sector industrial  $i$ , kg de CH<sub>4</sub>/año.
- $EF_j$ : factor de emisión para la vía o sistema de tratamiento  $j$ , kg de CH<sub>4</sub>/kg de DQO. Si en una industria se utiliza más de un tipo de tratamiento, este factor debe corresponder a un promedio ponderado.

**7.5.5.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos**

Los principales datos de actividad para la estimación de emisiones de CH<sub>4</sub> de la subcategoría provienen directamente de la SISS, entidad reguladora durante 2006-2012. A partir de 2013, la SMA es la encargada de la recolección de dicha información.

Los datos utilizados para la serie 1990–2013, corresponden a los informados en el INGEI2016 y los de la serie 2014 a 2016, se obtienen a partir de la SMA, quien entrega el listado de todas las empresas declarantes. Dicho listado de empresas se categoriza según su sector industrial, en base al listado presentado en la tabla anterior obteniéndose la información que se puede observar en el ANEXO 10.01.

En el contexto nacional es habitual que las empresas reporten la DBO de sus caudales. Ante la falta de valores referenciales para la DQO se optó por usar los valores presentes en las *Directrices del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, en donde se indica un valor típico para la DQO y para la DBO (Tabla 386).

Tabla 386. 5.D.2. Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales: valores de DBO y DQO por industria.

Tipo de industria	DBO (g/l)	DQO (g/l)	DQO/DBO
Refinerías de alcohol	3,0	11,0	3,7
Malta y cerveza	1,5	2,9	1,9
Café	5,4	9,0	1,7
Productos lácteos	2,4	2,7	1,1
Procesamiento del pescado	1,5	2,5	1,7
Carnes y aves	2,5	4,1	1,6
Sustancias químicas orgánicas	1,1	3,0	2,7
Refinerías de petróleo	0,4	1,0	2,5
Plásticos y resinas	1,4	3,7	2,6
Pulpa y papel (combinados)	0,4	9,0	22,5
Jabón y detergentes	0,3	1,2	4,0
Producción de almidón	2,0	10,0	5,0
Refinación del azúcar	2,0	3,2	1,6
Aceites vegetales	0,5	1,2	2,4
Vegetales, frutas y jugos	1,0	5,0	5,0
Vinos y vinagres	0,7	1,5	2,1

Fuente: Cuadro 5.4; Capítulo 5, de las *Directrices del IPCC sobre las buenas prácticas y la gestión de la incertidumbre en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*

Con estos valores se puede establecer una relación simple entre dichos parámetros, la que permite estimar la DQO para las aguas residuales industriales del país entre 2006-2016. Para completar el resto de la serie se utilizó el promedio entre 2006-2016. No se disponen de valores de lodos generados y CH<sub>4</sub> recuperado para las industrias.

**7.5.5.3.2. Factores de emisión**

El factor de emisión se estima en función la capacidad máxima de producción de CH<sub>4</sub> (B<sub>0</sub>) y el factor corrector para el CH<sub>4</sub> (MCF) el que depende de cada tipo de tratamiento. El valor de B<sub>0</sub> corresponde a 0,25 kg de CH<sub>4</sub>/kg de DQO de acuerdo a las *Directrices del IPCC de 2006* (Sección 6.2.2.2; Capítulo 6; Volumen 5). Los valores de MCF se presentan en la Tabla 387.



Tabla 387. 5.D.2. Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales: factor corrector del metano (MCF) para los diferentes sistemas de descarga y tratamiento

Tipo de tratamiento o sistema de descarga	MCF
Eliminación en río, lago y mar	0,10
Planta de tratamiento centralizada aeróbico mal operada	0,30
Planta de tratamiento centralizada aeróbico bien operada	0,00
Laguna anaeróbica poco profunda	0,20
Digestor anaeróbico para lodos	0,80
Reactor anaeróbico	0,80

Fuente: Cuadro 6.8; Capítulo 6; Volumen 5; *Directrices del IPCC de 2006*

#### 7.5.5.4. Incertidumbre

La incertidumbre combinada de la subcategoría es de -97,6 % y +130,5 %. En general, no se cuenta con información nacional de la incertidumbre de los datos de actividad y los factores de emisión, por lo que consideraron las recomendadas en las *Directrices del IPCC de 2006* (Cuadro 6.10; Capítulo 6; Volumen 5, para los datos de actividad, y 6.7; Capítulo 6; Volumen 5, para los factores de emisión). Un resumen de los resultados de la incertidumbre combinada se presenta en la Tabla 388.

Tabla 388. 5.D.2. Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales: resumen incertidumbre combinada, 2013

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada	
			(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%
5.D.2.	Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales	CH <sub>4</sub>	25,0%	25,0%	94,3%	128,1%	97,6%	130,5%

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Una explicación general de la estimación de la incertidumbre se encuentra en la sección 1.6. *Evaluación general de la incertidumbre* y el cuadro de cálculo, junto a los supuestos aplicados, en ANEXO 02.

Se concluye de la tabla anterior que la mayor fuente de incertidumbre corresponde a la relacionada con los factores de emisión por defecto y, por lo tanto, a la ausencia de factores país específico.

#### 7.5.5.5. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie 1990-2016 se usaron los mismos factores de emisión y la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos.

#### 7.5.5.6. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

##### 7.5.5.6.1. Control de la calidad

Durante la actualización del ISGEI de Residuos se han aplicado la recomendación de control de calidad de las *Directrices IPCC de 2006* para la categoría. Algunas de estas actividades rutinarias para el control de la calidad son las siguientes:

- Desarrollo de planillas de información base en la cual se especifican los datos de actividad, factores de emisión, fuentes y supuestos utilizados. Esto permite mantener la información ordenada y documentada para futuras actualizaciones.
- Verificación cruzada de los datos de la actividad, los factores de emisión y otros parámetros de estimación presentes en las planillas de información base, el informe para garantizar que, en los archivos, la información es consistente.
- Confirmación de referencias bibliográficas citadas.
- Revisión y corrección de las unidades y factores de emisión en las planillas de cálculo.
- Chequeos cruzados de la información entregada por las empresas versus la información pública.
- Chequeo con expertos externos al equipo sectorial de las categorías que involucran procesos productos que no ocurren en el país.
- Comparación de las estimaciones actuales con las del ISGEI anterior, de manera de identificar posibles errores de entrada o cálculo. Las divergencias fueron justificadas.

#### **7.5.5.6.2. Garantía de la calidad**

El desarrollo del presente inventario no consideró una revisión externa para la garantía de la calidad, pero si fue revisado en actualizaciones anteriores. Un resumen del estado de avance de cada recomendación se encuentra en el ANEXO 11.02.

#### **7.5.5.6.3. Verificación**

No se aplicaron procedimientos de verificación a esta subcategoría.

#### **7.5.5.7. Recálculos**

##### **7.5.5.7.1. Justificación de los nuevos cálculos y mejoras**

Se efectuó un recalcu asociado al nuevo valor del potencial de calentamiento global (PCG) de metano, que es mayor que el valor utilizado para el INGEI2016.

##### **7.5.5.7.2. Implicaciones para los niveles de emisión**

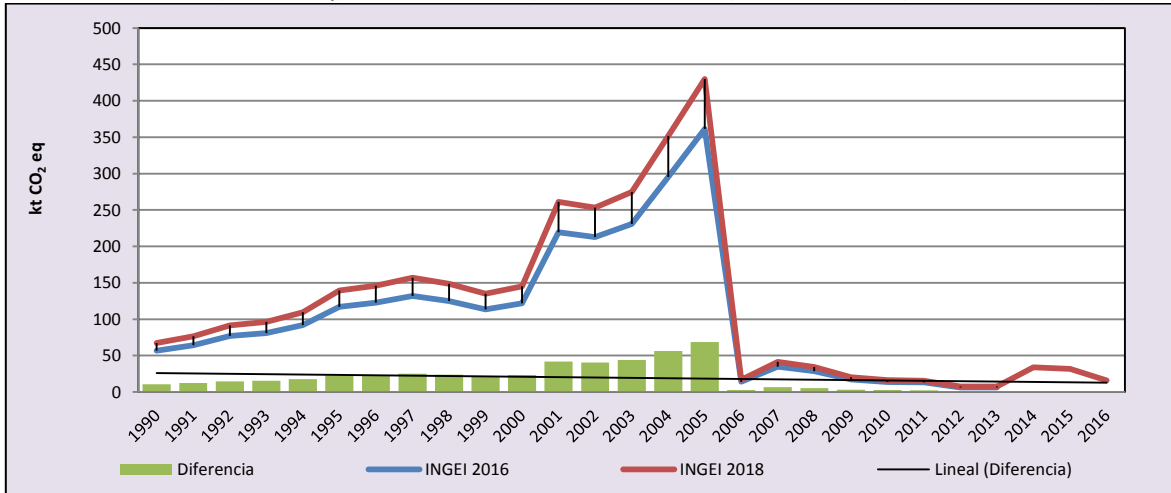
En la Tabla 389 y Figura 187 se observa como variaron las emisiones de GEI de la subcategoría con respecto al inventario anterior (INGEI2016). Las diferencias se deben, tal como se señaló anteriormente, al nuevo valor del PCG del metano.

Tabla 389. 5.D.2. Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

Categoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	56,6	121,8	13,9	6,2			
INGEI2018	67,4	144,9	16,6	7,4	34,0	31,9	15,8
<b>Diferencia</b>	<b>10,8</b>	<b>23,2</b>	<b>2,6</b>	<b>1,2</b>			
<b>Diferencia %</b>	<b>16,0%</b>	<b>16,0%</b>	<b>16,0%</b>	<b>15,9%</b>			

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Figura 187. 5.D.2. Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales: comparación entre emisiones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

#### 7.5.5.8. Plan de mejoramiento

No se contemplan mejoras específicas para la presente subcategoría.

## **8. RECÁLCULOS**

Los cambios metodológicos y el refinamiento de los datos de actividad son parte esencial de la mejora de la calidad de los INGEI; pero cuando esto ocurre, se requiere recalcular toda la serie de tiempo para garantizar su coherencia. A continuación, se justificarán los nuevos cálculos y su implicancia para las emisiones y absorciones de GEI del país.

### 8.1. Recálculos en el INGEI de Chile

Tanto el actual INGEI de Chile (INGEI2018, serie 1990-2016) como el anterior (INGEI2016, serie 1990-2013), que fue presentado por el país ante Naciones Unidas el 2016 como parte de su *Segundo Informe Bienal de Actualización*, se elaboraron siguiendo los lineamientos de las *Directrices del IPCC de 2006*. Para la elaboración del presente INGEI de Chile se ha recurrido, en todos los sectores, a nuevas fuentes de información junto a su respectivo refinamiento. Además, se desarrollaron nuevos factores de emisión país específicos en los sectores de IPPU y Agricultura y se incorporaron nuevas fuentes y sumideros en Agricultura y UTCUTS lo que generó diferencias entre las magnitudes de GEI previamente notificadas.

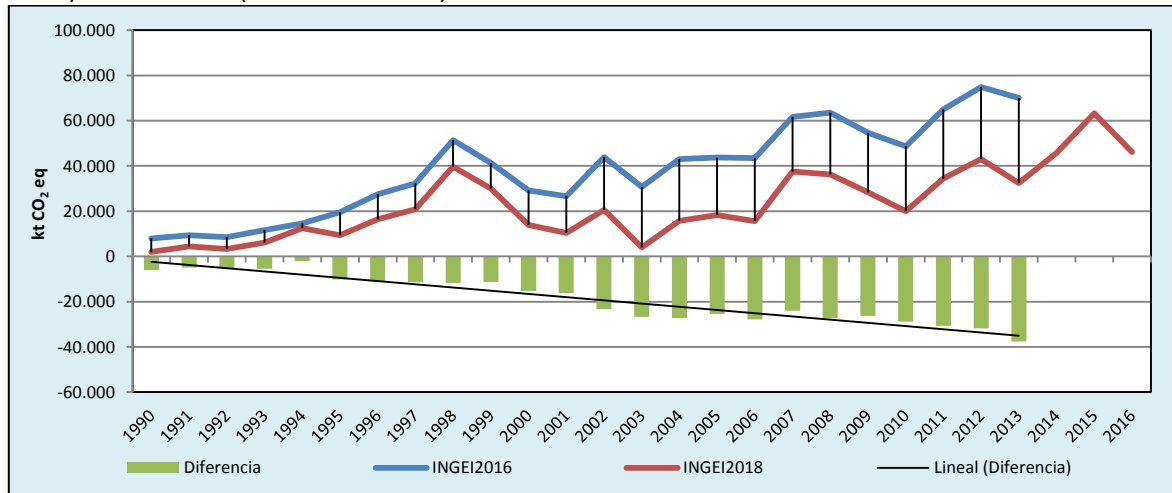
En general, el balance de GEI del INGEI2018 muestra una disminución promedio entre 1990 y 2013 de 18.653,2 kt CO<sub>2</sub> eq en comparación con el INGEI2016, lo que generó una disminución de 116,1% para 2013, último año comparable (Tabla 390 y Figura 188). Esta se atribuye principalmente, a un aumento de la absorción en la categoría *Tierras forestales* del sector UTCUTS, en la que se incluyeron nuevos sumideros y también se refinaron supuestos y valores relacionados. Si bien los otros sectores del INGEI de Chile presentan variaciones, los cambios en *Tierras forestales* equivalen a magnitudes de GEI que impactan notoriamente en la tendencia general. Adicionalmente es importante mencionar que el cambio de PCG (antes con base en los valores del SAR y ahora con base en los valores del AR4) provoca un aumento del valor de las emisiones al llevarlas a CO<sub>2</sub> equivalente.

Tabla 390. Recálculos: comparación de los balances de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

INGEI	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
INGEI2016	8.006,8	29.101,5	48.719,9	70.054,4			
INGEI2018	1.955,0	13.910,3	19.931,4	32.416,2	45.751,5	63.270,9	46.185,2
<b>Diferencia</b>	<b>-6.051,9</b>	<b>-15.191,2</b>	<b>-28.788,6</b>	<b>-37.639,2</b>			
<b>Diferencia %</b>	<b>-309,6%</b>	<b>-109,2%</b>	<b>-144,4%</b>	<b>-116,1%</b>			

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Figura 188. Recálculos: comparación de los balances de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

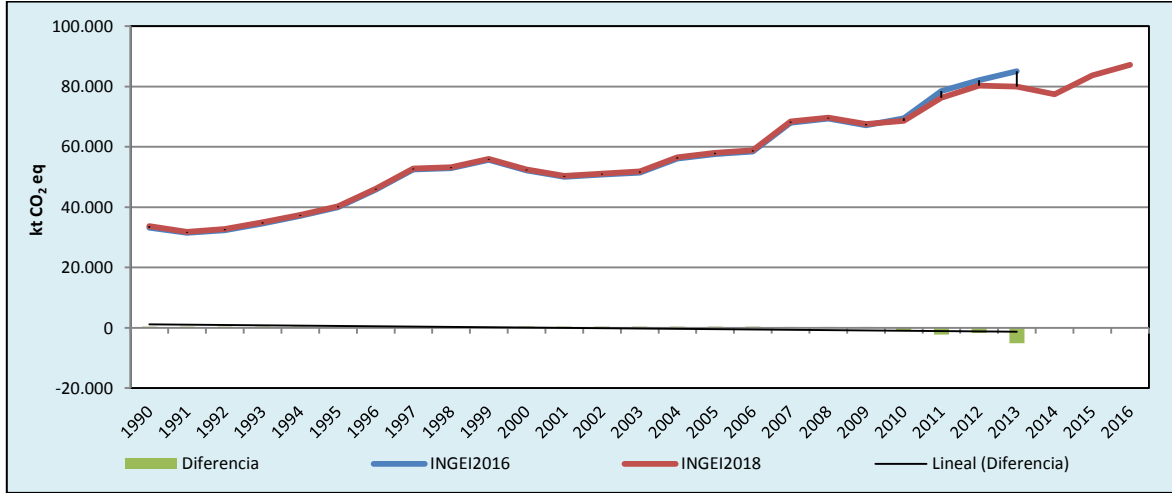


Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

## 8.2. Recálculos en el sector Energía

En el sector Energía (Figura 189), las emisiones de GEI del sector en el INGEI2018 presentan una disminución promedio entre 1990 y 2013 de -103,8 kt CO<sub>2</sub> eq (menos del 1 %) en comparación con el INGEI2016. Si bien no se evidencian mayores cambios en la tendencia, a partir del 2010 se presenta una disminución significativa de las emisiones. El 2013, último año comparable, existe una disminución de las emisiones de GEI de 5.081,7 kt CO<sub>2</sub> eq lo que equivale a un 6,4 %. Esta disminución está vinculada con la modificación realizada sobre el Balance Nacional de Energía (BNE) para la serie 2010-2015, lo que tuvo como principal consecuencia la reubicación de ciertos consumos de energéticos, con especial efecto en refinería y transporte terrestre. Para el 2013, existe una diferencia significativa respecto al INGEI2016 debido principalmente a correcciones en los consumos de generación eléctrica a partir de carbón y la reasignación del consumo de gas natural en las refinerías. El leve aumento de las emisiones para los primeros años de la serie se debe al cambio de PCG y al incremento de este valor para el CH<sub>4</sub>.

Figura 189. Recálculos: comparación de emisiones de GEI del sector Energía (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

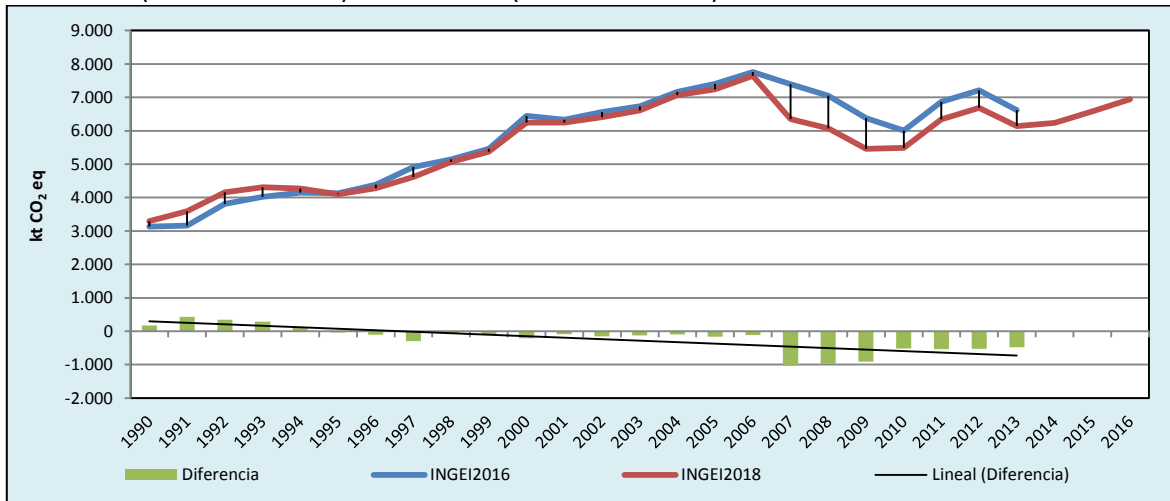


Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

### 8.3. Recálculos en el sector IPPU

En el sector IPPU (Figura 190), las emisiones de GEI del sector en el INGEI2018 presentan una disminución promedio de 213,5 kt CO<sub>2</sub> eq en comparación con el INGEI2016. Si bien no existen mayores cambios en la tendencia, las diferencias se acrecientan a partir del 2007. Esto se atribuye, principalmente a que se mejoró la metodología para estimar las emisiones de la subcategoría *Producción de ácido nítrico* incorporándose un factor de emisión que considera tecnologías de abatimiento de N<sub>2</sub>O, a pesar del aumento de las emisiones de la categoría *Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono* relacionadas debido al cambio en los datos de actividad para esta categoría. Otros cambios realizados, pero que en suma no alteran la tendencia, fue la mejora metodológica para la estimación de emisiones de *Hierro y acero*, cambios en los datos de actividad para la *Producción de cal* y para la producción de metanol y etileno.

Figura 190. Recálculos: comparación de emisiones de GEI del sector IPPU (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



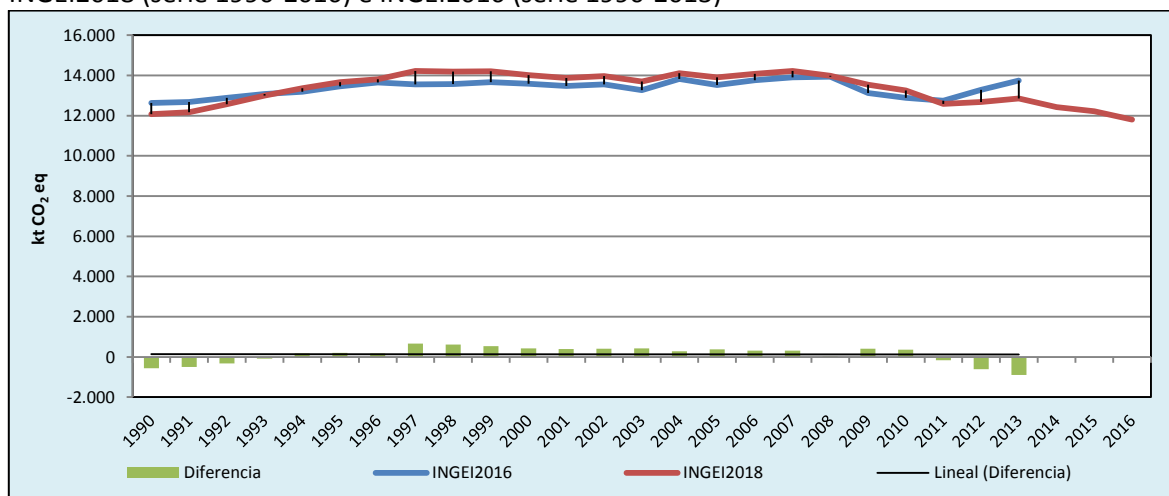
Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

#### 8.4. Recálculos en el sector Agricultura

En el sector Agricultura (Figura 191), las emisiones de GEI del sector en el INGEI2018 presentan un aumento promedio de 126,0 kt CO<sub>2</sub> eq en comparación con el INGEI2016, lo que generó una disminución de 6,9 % para el 2013, último año comparable. La diferencia de la serie se atribuye a tres situaciones: mejoras en la gestión de los datos de actividad y factores de emisión; inclusión de nuevas fuentes de emisión; y el cambio del PCG del CH<sub>4</sub>. En particular se mejoró la desagregación de la población de ganado vacuno, evidenciándose una disminución de toda la población, especialmente de vacas lecheras. Adicionalmente se desarrollaron nuevos factores de emisión país específico para ganado vacuno, tanto para fermentación entérica y emisiones de CH<sub>4</sub> por manejo del estiércol, pasando de factores fijos a factores dinámicos (es decir que cambian regional y anualmente en toda la serie temporal); también se mejoraron los factores de emisión de CH<sub>4</sub> de la gestión del estiércol de porcinos, teniendo una leve disminución respecto a los factores usados en la serie INGEI2016. Además se agregaron nuevas especies de ganado (jabalíes, ciervos y emús) y nuevas componentes al cálculo de emisiones que tienen relación con los suelos orgánicos (histosoles). En cuanto al PCG, dado el incremento del potencial del CH<sub>4</sub>, principal GEI emitido por este sector, la disminución debido a los cambios en la población y los nuevos factores no quedan patentes, lo que explicaría la ligera alza promedio de la serie.



Figura 191. Recálculos: comparación de los balances de GEI del sector Agricultura (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

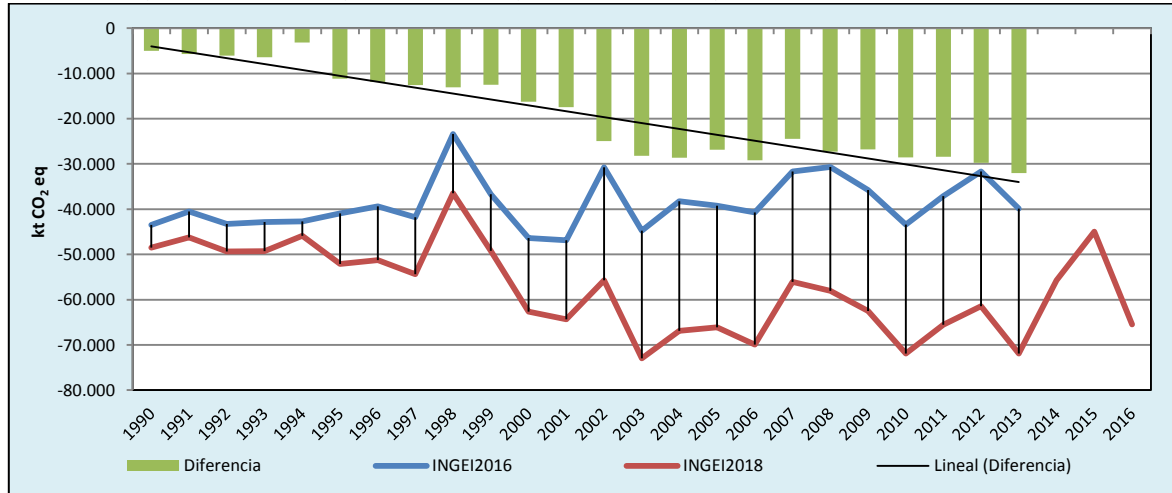
## 8.5. Recálculos en el sector UTCUTS

En el sector UTCUTS (Figura 192), el balance de GEI del INGEI2018 presenta un aumento promedio entre 1990 y 2013 de la absorción de 19.085,6 kt CO<sub>2</sub> eq en comparación con el INGEI2016, lo que generó un aumento favorable a la absorción de 44,6 % para el 2013, último año comparable. La diferencia de la serie se atribuye a que en el sector se hicieron varias mejoras en la gestión de los datos de actividad, se incluyeron nuevos sumideros y se desarrollaron nuevos factores de emisión país específico.

Más específicamente los cambios con mayor efecto son: la incorporación de parques y reservas, como bosques bajo gestión; la redefinición del estado de equilibrio de los bosques de renovales, que cambió de 50 cm a 60 cm de diámetro medio cuadrático<sup>46</sup>; la redefinición del período de permanencia de los bosques con planes de manejo el cual se extiende a perpetuidad; la reconstrucción de la serie temporal de la especie forestal *Eucalyptus nitens*; la incorporación del consumo de leña de especies exóticas; la incorporación del depósito de carbono del suelo y de hojarasca según las *Directrices del IPCC de 2006*; información más detallada para incendios; y datos paramétricos sobre crecimiento por tipo forestal con mayor precisión. Esto provoca un aumento de las absorciones netas del sector que van de los 30.000 a 40.000 kt CO<sub>2</sub> promedio anual para toda la serie.

<sup>46</sup> Esto fue analizado por un grupo de expertos del sector y se demostró con datos del *Inventario Forestal Nacional* elaborado por INFOR que el crecimiento de estos bosques se extiende hasta los 60 cm de diámetro cuadrático medio.

Figura 192. Recálculos: comparación de los balances de GEI del sector UTCUTS (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)

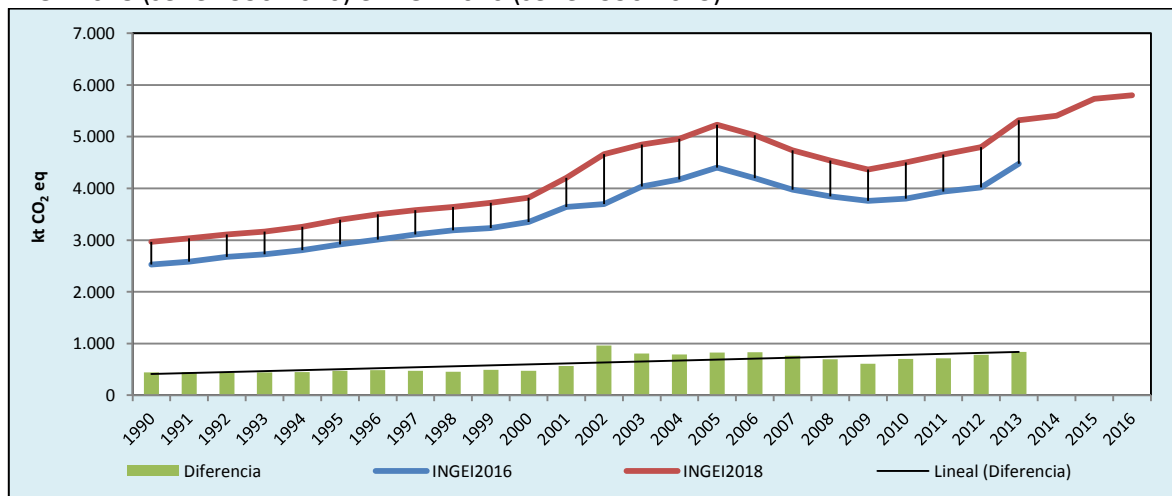


Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

### 8.6. Recálculos en el sector Residuos

En el sector Residuos (Figura 193), las emisiones de GEI del INGEI2018 presentaron un aumento promedio de 623,7 kt CO<sub>2</sub> eq al año en comparación con el INGEI2016. Esto representa para el año 2013, que es el último año comparable, un aumento de 15,8 %. La diferencia en la serie se atribuye principalmente al incremento del valor del PCG del CH<sub>4</sub>. Adicionalmente hay una variación en las emisiones debido al manejo de datos de la subcategoría Tratamiento y eliminación de aguas residuales domésticas, específicamente, asociado a una mejora del parámetro que se refiere al grado de utilización de los sistemas de tratamiento de aguas para cada grupo de ingresos y adicionalmente, a cambios en la fuente de información para la obtención de datos de la recuperación de CH<sub>4</sub> de las plantas de tratamiento de aguas residuales.

Figura 193. Recálculos: comparación de emisiones de GEI del sector Residuos (kt CO<sub>2</sub> eq) del INGEI2018 (serie 1990-2016) e INGEI2016 (serie 1990-2013)



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

## **9. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA**

## General

- Akagi et. al. (2011). Emission factors for open and domestic biomass burning, Table 1. Emission factors (g/kg) for species emitted from different types of biomass burning
- Banco Central de Chile. (2018) Cuentas Nacionales, Información histórica, Gasto del PIB volumen a precios del año anterior encadenado. Recuperado el 2018 de <https://si3.bcentral.cl/Siete/secure/cuadros/home.aspx>
- Bond et. al. (2013). Bounding the role of black carbon in the climate system: A scientific assessment, *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, Vol. 118, 5380–5552, doi:10.1002/jgrd.50171.
- CMNUCC. (2012). Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 17º período de sesiones, celebrado en Durban del 28 de noviembre al 11 de diciembre de 2011.
- CMNUCC. (2011). Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 16º período de sesiones, celebrado en Cancún del 29 de noviembre al 10 de diciembre de 2010.
- CMNUCC. (2006). Directrices actualizadas de la Convención Marco para la presentación de informes sobre los inventarios anuales, tras la incorporación prevista en la decisión 14/CP.11.
- CMNUCC. (2003). Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 8º período de sesiones, celebrado en Nueva Delhi del 23 de octubre al 1 de noviembre de 2002.
- CMNUCC. (2002). Informe de la Conferencia de las Partes sobre su 7º período de sesiones, celebrado en Marrakech del 29 de octubre al 10 de noviembre del 2001.
- EEA. (2016). EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016. Technical guidance to prepare national emission inventories. EEA Report No 21/2016, ISSN 1977-8449, Recuperado el 2018 de <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>
- EPA. (2011). Desarrollando un Sistema de Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero, Plantillas de Ejercicio.
- INE. (2004) Chile: Estimaciones y proyecciones de población por sexo y edad - país urbano rural 1990 - 2020. Recuperado el 2018 de [http://www.ine.cl/docs/default-source/demogr%C3%A1ficas-y-vitales/demograf%C3%ADa/proyeccion-vigente/documentos-antiguos/microsoftwordinforp\\_ur.pdf?sfvrsn=6](http://www.ine.cl/docs/default-source/demogr%C3%A1ficas-y-vitales/demograf%C3%ADa/proyeccion-vigente/documentos-antiguos/microsoftwordinforp_ur.pdf?sfvrsn=6)
- INE. (2014) Proyecciones de población 2002 – 2020 (actualización 2014) Recuperado el 2018 de <http://www.ine.cl/estadisticas/demograficas-y-vitales>
- IPCC. (2006). Directrices IPCC para la elaboración de inventarios nacionales de gases de efecto invernadero.
- IPCC. (1995). IPCC Second Assessment Report: Climate Change 1995 (SAR).
- Ministerio del Medio Ambiente. (2016). Segundo Informe Bienal de Actualización de Chile sobre Cambio Climático. Santiago.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2016). Tercera Comunicación Nacional de Chile ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Santiago.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2016). Inventario nacional de gases de efecto invernadero de Chile, serie temporal 1990-2013. Santiago.
- NACIONES UNIDAS. (1992). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- OCDE. (2003). Current status of national inventory preparation in annex I parties and non-annex I parties.
- PNUD. (2005). Managing the National Greenhouse Gas Inventory Process. Recuperado el 2018 de <http://www.undp.org/>

United Nations Environment Programme (UNEP) y Climate and Clean Air Coalition (CCAC) (Abril, 2018), Integrated Assessment of Short-Lived Climate Pollutants in Latin America and the Caribbean, Improving air quality while contributing to climate change mitigation ISBN: 978-92-807-3549-9.

### **Sector Energía**

AIE. (2018). Chile: Indicators 1990 - 2015. Recuperado el 2018, de <http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?year=2012&country=CHILE&product=Indicators>

AIE. (2018). Chile: Electricity and Heat 1990 - 2015. Recuperado el 2018, de <http://www.iea.org/statistics/statisticssearch/report/?year=2012&country=CHILE&product=ElectricityandHeat>

Banco mundial. (2018). Transporte aéreo, pasajeros transportados. Chile. Recuperado el 2018, de <https://datos.bancomundial.org/indicador/IS.AIR.PSGR?locations=CL&start=1990>

Cámara marítima y portuaria de Chile. (2017), Memoria anual n° 74. Recuperado el 2018 de <http://www.camport.cl/sitio/wp-content/uploads/2018/05/Camport-Ma-2017.pdf>

COCHILCO. (2018). Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales 1998-2017. Recuperado el 2018, de <https://www.cochilco.cl/Lists/Anuario/Attachments/18/Anuario%20Cochilco%202017%20final.pdf>

Ministerio de Energía. (Todos los años disponibles). Balance Nacional de Energía. Recuperado el 2018, de <http://energiaabierta.cl/>

Ministerio del Medio Ambiente. (2016). Inventario nacional de gases de efecto invernadero de Chile, serie temporal 1990-2013. Santiago.

SISTEMAS SUSTENTABLES. (2010). Desarrollo de una metodología local de cálculo de emisiones búnker para gases de efecto invernadero.

### **Sector Procesos industriales y uso de productos**

Asociación de Industriales Químicos. (2015). Guía de la Industria Química 2014-2016. Recuperado el 2018 de <http://www.asiquim.com/nwebq/guia-de-la-industria-quimica/>

Banco Central de Chile. (2018). Cuentas Nacionales de Chile 2013 – 2017. Recuperado el 2018 de <http://www.bcentral.cl/web/guest/cuentas-nacionales-anales>

COCHILCO. (2018). Anuario de Estadísticas del Cobre y Otros Minerales 1998-2016. Recuperado el 2018, de <https://www.cochilco.cl/Lists/Anuario/Attachments/18/Anuario%20Cochilco%202017%20final.pdf>

INE. (2016). Encuesta Nacional Industrial Anual. Recuperado el 2018 de <http://www.ine.cl/docs/default-source/econ/manufactura/encuesta-nacional-industrial-anual---enia/resultados/encuesta-nacional-industrial-anual.-resultados-2016.xlsx?sfvrsn=8>

Methanex. (2012). Obtenido de <http://www.methanex.cl/noticias/2013/noticia0313a.pdf>

Ministerio del Medio Ambiente. (2016). Inventario nacional de gases de efecto invernadero de Chile, serie temporal 1990-2013. Santiago.

Ministerio del Medio Ambiente. (2017). Elaboración de Inventario Nacional de Hidrofluorocarbonos (HFC), Informe final. Santiago.

- Perry's Chemical Engineers' Handbook; séptima edición, 1997; Perry R., Green, D.
- SERNAGEOMIN. (2007-2015). Anuario de la Minería de Chile. Recuperado el 2018, de <http://sitiohistorico.sernageomin.cl/sminera-anuario.php>
- SERNAGEOMIN. (2007-2016). Anuario de la Minería de Chile 2016. Recuperado el 2018, de <http://www.sernageomin.cl/mineria/anuario-2016-sernageomin/>
- Servicio Nacional de Aduanas. (s.f.). Arancel aduanero vigente. Recuperado el 2015, de <http://www.aduana.cl/arancel-aduanero-vigente/aduana/2011-12-22/114144.html>
- SOFOFA. (s.f.). Indicadores Industriales. Recuperado el 2018, de <https://web.sofofa.cl/indicadores-y-analisis/informe-de-la-industria/>
- U.S. Geological Survey. (1994-2013). The Mineral Industry of Chile. Recuperado el 2018, de <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/country/sa.html#ci>

### Sector Agricultura

- CONAF. (s.f.). Permisos de quema agrícola otorgados. Departamento de Manejo del Fuego De CONAF.
- Consorcio Lechero S.A., FIA, INIA. (2016). Praderas permanentes en las zonas lecheras de Chile.
- FAO. (s.f.). Población Vacuno. Recuperado el 2015, de FAOSTAT Domains: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/R/RF/S>
- FAO. (s.f.). Producción de Cultivos. Recuperado el 2013, de FAOSTAT Domains: <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/S>
- INE. (2007). VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal.
- INIA. (2010). Complementos y actualización del inventario de Gases de Efecto Invernadero para Chile en los sectores Agricultura, Uso de suelo, cambio en el uso de suelo y silvicultura, y Residuos antrópicos.
- Manterola, H., & Cerda, D. &. (1999). Los residuos agrícolas y su uso en la alimentación de rumiantes. FIA y Universidad de Chile.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2016). Inventario nacional de gases de efecto invernadero de Chile, serie temporal 1990-2013. Santiago.
- ODEPA. (2016). Información nacional de superficie sembrada, producción y rendimiento anuales. Recuperado el 2017 de <http://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/estadisticas-productivas>
- ODEPA. (s.f.). Catastro vitícola nacional. Recuperado el 2017, de <http://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/catastros-fruticolas/catastro-viticola-nacional>
- ODEPA. (s.f.). Catastro Frutícola. Recuperado el 2017, de <http://icet.odepa.cl>
- ODEPA. (s.f.). Estadísticas de ganado. Recuperado el 2017, de <http://icet.odepa.cl>
- ODEPA. (s.f.). Estadísticas de hortalizas. Recuperado el 2017, de <http://icet.odepa.cl/>
- ODEPA. (s.f.). Estadísticas de Vacas leche. Recuperado el 2017, de <http://icet.odepa.cl/>
- ODEPA. (s.f.). Estadísticas de Vacunos carne. Recuperado el 2017, de <http://icet.odepa.cl/>
- ODEPA. (1990-2016). Existencia de porcinos. Recuperado el 2017, de <http://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/estadisticas-productivas>
- ODEPA. (1990-2016). Existencia de broilers. Recuperado el 2017, de <http://www.odepa.gob.cl/estadisticas-del-sector/estadisticas-productivas>
- ODEPA. (1998-2016). Importaciones y Exportaciones de Fertilizantes. Recuperado el 2017, de <http://www.odepa.gob.cl/series-anuales-por-producto-de-exportaciones-importaciones>
- ODEPA. (1998-2016). Importaciones y Exportaciones de Urea. Recuperado el 2017, de <http://www.odepa.gob.cl/series-anuales-por-producto-de-exportaciones-importaciones>

- Prado, J. &. (1989). Eucalyptus. Principios de silvicultura y manejo. Santiago, Chile.
- Rodríguez, J. (1994). Manual de fertilización. Facultad de Agronomía Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Wylie W., A. (2011). Caracterización del balance de carbono: El caso de la fruticultura chilena de exportación y posibilidades de mitigar las emisiones de CO<sub>2</sub>. Santiago: FONDEF.

### **Sector Uso de la tierra, cambio en el uso de la tierra y silvicultura**

- Cairns, M., Brown, S., Helmer, E., & Baumgardner, G. (1997). Root biomass allocation in the worlds upland forests. *Oecologia*, 111, 1–11.
- CONAF. (2015). Informe de Bosque Nativo Manejado. Departamento de Prospección Sectorial (DPS), Evaluación de los recursos forestales mundiales.
- CONAF. (2011). Catastro de los Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Monitoreo de cambios y actualizaciones. Período de 1997-2011.
- CONAF. (Todos los períodos disponibles). Catastro de Uso del Suelo y Vegetación. Monitoreo y actualización.
- CONAF. (s.f.). Estadísticas histórico Incendios Forestales
- CONAF. (s.f.). Empresas 1985-2012. Recuperado el 2013, de <http://www.conaf.cl/incendios-forestales/incendios-forestales-en-chile/estadisticas-historicas>
- CONAF y CONAMA. (1999). Catastro y Evaluación de Recursos Vegetacionales Nativos de Chile. Informe con variables ambientales.
- Coomes, D., & Grubb, P. (2000). Impacts of root competition in forests and woodlands: a theoretical framework and review of experiments. *Ecol. Monogr.*, 70, 171–207.
- Davel, M., & Jovanovski, A. &. (2005). Densidad básica de la madera de pino oregón y su relación con las condiciones de crecimiento en la Patagonia Andina Argentina. *Bosque* 26(3), 55-62. FAO. (s.f.). Fertilizantes. Recuperado el 2015, de FAOSTAT Domains: [http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/R/\\*/S](http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/R/*/S) FAO. (s.f.).
- Gayoso, J., Chile, U. A., & INFOR. (2002). Proyecto FONDEF: Medición de la capacidad de captura de carbono en bosques de Chile y promoción en el mercado mundial. Inventario de biomasa y contabilidad de carbono. Informe Técnico.
- Gayoso, J., Guerra, J., & Alarcón, D. (2002). Proyecto FONDEF: Medición de la capacidad de captura de carbono en bosque de Chile y promoción en el mercado mundial. Contenido de carbono y funciones de biomasa en especies nativas y exóticas. Informe Técnico.
- Gorrini, B., Poblete, H., & Hernández, G. &. (2004). Tableros de partículas y MDF de Eucalyptus nitens: Ensayos a escala industrial. *Bosque* 25(3), 89-97.
- Hernández, G. &. (2010). Propiedades de la madera de especies forestales nativas y exóticas en Chile. Monografías Concepción, Chile: INFOR. Informe Técnico N° 178.
- INE. (2007). VII Censo Nacional Agropecuario y Forestal.
- INFOR. (Todos los años disponibles). Anuario Forestal. INFOR. (Todos los años disponibles). Boletín Estadístico. Estadísticas Forestales. Santiago, Chile.
- INFOR. (2007). Disponibilidad de madera de Eucalyptus en Chile, 2006-2025.
- INFOR. (2005). Disponibilidad de madera de las plantaciones de Pinus radiata en Chile, 2003-2032.
- INFOR. (1992). Informe Técnico N°130. Evaluación del consumo de leña en Chile.
- INFOR. (2011). Los Recursos Forestales en Chile. Inventario continuo de bosques nativos y actualización de plantaciones forestales. Informe final.
- INFOR y CORFO. (1986). Especies forestales de interés económico para Chile.

- INIA. (2010). Complementos y actualización del inventario de Gases de Efecto Invernadero para Chile en los sectores Agricultura, Uso de suelo, cambio en el uso de suelo y silvicultura, y Residuos antrópicos.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2016). Inventario nacional de gases de efecto invernadero de Chile, serie temporal 1990-2013. Santiago.
- UACH-FIA. (2012). Caracterización de materia prima combustibles sólidos de madera (CSM). Informe técnico 2.

### **Sector Residuos**

- CMNUCC. (s.f.). Reporte de monitoreo de proyectos MDL. Recuperado el 2013, de <http://cdm.unfccc.int/Projects>
- CONAMA. (2008). Catastro de Instalaciones Final de Residuos Sólidos Domiciliarios.
- CONAMA. (2000). Catastro de Sitios de Instalaciones de Disposición Final de RSD, años 1996 y 2000.
- ECOAMERICA. (2012). Segundo Catastro de Sitios de Disposición Final, Gestión y Tratamiento de Residuos Sólidos, Domiciliarios e Industriales.
- Fundación Chile. (2010). Consultoría de apoyo a los procesos de normas ambientales en sistemas hídricos: Estimación de costos de abatimiento de contaminantes en residuos líquidos.
- INE. (2004) Chile: Estimaciones y proyecciones de población por sexo y edad - país urbano rural 1990 - 2020. Recuperado el 2018 de [http://www.ine.cl/docs/default-source/demogr%C3%A1ficas-y-vitales/demograf%C3%ADa/proyeccion-vigente/documentos-antiguos/microsoftwordinforp\\_ur.pdf?sfvrsn=6](http://www.ine.cl/docs/default-source/demogr%C3%A1ficas-y-vitales/demograf%C3%ADa/proyeccion-vigente/documentos-antiguos/microsoftwordinforp_ur.pdf?sfvrsn=6)
- INE. (2014) Proyecciones de población 2002 – 2020 (actualización 2014) Recuperado el 2018 de <http://www.ine.cl/estadisticas/demograficas-y-vitales>
- MIDESO (1990, 1992, 1994, 1996, 1998, 2000, 2003, 2011, 2013) Encuesta CASEN, Cuadro 8. Distribución de hogares según región y sistema de eliminación de excretas. Recuperado el 2018 de <http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/>
- Ministerio de Salud, Depto. de Nutrición y Alimentos. (2007). Disponibilidad de proteínas en Chile 1990 – 2007.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2016). Inventario nacional de gases de efecto invernadero de Chile, serie temporal 1990-2013. Santiago.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2014). Ajuste del Catastro de Residuos Sólidos Municipales, Serie Temporal 1990-2012.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2012). Catastro de incineración de residuos hospitalarios, cadáveres y restos humanos.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2012). Diagnósticos regionales sitios de disposición final de residuos.
- Ministerio del Medio Ambiente. (2011). Informe del Estado del Medio Ambiente.
- OCDE. (2012). Reporte de generación y recolección de residuos municipales 2011 y 2012.
- PUCV. (2012). Grupo de Residuos Sólidos: Levantamiento y análisis de la generación y manejo de residuos orgánicos en comunas de Chile y la presentación de propuestas para su valorización.
- SISS. (2013). Catastro Biogás recuperado y quemado por plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas a nivel nacional año 2012.
- SISS. (2013). Catastro lodos generado por plantas de tratamiento de aguas residuales domésticas a nivel nacional años 2010 y 2011.
- SISS. (2013). Catastro plantas de tratamiento de RILes a nivel nacional, años 2006-2010.



- SISS. (s.f.). Coberturas del sector sanitario 1990- 2016. Recuperado el 2018, de <http://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6415.html>
- SISS. (s.f.). Informes de gestión del sector sanitario 1996 - 1999. Recuperado el 2015, de <http://www.siss.gob.cl/577/w3-propertyvalue-3443.html>
- SISS. (s.f.). Informes de gestión del sector sanitario 2000 - 2016. Recuperado el 2018 de, <http://www.siss.gob.cl/586/w3-propertyvalue-6415.html>
- SMA. (2015). Catastro plantas tratamiento de RILes a nivel nacional años 2013.
- Tchobanoglous, G., L., B. F., & David, S. H. (2003). Wastewater engineering: treatment and reuse. Boston, Estados Unidos: Metcalf & Eddy, Inc. McGraw-Hill, Boston, United States.

# **Informe del Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero de Chile, serie 1990-2016:**

## **ANEXOS**

**Área de Mitigación e Inventarios de contaminantes climáticos**

**Oficina de Cambio Climático**

**Ministerio del Medio Ambiente**

**Febrero 2018, Chile**

## CONTACTO SNICHILE

<b>Nombre de contacto:</b>	Richard Martinez Caro
<b>Cargos:</b>	Coordinador inventarios de GEI y CCV; Coordinador del SNICHILE;
<b>Organización:</b>	Ministerio del Medio Ambiente
<b>Dirección postal:</b>	San Martín 73, Santiago
<b>Correo electrónico:</b>	<a href="mailto:snichile@mma.gob.cl">snichile@mma.gob.cl</a> ; <a href="mailto:rmartinez@mma.gob.cl">rmartinez@mma.gob.cl</a>
<b>URL:</b>	<a href="http://www.snichile.cl">www.snichile.cl</a>

## INDICE GENERAL

ANEXO 01. CATEGORÍAS PRINCIPALES.....	6
ANEXO 02. INCERTIDUMBRE.....	53
ANEXO 03. EXHAUSTIVIDAD.....	65
ANEXO 04. EMISIONES Y ABSORCIONES SERIE 1990-2016.....	68
ANEXO 05. CARBONO NEGRO.....	107
5.1. Panorama general.....	108
5.1.1. Introducción.....	108
5.1.2. Tendencia de las emisiones nacionales de carbono negro.....	108
5.1.3. Aspectos metodológicos generales de la estimación de carbono negro.....	109
5.1.4. Datos de actividad.....	111
5.2. Sector Energía (1).....	111
5.2.1. Descripción del sector.....	111
5.2.2. Tendencia de las emisiones de carbono negro.....	112
5.2.3. Aspectos metodológicos del sector.....	117
5.2.4. Datos de actividad del sector.....	118
5.2.5. Factores de emisión.....	118
5.2.6. Comentarios acerca de las estimaciones de carbono negro.....	120
5.2.7. Consistencia de la serie temporal.....	120
5.2.8. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación.....	121
5.2.9. Plan de mejoramiento.....	122
5.3. Sector Procesos industriales y uso de productos (2).....	123
5.3.1. Descripción del sector.....	123
5.3.2. Tendencia de las emisiones de carbono negro.....	123
5.3.3. Aspectos metodológicos del sector.....	124
5.3.4. Datos de actividad del sector.....	125
5.3.5. Industria de los minerales (2.A.).....	125
5.3.5.1. Descripción de la categoría.....	125
5.3.5.2. Aspectos metodológicos de las categorías.....	125
5.3.5.3. Consistencia de la serie temporal.....	126
5.3.5.4. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación.....	126
5.3.5.5. Plan de mejoramiento.....	126
5.3.6. Industria de los metales (2.C.).....	126
5.3.6.1. Descripción de la categoría.....	126
5.3.6.2. Aspectos metodológicos de la categoría.....	126
5.3.6.3. Consistencia de la serie temporal.....	127
5.3.6.4. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación.....	127
5.3.6.5. Plan de mejoramiento.....	127
5.4. Sector Agricultura (3).....	127
5.4.1. Descripción del sector.....	127

5.4.2.	Tendencia de las emisiones carbono negro .....	127
5.4.3.	Aspectos metodológicos del sector .....	128
5.4.3.1.	Datos de actividad del sector .....	129
5.4.3.2.	Factores de emisión .....	129
5.4.4.	Consistencia de la serie temporal .....	129
5.4.5.	Procedimientos de garantía y control de la calidad y verificación .....	129
5.4.5.1.	Verificación.....	129
5.4.6.	Plan de mejoramiento .....	129
5.5.	Sector Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (4).....	129
5.5.1.	Descripción del sector.....	129
5.5.2.	Tendencia de las emisiones de carbono negro .....	130
5.5.3.	Aspectos metodológicos del sector .....	130
5.5.3.1.	Datos de actividad estadísticos y paramétricos .....	131
5.5.3.2.	Factores de emisión .....	131
5.5.4.	Consistencia de la serie temporal .....	131
5.5.5.	Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación .....	132
5.5.5.1.	Verificación.....	132
5.5.5.2.	Plan de mejoramiento.....	132
5.6.	Sector Residuos (5) .....	132
5.6.1.	Descripción del sector.....	132
5.6.2.	Tendencia de las emisiones carbono negro .....	132
5.6.3.	Aspectos metodológicos del sector .....	133
5.6.3.1.	Datos de actividad del sector .....	133
5.6.3.2.	Factores de emisión .....	133
5.6.4.	Consistencia de la serie temporal .....	134
5.6.5.	Procedimientos de garantía y control de la calidad y verificación .....	134
5.6.5.1.	Verificación.....	134
5.6.6.	Plan de mejoramiento .....	134
ANEXO 06.01. DATOS DE ACTIVIDAD DEL SECTOR ENERGÍA: CONSUMO DE ENERGÉTICOS.....		135
ANEXO 06.01. DATOS DE ACTIVIDAD DEL SECTOR ENERGÍA: PARQUE AUTOMOTRIZ .....		169
ANEXO 07.01. DATOS DE ACTIVIDAD DEL SECTOR IPPU: INDUSTRIA DEL HIERRO Y ACERO .....		172
ANEXO 07.02. DATOS DE ACTIVIDAD DEL SECTOR IPPU: IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES DE HFC		176
ANEXO 08.01. FACTORES DE EMISIÓN DEL SECTOR AGRICULTURA: FACTORES PAÍS ESPECÍFICO DE LA GANADERÍA .....		182
ANEXO 09.01. DATOS DE ACTIVIDAD DEL SECTOR UTCUTS: DIAGRAMA DE FLUJO DE BIOMASA .		201
ANEXO 09.02. DATOS DE ACTIVIDAD DEL SECTOR UTCUTS: METODOLOGÍA PARA LA LEÑA.....		204
ANEXO 10.01. DATOS DE ACTIVIDAD DEL SECTOR RESIDUOS: TRATAMIENTO Y DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES .....		209
ANEXO 11.01. ACTIVADES DE CONTROL DE LA CALIDAD .....		212
ANEXO 11.02. ACTIVIDADES DE GARANTÍA DE LA CALIDAD .....		218

ANEXO 11.03. PLAN DE MEJORA CONTINUA .....	229
ANEXO 12. ACRÓNIMOS Y SIGLAS.....	234

# **ANEXO 01. CATEGORÍAS PRINCIPALES**

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, se entiende por categoría principal aquella categoría prioritaria en el sistema de inventarios nacionales porque su estimación influye significativamente sobre el INGEI de un país, en cuanto al nivel absoluto, la tendencia, o la incertidumbre de emisiones y absorciones. Siempre que se utiliza el término categoría principal, incluye tanto las categorías de emisión como de absorción.

La identificación de categorías principales es importante para los INGEI porque permite priorizar los recursos limitados disponibles para elaborar los inventarios. Es una buena práctica orientar los recursos disponibles a la mejora de los datos y los métodos destinados a las categorías identificadas como principales. Además, se sugiere que para estas categorías se empleen métodos de nivel superior (Nivel 2 y 3) para la estimación de emisiones o absorciones.

De modo de ser consistentes con las metodologías de estimación de las emisiones, se decidió utilizar, para la identificación de categorías principales, las metodologías establecidas en las *Directrices del IPCC de 2006*. A continuación se presentan el Método 1, que consiste en una evaluación del nivel absoluto y de la tendencia de las emisiones y absorciones; y el Método 2 que toma en cuenta la incertidumbre.

### **Método 1**

El Método 1 para identificar categorías principales evalúa la influencia que ejercen diversas categorías de emisión y absorción sobre el nivel y la tendencia del INGEI. Por ello, el Método 1 consta de dos formas de evaluarse.

El Método 1 de nivel consiste en la evaluación de la estimación de emisiones o absorciones de una categoría frente al aporte total del año, que es la suma de los valores absolutos de emisiones y absorciones. La evaluación se calcula según la siguiente ecuación:

Ecuación 1. Evaluación de nivel (Método 1)

$$L_{x,t} = |E_{x,t}| / \sum_y |E_{y,t}|$$

Fuente: punto 4.3.1., cap. 4, vol. 1, *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- $L_{x,t}$  = Evaluación de nivel para  $x$  de emisión o absorción del año  $t$  del inventario
- $|E_{x,t}|$  = Valor absoluto de la estimación de emisión o absorción de la categoría  $x$
- $\sum_y |E_{y,t}|$  = Aporte total, que es la suma de los valores absolutos de emisiones y absorciones del año  $t$

Las categorías principales, según el Método 1 de nivel, son aquellas que al sumarse acumuladas en orden de magnitud descendente, totalizan 95 por ciento de la suma de todos los  $L_{x,t}$ . El Método 1 de nivel fue aplicado al año 1990 (



Tabla 1) y al último año del inventario (2013) (Tabla 2).

El Método de 1 de tendencia tiene por objeto identificar las categorías cuya tendencia es significativamente diferente de la tendencia general del inventario general. Las categorías cuya tendencia es más divergente de la tendencia total deben identificarse como principales, cuando esta diferencia se pondera por el nivel de emisiones o absorciones de la categoría del año base. El Método 1 de tendencia se estima con la ecuación siguiente:

Ecuación 2. Evaluación de tendencia (Método 1)

$$T_{x,t} = \frac{|E_{x,0}|}{\sum_y |E_{y,0}|} \cdot \left[ \frac{(E_{x,t} - E_{x,0})}{|E_{x,0}|} \right] - \frac{(\sum_y E_{y,t} - \sum_y E_{y,0})}{|\sum_y E_{y,0}|}$$

Fuente: punto 4.3.1., cap. 4, vol. 1, Directrices del IPCC de 2006

Donde:

- $T_{x,t}$  = evaluación de la tendencia de la categoría  $x$  de emisión o absorción del año  $t$ , en comparación con el año base (año 0).
- $|E_{x,0}|$  = valor absoluto de las estimación de emisión o absorción de la categoría  $x$  del año 0.
- $E_{x,t}$  y  $E_{x,0}$  = valores reales de las estimaciones de la categoría  $x$  de emisión o absorción de los años  $t$  y 0, respectivamente.
- $\sum_y E_{y,t}$  y  $\sum_y E_{y,0}$  = estimaciones totales del inventario de los años  $t$  y 0, respectivamente.

La tendencia de la categoría se refiere al cambio producido en las estimaciones de una categoría a través del tiempo, calculado restando la estimación del año base (año 0) para la categoría  $x$ , a la estimación del último año del inventario (año  $t$ ) y dividiendo por el valor absoluto de la estimación del año base.

La tendencia total se refiere al cambio generado en el balance del INGEI, calculado restando la estimación del último año  $t$  y dividiendo por el valor absoluto de la estimación del año base.

Para aquellas categorías cuyas estimaciones del año base son cero, la expresión anterior puede reformularse para evitar el cero en el denominador:

Ecuación 3. Evaluación de tendencia con emisión cero en el año base (Método 1)

$$T_{x,t} = \left| \frac{E_{x,t}}{\sum_y |E_{y,0}|} \right|$$

Fuente: punto 4.3.1., cap. 4, vol. 1, Directrices del IPCC de 2006

Las categorías principales según el Método 1 de tendencia, son aquellas que al sumarse acumuladas en orden de magnitud descendente, totalizan 95 por ciento de la suma de todos los  $T_{x,t}$ . El Método 1 de tendencia fue aplicado al último año del inventario (2013) (Tabla 3).

Las consideraciones de desagregación para el Método 1 fueron las siguientes:

- Se consideró hasta el sexto nivel de desagregación, cuando correspondiese, de modo de reflejar de mejor manera las circunstancias nacionales.
- Cada GEI fue considerado por separado, en unidades de Gg CO<sub>2</sub> eq.
- Las emisiones y absorciones también fueron separadas.

## **Método 2**

El Método 2 se basa en los resultados del análisis de incertidumbre, en donde se describe el cálculo de la incertidumbre del inventario por medio del método de propagación del error. El Método 2 ayuda a priorizar las actividades para mejorar la calidad del inventario y reducir la incertidumbre general.

Para la evaluación mediante el Método 2 se incorporan las incertidumbres de cada categoría, ponderando los resultados de la evaluación de nivel y tendencia del Método 1, según el porcentaje de incertidumbre combinada. A continuación se presenta la ecuación para evaluación de nivel para el Método 2.

Ecuación 4. Evaluación de nivel (Método 2)

$$LU_{x,t} = (L_{x,t} \cdot U_{x,t}) / \sum_y [(L_{y,t} \cdot U_{y,t})]$$

Fuente: punto 4.3.2., cap. 4, vol. 1, *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- $LU_{x,t}$  = evaluación de nivel para la categoría  $x$  del año del inventario  $t$ , con incertidumbre.
- $L_{x,t}$  = se calcula como en la Ecuación 1.
- $U_{x,t}$  = porcentaje de incertidumbre combinada de la categoría en el año  $t$

Luego de calcular la evaluación de nivel con incertidumbre, deben clasificarse los resultados por orden de magnitud descendente, de forma similar al Método 1. Las categorías principales son aquellas que totalizan el 90 por ciento de la suma de todas las  $LU_{x,t}$ . Las categorías identificadas por la evaluación de nivel con incertidumbre que son diferentes de las categorías identificadas con el Método 1 también deben ser tratadas como categorías principales. Este método fue aplicado al año 1990 (Tabla 4) y al último año del inventario (2013) (Tabla 5).

La evaluación de tendencia del Método 2 se basa en la siguiente ecuación.

Ecuación 5. Evaluación de tendencia (Método 2)

$$TU_{x,t} = (T_{x,t} \cdot U_{x,t})$$

Fuente: punto 4.3.2., cap. 4, vol. 1, *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- $TU_{x,t}$  = evaluación de la tendencia para la categoría  $x$  del año del inventario  $t$ , con incertidumbre.
- $L_{x,t}$  = se calcula como en la Ecuación 1.
- $U_{x,t}$  = porcentaje de incertidumbre combinada de la categoría en el año  $t$

Luego de calcular la evaluación de nivel con incertidumbre, deben clasificarse los resultados por orden de magnitud descendente, de forma similar al Método 1. Las categorías principales son aquellas que totalizan el 90 por ciento de la suma de todas las  $TU_{x,t}$ . Las categorías identificadas por la evaluación de nivel con incertidumbre que son diferentes de las categorías identificadas con el Método 1 también deben ser tratadas como categorías principales. Este método fue aplicado para el último año del inventario (2013) (Tabla 6).

Para mayor detalle de su cálculo y resultados, ver anexo digital: *2016\_CP\_CL*.

Tabla 1. Identificación de categorías principales, utilizando el Método 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* para los niveles absolutos del INGEI2018 de Chile del año 1990

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Estimación del año 1990, Ex,0	Valor absoluto de estimación del año 1990	Evaluación de nivel, Lx,0	Total Acumulativo
			kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq		
4.A.1.a.i.1.	Renovales	CO <sub>2</sub>	-43.965,382	43.965,382	0,235	0,235
4.A.1.a.i.3.	Parques y reservas nacionales	CO <sub>2</sub>	-18.182,967	18.182,967	0,097	0,333
4.A.1.b.i.1.	Trozos P. radiata	CO <sub>2</sub>	14.227,400	14.227,400	0,076	0,409
4.A.2.a.ii.	Tierras de cultivo convertidas en plantaciones forestales	CO <sub>2</sub>	-12.981,665	12.981,665	0,070	0,479
4.A.2.b.ii.	Pastizales convertidos en plantaciones forestales	CO <sub>2</sub>	-12.087,758	12.087,758	0,065	0,543
1.A.3.b	Transporte terrestre	CO <sub>2</sub>	7.333,903	7.333,903	0,039	0,583
4.A.1.b.ii.1.	Leña especies nativas	CO <sub>2</sub>	6.731,208	6.731,208	0,036	0,619
4.C.2.	Tierras convertidas en pastizales	CO <sub>2</sub>	6.620,645	6.620,645	0,035	0,654
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Sólidos	CO <sub>2</sub>	6.415,913	6.415,913	0,034	0,688
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Líquidos	CO <sub>2</sub>	5.579,080	5.579,080	0,030	0,718
4.A.1.b.i.4.	Trozos especies nativas	CO <sub>2</sub>	4.408,024	4.408,024	0,024	0,742
4.A.1.b.ii.2.	Leña especies exótica	CO <sub>2</sub>	4.363,577	4.363,577	0,023	0,765
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Sólidos	CO <sub>2</sub>	3.567,477	3.567,477	0,019	0,784
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Líquidos	CO <sub>2</sub>	2.732,750	2.732,750	0,015	0,799
4.A.1.a.ii.	Plantaciones forestales	CO <sub>2</sub>	-2.622,603	2.622,603	0,014	0,813
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N <sub>2</sub> O	2.451,953	2.451,953	0,013	0,826
5.A.	Sitios de disposición de residuos	CH <sub>4</sub>	2.288,666	2.288,666	0,012	0,839
4.A.1.b.i.2.	Trozos Eucalyptus spp.	CO <sub>2</sub>	2.248,285	2.248,285	0,012	0,851
2.C.1.	Producción de hierro y acero	CO <sub>2</sub>	1.393,748	1.393,748	0,007	0,858
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Líquidos	CO <sub>2</sub>	1.375,172	1.375,172	0,007	0,865
4.A.1.a.i.2.	Planes de manejo (Ley Bosque nativo)	CO <sub>2</sub>	-1.225,889	1.225,889	0,007	0,872
4.A.1.c.ii.	Sustitución	CO <sub>2</sub>	-1.201,593	1.201,593	0,006	0,878
3.A.1.b.i.	Vacas carne	CH <sub>4</sub>	1.022,104	1.022,104	0,005	0,884
4.A.1.b.iii.1.a.	Incendios Bosque nativo	CO <sub>2</sub>	1.020,744	1.020,744	0,005	0,889
3.A.1.a.	Vacas lecheras	CH <sub>4</sub>	946,914	946,914	0,005	0,894
1.B.2.b	Gas natural	CH <sub>4</sub>	923,441	923,441	0,005	0,899

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Estimación del año 1990, Ex,0	Valor absoluto de estimación del año 1990	Evaluación de nivel, Lx,0	Total Acumulativo
			kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq		
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Gaseosos	CO <sub>2</sub>	879,512	879,512	0,005	0,904
1.A.3.d	Navegación marítima y fluvial	CO <sub>2</sub>	871,458	871,458	0,005	0,909
3.A.1.b.ii.	Vaquillas	CH <sub>4</sub>	793,051	793,051	0,004	0,913
1.B.2.a	Petróleo	CH <sub>4</sub>	755,542	755,542	0,004	0,917
3.A.1.b.v.	Terneros	CH <sub>4</sub>	693,161	693,161	0,004	0,921
3.D.1.a.	Fertilizante inorgánicos	N <sub>2</sub> O	669,324	669,324	0,004	0,924
3.A.1.b.iv.	Jóvenes carne (novillo 1-2 años)	CH <sub>4</sub>	666,355	666,355	0,004	0,928
2.A.1.	Producción de cemento	CO <sub>2</sub>	650,087	650,087	0,003	0,931
4.B.2.	Tierras convertidas en tierras de cultivo	CO <sub>2</sub>	633,946	633,946	0,003	0,935
3.A.2.	Ovinos	CH <sub>4</sub>	600,116	600,116	0,003	0,938
1.B.1	Combustibles sólidos	CH <sub>4</sub>	573,164	573,164	0,003	0,941
1.A.4	Otros sectores - Biomasa	CH <sub>4</sub>	565,297	565,297	0,003	0,944
1.A.3.a	Aviación civil	CO <sub>2</sub>	563,011	563,011	0,003	0,947
2.B.8.a.	Metanol	CO <sub>2</sub>	561,305	561,305	0,003	0,950
4.A.1.b.iii.1.b.	Incendios Plantaciones forestales	CO <sub>2</sub>	506,159	506,159	0,003	0,953
3.B.3.	Porcinos	CH <sub>4</sub>	457,724	457,724	0,002	0,955
3.D.1.d.	Residuos de cosechas	N <sub>2</sub> O	438,758	438,758	0,002	0,958
3.A.1.b.iii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	CH <sub>4</sub>	434,681	434,681	0,002	0,960
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	CH <sub>4</sub>	422,458	422,458	0,002	0,962
4.A.2.b.i.	Pastizales convertidos en bosque nativo	CO <sub>2</sub>	390,091	390,091	0,002	0,964
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Gaseosos	CO <sub>2</sub>	353,447	353,447	0,002	0,966
4.F.2.	Tierras convertidas en otras tierras	CO <sub>2</sub>	342,366	342,366	0,002	0,968
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Sólidos	CO <sub>2</sub>	318,363	318,363	0,002	0,970
3.D.2.b.ii.1.	Estiércol animal aplicado a los suelos	N <sub>2</sub> O	299,477	299,477	0,002	0,971
2.B.2.	Producción de ácido nítrico	N <sub>2</sub> O	295,737	295,737	0,002	0,973
4.E.2.	Tierras convertidas en asentamientos	CO <sub>2</sub>	272,038	272,038	0,001	0,974
3.B.1.b.i.	Vacas carne	CH <sub>4</sub>	222,043	222,043	0,001	0,976
1.A.3.e	Otro tipo de transporte	CO <sub>2</sub>	210,979	210,979	0,001	0,977

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Estimación del año 1990, Ex,0	Valor absoluto de estimación del año 1990	Evaluación de nivel, Lx,0	Total Acumulativo
			kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq		
3.D.2.a.ii.1.	Estiércol animal aplicado a los suelos	N <sub>2</sub> O	207,848	207,848	0,001	0,978
3.D.1.b.	Fertilizante orgánicos	N <sub>2</sub> O	203,512	203,512	0,001	0,979
3.B.1.b.ii.	Vaquillas	CH <sub>4</sub>	181,237	181,237	0,001	0,980
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	N <sub>2</sub> O	173,696	173,696	0,001	0,981
3.B.1.b.iv.	Jóvenes carne (novillo 1-2 años)	CH <sub>4</sub>	171,772	171,772	0,001	0,982
4.A.1.b.i.3.	Trozas otras exóticas	CO <sub>2</sub>	170,985	170,985	0,001	0,983
3.H.	Aplicación de urea	CO <sub>2</sub>	169,670	169,670	0,001	0,984
3.C.	Cultivo del arroz	CH <sub>4</sub>	164,172	164,172	0,001	0,984
3.A.4.c.	Equinos	CH <sub>4</sub>	152,215	152,215	0,001	0,985
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Gaseosos	CO <sub>2</sub>	144,415	144,415	0,001	0,986
2.A.2.	Producción de cal	CO <sub>2</sub>	118,204	118,204	0,001	0,987
4.D.2.	Tierras convertidas en humedales	CO <sub>2</sub>	116,717	116,717	0,001	0,987
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo	CH <sub>4</sub>	113,721	113,721	0,001	0,988
3.B.1.a.	Vacas lecheras	CH <sub>4</sub>	111,405	111,405	0,001	0,988
3.A.4.b.	Caprinos	CH <sub>4</sub>	109,614	109,614	0,001	0,989
1.A.3.b	Transporte terrestre	N <sub>2</sub> O	107,537	107,537	0,001	0,990
3.D.2.b.i.	Fertilizante inorgánicos	N <sub>2</sub> O	97,831	97,831	0,001	0,990
4.A.2.c.ii.	Humedales convertidos en plantaciones forestales	CO <sub>2</sub>	-94,143	94,143	0,001	0,991
1.A.4	Otros sectores - Biomasa	N <sub>2</sub> O	89,844	89,844	0,000	0,991
3.B.1.b.iii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	CH <sub>4</sub>	85,738	85,738	0,000	0,992
4.A.1.b.iv.	Quema controlada de residuos forestales	CH <sub>4</sub>	80,527	80,527	0,000	0,992
3.B.1.b.iii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	N <sub>2</sub> O	68,663	68,663	0,000	0,992
2.D.1.	Uso de lubricantes	CO <sub>2</sub>	68,069	68,069	0,000	0,993
5.D.2.	Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales	CH <sub>4</sub>	67,433	67,433	0,000	0,993
3.D.2.a.i	Fertilizante inorgánicos	N <sub>2</sub> O	66,383	66,383	0,000	0,993
3.D.2.b.iv.	Residuos de cosechas	N <sub>2</sub> O	64,146	64,146	0,000	0,994
1.A.3.c	Ferrocarriles	CO <sub>2</sub>	57,560	57,560	0,000	0,994
4.A.1.b.iv.	Quema controlada de residuos forestales	N <sub>2</sub> O	53,100	53,100	0,000	0,994

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Estimación del año 1990, Ex,0	Valor absoluto de estimación del año 1990	Evaluación de nivel, Lx,0	Total Acumulativo
			kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq		
1.A.3.b	Transporte terrestre	CH <sub>4</sub>	52,248	52,248	0,000	0,995
4.A.2.a.i.	Tierras de cultivo convertidas en bosque nativo	CO <sub>2</sub>	48,233	48,233	0,000	0,995
2.B.8.a.	Metanol	CH <sub>4</sub>	48,172	48,172	0,000	0,995
3.B.1.b.v.	Terneros	CH <sub>4</sub>	46,118	46,118	0,000	0,995
3.B.5.d.v.	Aves de corral	N <sub>2</sub> O	44,335	44,335	0,000	0,996
2.B.8.b.	Etileno	CO <sub>2</sub>	41,980	41,980	0,000	0,996
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Biomasa	N <sub>2</sub> O	37,882	37,882	0,000	0,996
2.G.1.b.	Uso de equipos eléctricos	SF <sub>6</sub>	35,846	35,846	0,000	0,996
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo	N <sub>2</sub> O	35,144	35,144	0,000	0,997
3.A.3.c.	Juveniles	CH <sub>4</sub>	32,628	32,628	0,000	0,997
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CO <sub>2</sub>	31,563	31,563	0,000	0,997
3.G.1.	Caliza	CO <sub>2</sub>	30,800	30,800	0,000	0,997
4.A.1.b.iii.1.a.	Incendios Bosque nativo	CH <sub>4</sub>	30,420	30,420	0,000	0,997
3.B.5.a.	Ganado vacuno	N <sub>2</sub> O	27,788	27,788	0,000	0,997
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Sólidos	N <sub>2</sub> O	26,874	26,874	0,000	0,997
3.D.2.a.iii.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N <sub>2</sub> O	25,902	25,902	0,000	0,998
2.G.1.a.	Manufactura de equipos eléctricos	SF <sub>6</sub>	25,483	25,483	0,000	0,998
3.B.1.a.	Vacas lecheras	N <sub>2</sub> O	24,984	24,984	0,000	0,998
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Biomasa	CH <sub>4</sub>	23,835	23,835	0,000	0,998
3.A.4.f.	Camélidos (llamas y alpacas)	CH <sub>4</sub>	23,037	23,037	0,000	0,998
3.D.2.b.iii.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N <sub>2</sub> O	21,201	21,201	0,000	0,998
4.A.1.b.iii.1.a.	Incendios Bosque nativo	N <sub>2</sub> O	20,059	20,059	0,000	0,998
3.B.2.	Ovinos	CH <sub>4</sub>	18,003	18,003	0,000	0,998
4.A.1.b.iii.1.b.	Incendios Plantaciones forestales	CH <sub>4</sub>	17,946	17,946	0,000	0,999
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Sólidos	CH <sub>4</sub>	17,464	17,464	0,000	0,999
4.A.1.c.i.	Restitución	CO <sub>2</sub>	-16,143	16,143	0,000	0,999
3.B.4.e.	Aves de corral	CH <sub>4</sub>	15,816	15,816	0,000	0,999
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Sólidos	N <sub>2</sub> O	15,573	15,573	0,000	0,999

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Estimación del año 1990, Ex,0	Valor absoluto de estimación del año 1990	Evaluación de nivel, Lx,0	Total Acumulativo
			kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq		
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Sólidos	CH4	15,069	15,069	0,000	0,999
3.B.4.c.	Equinos	CH4	13,869	13,869	0,000	0,999
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Líquidos	N2O	12,873	12,873	0,000	0,999
2.A.3.	Producción de vidrio	CO2	12,027	12,027	0,000	0,999
4.A.1.b.iii.1.b.	Incendios Plantaciones forestales	N2O	11,834	11,834	0,000	0,999
3.B.4.e.	Aves de corral	N2O	11,084	11,084	0,000	0,999
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos	CH4	9,000	9,000	0,000	0,999
3.A.4.d.	Mulas y asnos	CH4	8,947	8,947	0,000	0,999
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos	N2O	8,046	8,046	0,000	0,999
1.A.3.e	Otro tipo de transporte	CH4	7,975	7,975	0,000	0,999
3.B.3.	Porcinos	N2O	7,934	7,934	0,000	1,000
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Líquidos	CH4	7,173	7,173	0,000	1,000
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	CO2	7,076	7,076	0,000	1,000
1.A.3.d	Navegación marítima y fluvial	N2O	6,981	6,981	0,000	1,000
1.A.3.c	Ferrocarriles	N2O	6,578	6,578	0,000	1,000
2.B.8.b.	Etileno	CH4	6,026	6,026	0,000	1,000
3.B.4.f.	Camélidos (llamas y alpacas)	CH4	5,529	5,529	0,000	1,000
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Líquidos	CH4	5,430	5,430	0,000	1,000
3.A.3.a.	Marranas	CH4	5,039	5,039	0,000	1,000
1.A.3.e	Otro tipo de transporte	N2O	4,777	4,777	0,000	1,000
1.A.3.a	Aviación civil	N2O	4,698	4,698	0,000	1,000
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Líquidos	N2O	3,737	3,737	0,000	1,000
3.B.4.b.	Caprinos	CH4	3,727	3,727	0,000	1,000
3.B.5.c.	Porcinos	N2O	3,351	3,351	0,000	1,000
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Líquidos	N2O	2,717	2,717	0,000	1,000
1.A.3.d	Navegación marítima y fluvial	CH4	2,050	2,050	0,000	1,000
1.B.2.a	Petróleo	CO2	2,007	2,007	0,000	1,000
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	N2O	1,278	1,278	0,000	1,000



Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Estimación del año 1990, Ex,0	Valor absoluto de estimación del año 1990	Evaluación de nivel, Lx,0	Total Acumulativo
			kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq		
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Líquidos	CH4	1,200	1,200	0,000	1,000
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	CH4	1,174	1,174	0,000	1,000
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Sólidos	N2O	1,132	1,132	0,000	1,000
3.D.1.f.	Cultivo de suelos orgánicos (histosoles)	N2O	0,916	0,916	0,000	1,000
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Sólidos	CH4	0,901	0,901	0,000	1,000
3.B.4.d.	Mulas y asnos	CH4	0,805	0,805	0,000	1,000
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Gaseosos	CH4	0,788	0,788	0,000	1,000
3.A.4.g.i.	Ciervos	CH4	0,764	0,764	0,000	1,000
1.B.2.b	Gas natural	CO2	0,558	0,558	0,000	1,000
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Gaseosos	N2O	0,467	0,467	0,000	1,000
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Gaseosos	CH4	0,392	0,392	0,000	1,000
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	CH4	0,325	0,325	0,000	1,000
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Gaseosos	N2O	0,188	0,188	0,000	1,000
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CH4	0,128	0,128	0,000	1,000
3.A.3.b.	Verracos	CH4	0,113	0,113	0,000	1,000
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	N2O	0,100	0,100	0,000	1,000
1.A.3.a	Aviación civil	CH4	0,099	0,099	0,000	1,000
1.A.3.c	Ferrocarriles	CH4	0,080	0,080	0,000	1,000
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Gaseosos	N2O	0,077	0,077	0,000	1,000
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Gaseosos	CH4	0,064	0,064	0,000	1,000
3.B.4.g.i.	Ciervos	CH4	0,008	0,008	0,000	1,000
3.D.2.b.v.	Mineralización / inmovilización asociada a la pérdida / ganancia de materia orgánica del suelo	N2O	0,002	0,002	0,000	1,000
5.C.1.	Incineración de residuos	N2O	0,001	0,001	0,000	1,000
5.C.1.	Incineración de residuos	CH4	0,000	0,000	0,000	1,000
1.A.1	Industrias de la energía - Biomasa	CH4	0,000	0,000	0,000	1,000
1.A.1	Industrias de la energía - Biomasa	N2O	0,000	0,000	0,000	1,000
2.F.1.	Refrigeración y aire acondicionado	HFC	0,000	0,000	0,000	1,000
2.F.2.	Agentes espumantes	HFC	0,000	0,000	0,000	1,000

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Estimación del año 1990, Ex,0	Valor absoluto de estimación del año 1990	Evaluación de nivel, Lx,0	Total Acumulativo
			kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq		
2.F.3.	Protección contra incendios	HFC	0,000	0,000	0,000	1,000
2.F.4.	Aerosoles	HFC	0,000	0,000	0,000	1,000
2.F.5.	Solventes	HFC	0,000	0,000	0,000	1,000
2.F.6.	Otras aplicaciones (especificar)	HFC	0,000	0,000	0,000	1,000
2.G.1.c.	Eliminación de equipos eléctricos	SF6	0,000	0,000	0,000	1,000
3.A.4.e.	Aves de corral	CH4	0,000	0,000	0,000	1,000
3.A.4.g.ii.	Jabalíes	CH4	0,000	0,000	0,000	1,000
3.B.4.a.	Búfalos	CH4	0,000	0,000	0,000	1,000
3.B.4.g.ii.	Jabalíes	CH4	0,000	0,000	0,000	1,000
3.G.2.	Dolomita	CO2	0,000	0,000	0,000	1,000
5.C.1.	Incineración de residuos	CO2	0,000	0,000	0,000	1,000

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Tabla 2. Identificación de categorías principales, utilizando el Método 1 de las *Directrices del IPCC de 2006*, para los niveles absolutos del INGEI de Chile del año 2016

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Estimación del último año, Ex,t	Valor absoluto de estimación del último año	Evaluación de nivel, Lx,t	Total Acumulativo
			kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq		
4.A.1.a.i.1.	Renovales	CO <sub>2</sub>	-48536,135	48536,135	0,134	0,134
4.A.1.a.ii.	Plantaciones forestales	CO <sub>2</sub>	-47281,140	47281,140	0,131	0,265
4.A.1.b.i.1.	Trozas P. radiata	CO <sub>2</sub>	40948,408	40948,408	0,113	0,378
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Sólidos	CO <sub>2</sub>	28587,143	28587,143	0,079	0,457
4.A.1.b.i.2.	Trozas Eucalyptus spp.	CO <sub>2</sub>	23718,824	23718,824	0,066	0,522
1.A.3.b	Transporte terrestre	CO <sub>2</sub>	22982,293	22982,293	0,063	0,586
4.A.1.a.i.3.	Parques y reservas nacionales	CO <sub>2</sub>	-20189,500	20189,500	0,056	0,642
4.A.2.a.ii.	Tierras de cultivo convertidas en plantaciones forestales	CO <sub>2</sub>	-12785,403	12785,403	0,035	0,677
4.A.1.a.i.2.	Planes de manejo (Ley Bosque nativo)	CO <sub>2</sub>	-12468,508	12468,508	0,034	0,711
4.A.2.b.ii.	Pastizales convertidos en plantaciones forestales	CO <sub>2</sub>	-12337,207	12337,207	0,034	0,745
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Líquidos	CO <sub>2</sub>	11623,365	11623,365	0,032	0,777
4.A.1.b.ii.2.	Leña especies exótica	CO <sub>2</sub>	9645,181	9645,181	0,027	0,804
4.A.1.b.ii.1.	Leña especies nativas	CO <sub>2</sub>	9357,688	9357,688	0,026	0,830
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Líquidos	CO <sub>2</sub>	5284,802	5284,802	0,015	0,845
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Gaseosos	CO <sub>2</sub>	5197,036	5197,036	0,014	0,859
5.A.	Sitios de disposición de residuos	CH <sub>4</sub>	4305,274	4305,274	0,012	0,871
4.A.1.c.ii.	Sustitución	CO <sub>2</sub>	-2978,142	2978,142	0,008	0,879
2.F.1.	Refrigeración y aire acondicionado	HFC	2753,199	2753,199	0,008	0,887
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Sólidos	CO <sub>2</sub>	2109,015	2109,015	0,006	0,892
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Gaseosos	CO <sub>2</sub>	1952,290	1952,290	0,005	0,898
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N <sub>2</sub> O	1843,124	1843,124	0,005	0,903
4.A.1.b.iii.1.b.	Incendios Plantaciones forestales	CO <sub>2</sub>	1825,908	1825,908	0,005	0,908
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Líquidos	CO <sub>2</sub>	1699,531	1699,531	0,005	0,913
4.C.2.	Tierras convertidas en pastizales	CO <sub>2</sub>	1661,213	1661,213	0,005	0,917
1.A.3.a	Aviación civil	CO <sub>2</sub>	1660,344	1660,344	0,005	0,922

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Estimación del último año, Ex,t	Valor absoluto de estimación del último año	Evaluación de nivel, Lx,t	Total Acumulativo
			kt CO2eq	kt CO2eq		
4.B.2.	Tierras convertidas en tierras de cultivo	CO2	1549,878	1549,878	0,004	0,926
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Gaseosos	CO2	1421,742	1421,742	0,004	0,930
4.A.1.b.iii.1.a.	Incendios Bosque nativo	CO2	1338,148	1338,148	0,004	0,934
2.C.1.	Producción de hierro y acero	CO2	1327,617	1327,617	0,004	0,937
3.D.1.a.	Fertilizante inorgánicos	N2O	1091,980	1091,980	0,003	0,940
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	CH4	1084,313	1084,313	0,003	0,943
4.A.2.b.i.	Pastizales convertidos en bosque nativo	CO2	-1044,525	1044,525	0,003	0,946
3.B.3.	Porcinos	CH4	1013,570	1013,570	0,003	0,949
3.A.1.b.i.	Vacas carne	CH4	940,993	940,993	0,003	0,952
3.A.1.a.	Vacas lecheras	CH4	895,394	895,394	0,002	0,954
2.A.1.	Producción de cemento	CO2	882,037	882,037	0,002	0,957
3.A.1.b.ii.	Vaquillas	CH4	836,739	836,739	0,002	0,959
1.A.3.d	Navegación marítima y fluvial	CO2	737,583	737,583	0,002	0,961
1.B.2.b	Gas natural	CH4	721,770	721,770	0,002	0,963
1.A.3.e	Otro tipo de transporte	CO2	713,546	713,546	0,002	0,965
4.A.1.b.i.3.	Trozos otras exóticas	CO2	654,874	654,874	0,002	0,967
2.A.2.	Producción de cal	CO2	616,650	616,650	0,002	0,968
3.A.1.b.v.	Terneros	CH4	616,650	616,650	0,002	0,970
4.A.1.b.i.4.	Trozos especies nativas	CO2	578,163	578,163	0,002	0,972
4.F.2.	Tierras convertidas en otras tierras	CO2	548,602	548,602	0,002	0,973
1.A.4	Otros sectores - Biomasa	CH4	527,518	527,518	0,001	0,975
1.A.3.b	Transporte terrestre	N2O	522,411	522,411	0,001	0,976
3.A.1.b.iv.	Jóvenes carne (novillo 1-2 años)	CH4	519,454	519,454	0,001	0,978
2.B.2.	Producción de ácido nítrico	N2O	452,225	452,225	0,001	0,979
3.D.1.d.	Residuos de cosechas	N2O	396,807	396,807	0,001	0,980
3.D.1.b.	Fertilizante orgánicos	N2O	385,193	385,193	0,001	0,981
4.E.2.	Tierras convertidas en asentamientos	CO2	368,694	368,694	0,001	0,982

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Estimación del último año, Ex,t	Valor absoluto de estimación del último año	Evaluación de nivel, Lx,t	Total Acumulativo
			kt CO2eq	kt CO2eq		
3.A.2.	Ovinos	CH4	357,142	357,142	0,001	0,983
3.H.	Aplicación de urea	CO2	356,951	356,951	0,001	0,984
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	N2O	335,169	335,169	0,001	0,985
2.B.8.a.	Metanol	CO2	259,349	259,349	0,001	0,986
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Biomasa	N2O	240,426	240,426	0,001	0,986
3.D.2.b.ii.1.	Estiércol animal aplicado a los suelos	N2O	224,198	224,198	0,001	0,987
3.A.1.b.iii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	CH4	212,812	212,812	0,001	0,988
3.B.1.b.i.	Vacas carne	CH4	196,871	196,871	0,001	0,988
3.B.1.b.ii.	Vaquillas	CH4	186,974	186,974	0,001	0,989
1.B.2.a	Petróleo	CH4	186,720	186,720	0,001	0,989
2.G.1.b.	Uso de equipos eléctricos	SF6	175,167	175,167	0,000	0,990
3.D.2.b.i.	Fertilizante inorgánicos	N2O	158,210	158,210	0,000	0,990
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Biomasa	CH4	151,275	151,275	0,000	0,990
3.D.2.a.ii.1.	Estiércol animal aplicado a los suelos	N2O	148,808	148,808	0,000	0,991
1.A.3.c	Ferrocarriles	CO2	137,436	137,436	0,000	0,991
3.C.	Cultivo del arroz	CH4	133,695	133,695	0,000	0,992
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Sólidos	N2O	132,261	132,261	0,000	0,992
3.B.1.b.iv.	Jóvenes carne (novillo 1-2 años)	CH4	129,499	129,499	0,000	0,992
4.A.1.c.i.	Restitución	CO2	-124,473	124,473	0,000	0,993
2.D.1.	Uso de lubricantes	CO2	119,937	119,937	0,000	0,993
3.D.2.a.i	Fertilizante inorgánicos	N2O	108,788	108,788	0,000	0,993
1.A.3.b	Transporte terrestre	CH4	106,722	106,722	0,000	0,994
3.A.4.c.	Equinos	CH4	106,141	106,141	0,000	0,994
4.A.2.a.i.	Tierras de cultivo convertidas en bosque nativo	CO2	-104,703	104,703	0,000	0,994
2.A.3.	Producción de vidrio	CO2	103,004	103,004	0,000	0,994
3.A.3.c.	Juveniles	CH4	98,923	98,923	0,000	0,995
1.B.1	Combustibles sólidos	CH4	91,933	91,933	0,000	0,995

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Estimación del último año, Ex,t	Valor absoluto de estimación del último año	Evaluación de nivel, Lx,t	Total Acumulativo
			kt CO2eq	kt CO2eq		
3.B.1.a.	Vacas lecheras	CH4	86,148	86,148	0,000	0,995
1.A.4	Otros sectores - Biomasa	N2O	83,842	83,842	0,000	0,995
3.G.1.	Caliza	CO2	80,894	80,894	0,000	0,996
3.B.5.d.v.	Aves de corral	N2O	76,085	76,085	0,000	0,996
4.A.2.c.ii.	Humedales convertidos en plantaciones forestales	CO2	-69,382	69,382	0,000	0,996
4.A.1.b.iii.1.b.	Incendios Plantaciones forestales	CH4	61,146	61,146	0,000	0,996
3.A.4.b.	Caprinos	CH4	59,640	59,640	0,000	0,996
3.B.5.c.	Porcinos	N2O	57,225	57,225	0,000	0,997
2.F.3.	Protección contra incendios	HFC	56,543	56,543	0,000	0,997
3.D.2.b.iv.	Residuos de cosechas	N2O	55,575	55,575	0,000	0,997
3.B.3.	Porcinos	N2O	52,213	52,213	0,000	0,997
2.G.1.a.	Manufactura de equipos eléctricos	SF6	50,901	50,901	0,000	0,997
3.D.2.a.iii.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N2O	49,025	49,025	0,000	0,997
1.A.1	Industrias de la energía - Biomasa	N2O	47,180	47,180	0,000	0,997
2.G.1.c.	Eliminación de equipos eléctricos	SF6	46,201	46,201	0,000	0,998
3.B.1.b.v.	Terneros	CH4	41,563	41,563	0,000	0,998
4.A.1.b.iii.1.b.	Incendios Plantaciones forestales	N2O	40,320	40,320	0,000	0,998
4.A.1.b.iii.1.a.	Incendios Bosque nativo	CH4	39,880	39,880	0,000	0,998
3.B.1.b.iii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	CH4	39,482	39,482	0,000	0,998
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos	CH4	31,651	31,651	0,000	0,998
3.B.1.b.iii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	N2O	31,391	31,391	0,000	0,998
1.A.1	Industrias de la energía - Biomasa	CH4	29,701	29,701	0,000	0,998
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos	N2O	28,296	28,296	0,000	0,998
3.B.4.e.	Aves de corral	CH4	27,143	27,143	0,000	0,998
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo	CH4	26,622	26,622	0,000	0,998
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Líquidos	N2O	26,516	26,516	0,000	0,999
4.A.1.b.iii.1.a.	Incendios Bosque nativo	N2O	26,297	26,297	0,000	0,999

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Estimación del último año, Ex,t	Valor absoluto de estimación del último año	Evaluación de nivel, Lx,t	Total Acumulativo
			kt CO2eq	kt CO2eq		
2.F.2.	Agentes espumantes	HFC	25,480	25,480	0,000	0,999
1.A.3.e	Otro tipo de transporte	CH4	24,487	24,487	0,000	0,999
4.A.1.b.iv.	Quema controlada de residuos forestales	CH4	22,679	22,679	0,000	0,999
2.B.8.a.	Metanol	CH4	22,258	22,258	0,000	0,999
3.D.2.b.iii.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N2O	20,744	20,744	0,000	0,999
4.D.2.	Tierras convertidas en humedales	CO2	20,584	20,584	0,000	0,999
3.B.1.a.	Vacas lecheras	N2O	20,131	20,131	0,000	0,999
3.B.4.e.	Aves de corral	N2O	19,021	19,021	0,000	0,999
3.B.5.a.	Ganado vacuno	N2O	18,800	18,800	0,000	0,999
2.F.4.	Aerosoles	HFC	15,919	15,919	0,000	0,999
5.D.2.	Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales	CH4	15,828	15,828	0,000	0,999
1.A.3.c	Ferrocarriles	N2O	15,784	15,784	0,000	0,999
3.A.3.a.	Marranas	CH4	15,277	15,277	0,000	0,999
4.A.1.b.iv.	Quema controlada de residuos forestales	N2O	14,955	14,955	0,000	0,999
1.A.3.e	Otro tipo de transporte	N2O	13,949	13,949	0,000	0,999
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Líquidos	CH4	13,938	13,938	0,000	0,999
1.A.3.a	Aviación civil	N2O	13,841	13,841	0,000	0,999
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Sólidos	CO2	13,653	13,653	0,000	1,000
3.A.4.f.	Camélidos (llamas y alpacas)	CH4	12,639	12,639	0,000	1,000
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Líquidos	CH4	11,265	11,265	0,000	1,000
2.F.5.	Solventes	HFC	11,226	11,226	0,000	1,000
3.B.2.	Ovinos	CH4	10,714	10,714	0,000	1,000
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	CO2	9,989	9,989	0,000	1,000
3.B.4.c.	Equinos	CH4	9,671	9,671	0,000	1,000
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Sólidos	N2O	8,407	8,407	0,000	1,000
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo	N2O	8,227	8,227	0,000	1,000
3.G.2.	Dolomita	CO2	7,507	7,507	0,000	1,000

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Estimación del último año, Ex,t	Valor absoluto de estimación del último año	Evaluación de nivel, Lx,t	Total Acumulativo
			kt CO2eq	kt CO2eq		
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Sólidos	CH4	7,461	7,461	0,000	1,000
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Líquidos	N2O	7,334	7,334	0,000	1,000
2.F.6.	Otras aplicaciones (especificar)	HFC	7,094	7,094	0,000	1,000
1.A.3.d	Navegación marítima y fluvial	N2O	5,787	5,787	0,000	1,000
3.A.4.g.i.	Ciervos	CH4	5,753	5,753	0,000	1,000
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Sólidos	CH4	4,726	4,726	0,000	1,000
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Líquidos	N2O	4,004	4,004	0,000	1,000
3.A.4.d.	Mulas y asnos	CH4	3,988	3,988	0,000	1,000
2.B.8.b.	Etileno	CO2	3,913	3,913	0,000	1,000
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Gaseosos	CH4	3,168	3,168	0,000	1,000
3.B.4.f.	Camélidos (llamas y alpacas)	CH4	3,033	3,033	0,000	1,000
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Gaseosos	N2O	2,761	2,761	0,000	1,000
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Gaseosos	CH4	2,316	2,316	0,000	1,000
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	N2O	2,215	2,215	0,000	1,000
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	CH4	2,035	2,035	0,000	1,000
3.B.4.b.	Caprinos	CH4	2,028	2,028	0,000	1,000
1.A.3.d	Navegación marítima y fluvial	CH4	1,699	1,699	0,000	1,000
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Líquidos	CH4	1,686	1,686	0,000	1,000
3.D.1.f.	Cultivo de suelos orgánicos (histosoles)	N2O	1,161	1,161	0,000	1,000
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Gaseosos	N2O	1,037	1,037	0,000	1,000
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Gaseosos	CH4	0,870	0,870	0,000	1,000
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	CH4	0,837	0,837	0,000	1,000
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Gaseosos	N2O	0,755	0,755	0,000	1,000
1.B.2.b	Gas natural	CO2	0,723	0,723	0,000	1,000
2.B.8.b.	Etileno	CH4	0,562	0,562	0,000	1,000
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Sólidos	CH4	0,513	0,513	0,000	1,000
5.C.1.	Incineración de residuos	CO2	0,504	0,504	0,000	1,000



Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Estimación del último año, Ex,t	Valor absoluto de estimación del último año	Evaluación de nivel, Lx,t	Total Acumulativo
			kt CO2eq	kt CO2eq		
1.B.2.a	Petróleo	CO2	0,485	0,485	0,000	1,000
3.B.4.d.	Mulas y asnos	CH4	0,359	0,359	0,000	1,000
3.A.3.b.	Verracos	CH4	0,342	0,342	0,000	1,000
1.A.3.a	Aviación civil	CH4	0,290	0,290	0,000	1,000
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	N2O	0,259	0,259	0,000	1,000
1.A.3.c	Ferrocarriles	CH4	0,195	0,195	0,000	1,000
3.A.4.g.ii.	Jabalíes	CH4	0,131	0,131	0,000	1,000
3.B.4.g.ii.	Jabalíes	CH4	0,087	0,087	0,000	1,000
3.B.4.g.i.	Ciervos	CH4	0,063	0,063	0,000	1,000
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Sólidos	N2O	0,034	0,034	0,000	1,000
5.C.1.	Incineración de residuos	N2O	0,022	0,022	0,000	1,000
5.C.1.	Incineración de residuos	CH4	0,007	0,007	0,000	1,000
3.D.2.b.v.	Mineralización / inmovilización asociada a la pérdida / ganancia de materia orgánica del suelo	N2O	0,003	0,003	0,000	1,000
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CO2	0,000	0,000	0,000	1,000
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CH4	0,000	0,000	0,000	1,000
3.A.4.e.	Aves de corral	CH4	0,000	0,000	0,000	1,000
3.B.4.a.	Búfalos	CH4	0,000	0,000	0,000	1,000

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Tabla 3. Identificación de categorías principales, utilizando el Método 1 de las *Directrices del IPCC de 2006*, para la tendencia del INGEI de Chile entre los años 1990 y 2016

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Estimación del año 1990, Ex,0	Estimación del último año, Ex,t	Evaluación de la tendencia Tx,t	Aporte de la tendencia	Total acumulativo
			kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq			
4.A.1.a.i.1.	Renovales	CO2	-43965,382	-48536,135	5,352	0,224	0,224
4.A.1.a.i.3.	Parques y reservas nacionales	CO2	-18182,967	-20189,500	2,214	0,092	0,316
4.A.1.b.i.1.	Trozas P. radiata	CO2	14227,400	40948,408	1,581	0,066	0,382
4.A.2.a.ii.	Tierras de cultivo convertidas en plantaciones forestales	CO2	-12981,665	-12785,403	1,572	0,066	0,448
4.A.2.b.ii.	Pastizales convertidos en plantaciones forestales	CO2	-12087,758	-12337,207	1,466	0,061	0,509
2.F.1.	Refrigeración y aire acondicionado	HFC	0,000	2753,199	1,408	0,059	0,568
4.C.2.	Tierras convertidas en pastizales	CO2	6620,645	1661,213	0,829	0,035	0,602
1.A.3.b	Transporte terrestre	CO2	7333,903	22982,293	0,805	0,034	0,636
4.A.1.b.ii.1.	Leña especies nativas	CO2	6731,208	9357,688	0,802	0,033	0,670
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Sólidos	CO2	6415,913	2109,015	0,801	0,033	0,703
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Líquidos	CO2	5579,080	11623,365	0,644	0,027	0,730
4.A.1.a.ii.	Plantaciones forestales	CO2	-2622,603	-47281,140	0,557	0,023	0,753
4.A.1.b.i.4.	Trozas especies nativas	CO2	4408,024	578,163	0,555	0,023	0,776
4.A.1.b.ii.2.	Leña especies exótica	CO2	4363,577	9645,181	0,500	0,021	0,797
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Líquidos	CO2	2732,750	5284,802	0,317	0,013	0,810
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N2O	2451,953	1843,124	0,300	0,013	0,823
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Sólidos	CO2	3567,477	28587,143	0,298	0,012	0,836
5.A.	Sitios de disposición de residuos	CH4	2288,666	4305,274	0,267	0,011	0,847
4.A.1.a.i.2.	Planes de manejo (Ley Bosque nativo)	CO2	-1225,889	-12468,508	0,209	0,009	0,855
2.C.1.	Producción de hierro y acero	CO2	1393,748	1327,617	0,169	0,007	0,862
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Líquidos	CO2	1375,172	1699,531	0,165	0,007	0,869
4.A.1.b.i.2.	Trozas Eucalyptus spp.	CO2	2248,285	23718,824	0,157	0,007	0,876
4.A.1.c.ii.	Sustitución	CO2	-1201,593	-2978,142	0,155	0,006	0,882
3.A.1.b.i.	Vacas carne	CH4	1022,104	940,993	0,124	0,005	0,888
4.A.1.b.iii.1.a.	Incendios Bosque nativo	CO2	1020,744	1338,148	0,122	0,005	0,893
3.A.1.a.	Vacas lecheras	CH4	946,914	895,394	0,115	0,005	0,897
1.B.2.b	Gas natural	CH4	923,441	721,770	0,113	0,005	0,902

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Estimación del año 1990, Ex,0	Estimación del último año, Ex,t	Evaluación de la tendencia Tx,t	Aporte de la tendencia	Total acumulativo
			kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq			
1.A.3.d	Navegación marítima y fluvial	CO2	871,458	737,583	0,106	0,004	0,907
3.A.1.b.ii.	Vaquillas	CH4	793,051	836,739	0,096	0,004	0,911
1.B.2.a	Petróleo	CH4	755,542	186,720	0,095	0,004	0,915
3.A.1.b.v.	Terneros	CH4	693,161	616,650	0,084	0,004	0,918
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Gaseosos	CO2	879,512	5197,036	0,083	0,003	0,922
3.A.1.b.iv.	Jóvenes carne (novillo 1-2 años)	CH4	666,355	519,454	0,082	0,003	0,925
3.D.1.a.	Fertilizante inorgánicos	N2O	669,324	1091,980	0,079	0,003	0,928
2.A.1.	Producción de cemento	CO2	650,087	882,037	0,078	0,003	0,932
3.A.2.	Ovinos	CH4	600,116	357,142	0,074	0,003	0,935
1.B.1	Combustibles sólidos	CH4	573,164	91,933	0,072	0,003	0,938
4.B.2.	Tierras convertidas en tierras de cultivo	CO2	633,946	1549,878	0,072	0,003	0,941
2.B.8.a.	Metanol	CO2	561,305	259,349	0,070	0,003	0,944
1.A.4	Otros sectores - Biomasa	CH4	565,297	527,518	0,069	0,003	0,946
1.A.3.a	Aviación civil	CO2	563,011	1660,344	0,062	0,003	0,949
4.A.2.b.i.	Pastizales convertidos en bosque nativo	CO2	390,091	-1044,525	0,055	0,002	0,951
4.A.1.b.iii.1.b.	Incendios Plantaciones forestales	CO2	506,159	1825,908	0,054	0,002	0,954
3.A.1.b.iii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	CH4	434,681	212,812	0,054	0,002	0,956
3.D.1.d.	Residuos de cosechas	N2O	438,758	396,807	0,053	0,002	0,958
3.B.3.	Porcinos	CH4	457,724	1013,570	0,052	0,002	0,960
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	CH4	422,458	1084,313	0,048	0,002	0,962
4.F.2.	Tierras convertidas en otras tierras	CO2	342,366	548,602	0,040	0,002	0,964
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Sólidos	CO2	318,363	13,653	0,040	0,002	0,966
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Gaseosos	CO2	353,447	1421,742	0,037	0,002	0,967
3.D.2.b.ii.1.	Estiércol animal aplicado a los suelos	N2O	299,477	224,198	0,037	0,002	0,969
2.B.2.	Producción de ácido nítrico	N2O	295,737	452,225	0,035	0,001	0,970
4.E.2.	Tierras convertidas en asentamientos	CO2	272,038	368,694	0,032	0,001	0,972
2.F.3.	Protección contra incendios	HFC	0,000	56,543	0,029	0,001	0,973
3.B.1.b.i.	Vacas carne	CH4	222,043	196,871	0,027	0,001	0,974
3.D.2.a.ii.1.	Estiércol animal aplicado a los suelos	N2O	207,848	148,808	0,026	0,001	0,975

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Estimación del año 1990, Ex,0	Estimación del último año, Ex,t	Evaluación de la tendencia Tx,t	Aporte de la tendencia	Total acumulativo
			kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq			
1.A.1	Industrias de la energía - Biomasa	N2O	0,000	47,180	0,024	0,001	0,976
3.D.1.b.	Fertilizante orgánicos	N2O	203,512	385,193	0,024	0,001	0,977
2.G.1.c.	Eliminación de equipos eléctricos	SF6	0,000	46,201	0,024	0,001	0,978
1.A.3.e	Otro tipo de transporte	CO2	210,979	713,546	0,023	0,001	0,979
3.B.1.b.ii.	Vaquillas	CH4	181,237	186,974	0,022	0,001	0,980
3.B.1.b.iv.	Jóvenes carne (novillo 1-2 años)	CH4	171,772	129,499	0,021	0,001	0,981
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	N2O	173,696	335,169	0,020	0,001	0,981
3.C.	Cultivo del arroz	CH4	164,172	133,695	0,020	0,001	0,982
3.H.	Aplicación de urea	CO2	169,670	356,951	0,020	0,001	0,983
3.A.4.c.	Equinos	CH4	152,215	106,141	0,019	0,001	0,984
4.A.1.b.i.3.	Trozos otras exóticas	CO2	170,985	654,874	0,018	0,001	0,985
1.A.1	Industrias de la energía - Biomasa	CH4	0,000	29,701	0,015	0,001	0,985
4.D.2.	Tierras convertidas en humedales	CO2	116,717	20,584	0,015	0,001	0,986
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo	CH4	113,721	26,622	0,014	0,001	0,987
3.B.1.a.	Vacas lecheras	CH4	111,405	86,148	0,014	0,001	0,987
3.A.4.b.	Caprinos	CH4	109,614	59,640	0,014	0,001	0,988
2.F.2.	Agentes espumantes	HFC	0,000	25,480	0,013	0,001	0,988
2.A.2.	Producción de cal	CO2	118,204	616,650	0,012	0,000	0,989
3.D.2.b.i.	Fertilizante inorgánicos	N2O	97,831	158,210	0,012	0,000	0,989
4.A.2.c.ii.	Humedales convertidos en plantaciones forestales	CO2	-94,143	-69,382	0,011	0,000	0,990
1.A.4	Otros sectores - Biomasa	N2O	89,844	83,842	0,011	0,000	0,990
1.A.3.b	Transporte terrestre	N2O	107,537	522,411	0,011	0,000	0,991
3.B.1.b.iii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	CH4	85,738	39,482	0,011	0,000	0,991
4.A.1.b.iv.	Quema controlada de residuos forestales	CH4	80,527	22,679	0,010	0,000	0,991
3.B.1.b.iii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	N2O	68,663	31,391	0,009	0,000	0,992
5.D.2.	Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales	CH4	67,433	15,828	0,008	0,000	0,992
2.F.4.	Aerosoles	HFC	0,000	15,919	0,008	0,000	0,992
2.D.1.	Uso de lubricantes	CO2	68,069	119,937	0,008	0,000	0,993
3.D.2.b.iv.	Residuos de cosechas	N2O	64,146	55,575	0,008	0,000	0,993

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Estimación del año 1990, Ex,0	Estimación del último año, Ex,t	Evaluación de la tendencia Tx,t	Aporte de la tendencia	Total acumulativo
			kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq			
3.D.2.a.i	Fertilizante inorgánicos	N2O	66,383	108,788	0,008	0,000	0,993
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Gaseosos	CO2	144,415	1952,290	0,008	0,000	0,994
4.A.2.a.i.	Tierras de cultivo convertidas en bosque nativo	CO2	48,233	-104,703	0,007	0,000	0,994
4.A.1.b.iv.	Quema controlada de residuos forestales	N2O	53,100	14,955	0,007	0,000	0,994
1.A.3.c	Ferrocarriles	CO2	57,560	137,436	0,007	0,000	0,995
1.A.3.b	Transporte terrestre	CH4	52,248	106,722	0,006	0,000	0,995
2.B.8.a.	Metanol	CH4	48,172	22,258	0,006	0,000	0,995
2.F.5.	Solventes	HFC	0,000	11,226	0,006	0,000	0,995
3.B.1.b.v.	Terneros	CH4	46,118	41,563	0,006	0,000	0,996
2.B.8.b.	Etileno	CO2	41,980	3,913	0,005	0,000	0,996
3.B.5.d.v.	Aves de corral	N2O	44,335	76,085	0,005	0,000	0,996
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo	N2O	35,144	8,227	0,004	0,000	0,996
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CO2	31,563	0,000	0,004	0,000	0,996
3.G.2.	Dolomita	CO2	0,000	7,507	0,004	0,000	0,997
4.A.1.b.iii.1.a.	Incendios Bosque nativo	CH4	30,420	39,880	0,004	0,000	0,997
2.F.6.	Otras aplicaciones (especificar)	HFC	0,000	7,094	0,004	0,000	0,997
3.A.3.c.	Juveniles	CH4	32,628	98,923	0,004	0,000	0,997
2.G.1.b.	Uso de equipos eléctricos	SF6	35,846	175,167	0,004	0,000	0,997
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Biomasa	N2O	37,882	240,426	0,004	0,000	0,997
3.G.1.	Caliza	CO2	30,800	80,894	0,003	0,000	0,997
3.B.5.a.	Ganado vacuno	N2O	27,788	18,800	0,003	0,000	0,998
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Sólidos	N2O	26,874	8,407	0,003	0,000	0,998
3.B.1.a.	Vacas lecheras	N2O	24,984	20,131	0,003	0,000	0,998
3.D.2.a.iii.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N2O	25,902	49,025	0,003	0,000	0,998
2.G.1.a.	Manufactura de equipos eléctricos	SF6	25,483	50,901	0,003	0,000	0,998
3.A.4.f.	Camélidos (llamas y alpacas)	CH4	23,037	12,639	0,003	0,000	0,998
3.D.2.b.iii.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N2O	21,201	20,744	0,003	0,000	0,998
4.A.1.c.i.	Restitución	CO2	-16,143	-124,473	0,003	0,000	0,998
4.A.1.b.iii.1.a.	Incendios Bosque nativo	N2O	20,059	26,297	0,002	0,000	0,999

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Estimación del año 1990, Ex,0	Estimación del último año, Ex,t	Evaluación de la tendencia Tx,t	Aporte de la tendencia	Total acumulativo
			kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq			
3.B.2.	Ovinos	CH4	18,003	10,714	0,002	0,000	0,999
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Sólidos	CH4	17,464	0,513	0,002	0,000	0,999
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Biomasa	CH4	23,835	151,275	0,002	0,000	0,999
4.A.1.b.iii.1.b.	Incendios Plantaciones forestales	CH4	17,946	61,146	0,002	0,000	0,999
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Sólidos	CH4	15,069	4,726	0,002	0,000	0,999
3.B.4.e.	Aves de corral	CH4	15,816	27,143	0,002	0,000	0,999
3.B.4.c.	Equinos	CH4	13,869	9,671	0,002	0,000	0,999
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Líquidos	N2O	12,873	26,516	0,001	0,000	0,999
3.B.4.e.	Aves de corral	N2O	11,084	19,021	0,001	0,000	0,999
4.A.1.b.iii.1.b.	Incendios Plantaciones forestales	N2O	11,834	40,320	0,001	0,000	0,999
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Sólidos	N2O	15,573	132,261	0,001	0,000	0,999
3.A.4.d.	Mulas y asnos	CH4	8,947	3,988	0,001	0,000	0,999
2.A.3.	Producción de vidrio	CO2	12,027	103,004	0,001	0,000	0,999
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos	CH4	9,000	31,651	0,001	0,000	0,999
1.A.3.e	Otro tipo de transporte	CH4	7,975	24,487	0,001	0,000	0,999
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos	N2O	8,046	28,296	0,001	0,000	1,000
1.A.3.d	Navegación marítima y fluvial	N2O	6,981	5,787	0,001	0,000	1,000
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	CO2	7,076	9,989	0,001	0,000	1,000
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Líquidos	CH4	7,173	13,938	0,001	0,000	1,000
2.B.8.b.	Etileno	CH4	6,026	0,562	0,001	0,000	1,000
1.A.3.c	Ferrocarriles	N2O	6,578	15,784	0,001	0,000	1,000
3.B.3.	Porcinos	N2O	7,934	52,213	0,001	0,000	1,000
3.B.4.f.	Camélidos (llamas y alpacas)	CH4	5,529	3,033	0,001	0,000	1,000
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Líquidos	CH4	5,430	11,265	0,001	0,000	1,000
3.A.3.a.	Marranas	CH4	5,039	15,277	0,001	0,000	1,000
1.A.3.e	Otro tipo de transporte	N2O	4,777	13,949	0,001	0,000	1,000
1.A.3.a	Aviación civil	N2O	4,698	13,841	0,001	0,000	1,000
3.B.4.b.	Caprinos	CH4	3,727	2,028	0,000	0,000	1,000
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Líquidos	N2O	3,737	7,334	0,000	0,000	1,000

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Estimación del año 1990, Ex,0	Estimación del último año, Ex,t	Evaluación de la tendencia Tx,t	Aporte de la tendencia	Total acumulativo
			kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq			
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Líquidos	N2O	2,717	4,004	0,000	0,000	1,000
5.C.1.	Incineración de residuos	CO2	0,000	0,504	0,000	0,000	1,000
1.B.2.a	Petróleo	CO2	2,007	0,485	0,000	0,000	1,000
1.A.3.d	Navegación marítima y fluvial	CH4	2,050	1,699	0,000	0,000	1,000
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	N2O	1,278	2,215	0,000	0,000	1,000
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Sólidos	N2O	1,132	0,034	0,000	0,000	1,000
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Líquidos	CH4	1,200	1,686	0,000	0,000	1,000
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	CH4	1,174	2,035	0,000	0,000	1,000
3.B.5.c.	Porcinos	N2O	3,351	57,225	0,000	0,000	1,000
3.D.1.f.	Cultivo de suelos orgánicos (histosoles)	N2O	0,916	1,161	0,000	0,000	1,000
3.B.4.d.	Mulas y asnos	CH4	0,805	0,359	0,000	0,000	1,000
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Gaseosos	CH4	0,788	3,168	0,000	0,000	1,000
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Sólidos	CH4	0,901	7,461	0,000	0,000	1,000
3.A.4.g.ii.	Jabalíes	CH4	0,000	0,131	0,000	0,000	1,000
1.B.2.b	Gas natural	CO2	0,558	0,723	0,000	0,000	1,000
3.A.4.g.i.	Ciervos	CH4	0,764	5,753	0,000	0,000	1,000
3.B.4.g.ii.	Jabalíes	CH4	0,000	0,087	0,000	0,000	1,000
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Gaseosos	N2O	0,467	2,761	0,000	0,000	1,000
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Gaseosos	CH4	0,392	2,316	0,000	0,000	1,000
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	CH4	0,325	0,837	0,000	0,000	1,000
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Gaseosos	N2O	0,188	0,755	0,000	0,000	1,000
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CH4	0,128	0,000	0,000	0,000	1,000
3.A.3.b.	Verracos	CH4	0,113	0,342	0,000	0,000	1,000
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	N2O	0,100	0,259	0,000	0,000	1,000
1.A.3.a	Aviación civil	CH4	0,099	0,290	0,000	0,000	1,000
1.A.3.c	Ferrocarriles	CH4	0,080	0,195	0,000	0,000	1,000
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Gaseosos	N2O	0,077	1,037	0,000	0,000	1,000
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Gaseosos	CH4	0,064	0,870	0,000	0,000	1,000
3.B.4.g.i.	Ciervos	CH4	0,008	0,063	0,000	0,000	1,000

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Estimación del año 1990, Ex,0	Estimación del último año, Ex,t	Evaluación de la tendencia Tx,t	Aporte de la tendencia	Total acumulativo
			kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq			
3.D.2.b.v.	Mineralización / inmovilización asociada a la pérdida / ganancia de materia orgánica del suelo	N2O	0,002	0,003	0,000	0,000	1,000
5.C.1.	Incineración de residuos	N2O	0,001	0,022	0,000	0,000	1,000
5.C.1.	Incineración de residuos	CH4	0,000	0,007	0,000	0,000	1,000
3.A.4.e.	Aves de corral	CH4	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000
3.B.4.a.	Búfalos	CH4	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA



Tabla 4. Identificación de categorías principales, utilizando el Método 2 de las *Directrices del IPCC de 2006* para los niveles absolutos del INGEI de Chile del año 1990

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Evaluación de nivel, Lx,0	Incertidumbre combinada Ux,0	L*U	Evaluación de Nivel Lux,0	Total acumulativo
				%			
4.A.1.a.i.1.	Renovales	CO2	0,235	45%	0,105	0,251	0,251
4.A.1.a.i.3.	Parques y reservas nacionales	CO2	0,097	45%	0,043	0,104	0,355
4.A.1.b.i.1.	Trozas P. radiata	CO2	0,076	37%	0,028	0,068	0,423
4.A.2.a.ii.	Tierras de cultivo convertidas en plantaciones forestales	CO2	0,070	34%	0,024	0,057	0,480
4.A.2.b.ii.	Pastizales convertidos en plantaciones forestales	CO2	0,065	35%	0,022	0,054	0,534
4.A.1.b.ii.1.	Leña especies nativas	CO2	0,036	48%	0,017	0,042	0,576
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N2O	0,013	97%	0,013	0,030	0,606
1.B.2.b	Gas natural	CH4	0,005	250%	0,012	0,030	0,636
5.A.	Sitios de disposición de residuos	CH4	0,012	91%	0,011	0,027	0,663
4.A.1.b.i.4.	Trozas especies nativas	CO2	0,024	45%	0,011	0,026	0,688
4.A.1.b.ii.2.	Leña especies exótica	CO2	0,023	41%	0,010	0,023	0,711
1.B.1	Combustibles sólidos	CH4	0,003	300%	0,009	0,022	0,734
4.C.2.	Tierras convertidas en pastizales	CO2	0,035	22%	0,008	0,018	0,752
1.A.4	Otros sectores - Biomasa	CH4	0,003	235%	0,007	0,017	0,769
4.A.1.a.ii.	Plantaciones forestales	CO2	0,014	37%	0,005	0,013	0,782
3.D.2.a.ii.1.	Estiércol animal aplicado a los suelos	N2O	0,001	405%	0,005	0,011	0,792
4.A.1.b.i.2.	Trozas Eucalyptus spp.	CO2	0,012	37%	0,004	0,011	0,803
3.D.1.a.	Fertilizante inorgánicos	N2O	0,004	109%	0,004	0,009	0,812
3.D.2.b.ii.1.	Estiércol animal aplicado a los suelos	N2O	0,002	242%	0,004	0,009	0,822
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	CH4	0,002	142%	0,003	0,008	0,829
1.B.2.a	Petróleo	CH4	0,004	75%	0,003	0,007	0,837
4.A.1.a.i.2.	Planes de manejo (Ley Bosque nativo)	CO2	0,007	44%	0,003	0,007	0,844
1.A.3.b	Transporte terrestre	CO2	0,039	7%	0,003	0,007	0,850
4.A.1.b.iii.1.a.	Incendios Bosque nativo	CO2	0,005	50%	0,003	0,007	0,857
3.A.1.b.i.	Vacas carne	CH4	0,005	48%	0,003	0,006	0,863
3.D.1.d.	Residuos de cosechas	N2O	0,002	109%	0,003	0,006	0,869
3.A.1.a.	Vacas lecheras	CH4	0,005	48%	0,002	0,006	0,875

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Evaluación de nivel, Lx,0	Incertidumbre combinada Ux,0	L*U	Evaluación de Nivel Lux,0	Total acumulativo
				%			
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Sólidos	CO2	0,034	7%	0,002	0,006	0,881
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Líquidos	CO2	0,030	7%	0,002	0,005	0,886
3.A.1.b.ii.	Vaquillas	CH4	0,004	48%	0,002	0,005	0,891
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Líquidos	CO2	0,015	13%	0,002	0,005	0,896
4.A.1.c.ii.	Sustitución	CO2	0,006	28%	0,002	0,004	0,900
3.A.1.b.v.	Terneros	CH4	0,004	48%	0,002	0,004	0,904
4.B.2.	Tierras convertidas en tierras de cultivo	CO2	0,003	51%	0,002	0,004	0,909
1.A.3.b	Transporte terrestre	N2O	0,001	300%	0,002	0,004	0,913
3.A.1.b.iv.	Jóvenes carne (novillo 1-2 años)	CH4	0,004	48%	0,002	0,004	0,917
3.A.2.	Ovinos	CH4	0,003	53%	0,002	0,004	0,921
3.D.2.a.i	Fertilizante inorgánicos	N2O	0,000	409%	0,001	0,003	0,924
3.D.2.b.i.	Fertilizante inorgánicos	N2O	0,001	242%	0,001	0,003	0,927
3.B.3.	Porcinos	CH4	0,002	48%	0,001	0,003	0,930
4.A.1.b.iii.1.b.	Incendios Plantaciones forestales	CO2	0,003	42%	0,001	0,003	0,933
1.A.4	Otros sectores - Biomasa	N2O	0,000	235%	0,001	0,003	0,936
3.A.1.b.iii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	CH4	0,002	48%	0,001	0,003	0,938
3.D.1.b.	Fertilizante orgánicos	N2O	0,001	97%	0,001	0,003	0,941
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Sólidos	CO2	0,019	5%	0,001	0,002	0,943
1.A.3.d	Navegación marítima y fluvial	CO2	0,005	21%	0,001	0,002	0,946
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	N2O	0,001	101%	0,001	0,002	0,948
2.A.1.	Producción de cemento	CO2	0,003	26%	0,001	0,002	0,950
2.B.8.a.	Metanol	CO2	0,003	30%	0,001	0,002	0,952
1.A.3.b	Transporte terrestre	CH4	0,000	300%	0,001	0,002	0,954
2.C.1.	Producción de hierro y acero	CO2	0,007	11%	0,001	0,002	0,956
3.C.	Cultivo del arroz	CH4	0,001	82%	0,001	0,002	0,958
4.A.2.b.i.	Pastizales convertidos en bosque nativo	CO2	0,002	31%	0,001	0,002	0,959
2.B.2.	Producción de ácido nítrico	N2O	0,002	40%	0,001	0,002	0,961
4.E.2.	Tierras convertidas en asentamientos	CO2	0,001	43%	0,001	0,002	0,963
1.A.3.a	Aviación civil	CO2	0,003	21%	0,001	0,001	0,964

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Evaluación de nivel, Lx,0	Incertidumbre combinada Ux,0	L*U	Evaluación de Nivel Lux,0	Total acumulativo
				%			
3.D.2.b.iv.	Residuos de cosechas	N2O	0,000	180%	0,001	0,001	0,965
4.F.2.	Tierras convertidas en otras tierras	CO2	0,002	33%	0,001	0,001	0,967
3.H.	Aplicación de urea	CO2	0,001	67%	0,001	0,001	0,968
3.B.1.b.i.	Vacas carne	CH4	0,001	48%	0,001	0,001	0,970
5.D.2.	Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales	CH4	0,000	155%	0,001	0,001	0,971
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Biomasa	N2O	0,000	235%	0,000	0,001	0,972
3.B.1.b.ii.	Vaquillas	CH4	0,001	48%	0,000	0,001	0,973
4.A.1.b.iv.	Quema controlada de residuos forestales	CH4	0,000	108%	0,000	0,001	0,974
3.B.1.b.iv.	Jóvenes carne (novillo 1-2 años)	CH4	0,001	48%	0,000	0,001	0,976
3.B.1.b.iii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	N2O	0,000	120%	0,000	0,001	0,977
3.A.4.c.	Equinos	CH4	0,001	53%	0,000	0,001	0,978
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo	CH4	0,001	67%	0,000	0,001	0,979
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Líquidos	CO2	0,007	5%	0,000	0,001	0,980
4.A.1.b.i.3.	Trozos otras exóticas	CO2	0,001	37%	0,000	0,001	0,980
3.D.2.a.iii.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N2O	0,000	242%	0,000	0,001	0,981
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Sólidos	N2O	0,000	230%	0,000	0,001	0,982
3.A.4.b.	Caprinos	CH4	0,001	53%	0,000	0,001	0,983
4.D.2.	Tierras convertidas en humedales	CO2	0,001	48%	0,000	0,001	0,983
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Biomasa	CH4	0,000	235%	0,000	0,001	0,984
3.B.1.a.	Vacas lecheras	CH4	0,001	48%	0,000	0,001	0,985
4.A.1.b.iv.	Quema controlada de residuos forestales	N2O	0,000	91%	0,000	0,001	0,985
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Gaseosos	CO2	0,002	13%	0,000	0,001	0,986
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Gaseosos	CO2	0,005	5%	0,000	0,001	0,987
2.A.2.	Producción de cal	CO2	0,001	36%	0,000	0,001	0,987
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Sólidos	CO2	0,002	13%	0,000	0,001	0,988
3.B.1.b.iii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	CH4	0,000	48%	0,000	0,001	0,988
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Sólidos	CH4	0,000	230%	0,000	0,001	0,989
2.B.8.a.	Metanol	CH4	0,000	80%	0,000	0,000	0,989
3.B.5.d.v.	Aves de corral	N2O	0,000	83%	0,000	0,000	0,990

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Evaluación de nivel, Lx,0	Incertidumbre combinada Ux,0	L*U	Evaluación de Nivel Lux,0	Total acumulativo
				%			
2.D.1.	Uso de lubricantes	CO2	0,000	54%	0,000	0,000	0,990
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Sólidos	N2O	0,000	230%	0,000	0,000	0,991
3.D.2.b.iii.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N2O	0,000	164%	0,000	0,000	0,991
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Sólidos	CH4	0,000	230%	0,000	0,000	0,992
4.A.2.c.ii.	Humedales convertidos en plantaciones forestales	CO2	0,001	36%	0,000	0,000	0,992
4.A.1.b.iii.1.a.	Incendios Bosque nativo	CH4	0,000	109%	0,000	0,000	0,992
3.B.1.a.	Vacas lecheras	N2O	0,000	120%	0,000	0,000	0,993
4.A.2.a.i.	Tierras de cultivo convertidas en bosque nativo	CO2	0,000	61%	0,000	0,000	0,993
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Líquidos	N2O	0,000	230%	0,000	0,000	0,994
3.G.1.	Caliza	CO2	0,000	87%	0,000	0,000	0,994
1.A.3.e	Otro tipo de transporte	CH4	0,000	300%	0,000	0,000	0,994
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo	N2O	0,000	67%	0,000	0,000	0,995
3.B.5.a.	Ganado vacuno	N2O	0,000	83%	0,000	0,000	0,995
3.B.1.b.v.	Terneros	CH4	0,000	48%	0,000	0,000	0,995
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos	CH4	0,000	224%	0,000	0,000	0,995
4.A.1.b.iii.1.b.	Incendios Plantaciones forestales	CH4	0,000	108%	0,000	0,000	0,996
4.A.1.b.iii.1.a.	Incendios Bosque nativo	N2O	0,000	91%	0,000	0,000	0,996
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos	N2O	0,000	224%	0,000	0,000	0,996
3.A.3.c.	Juveniles	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	0,996
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Líquidos	CH4	0,000	230%	0,000	0,000	0,997
3.A.4.f.	Camélidos (llamas y alpacas)	CH4	0,000	67%	0,000	0,000	0,997
1.A.3.e	Otro tipo de transporte	CO2	0,001	7%	0,000	0,000	0,997
1.A.3.e	Otro tipo de transporte	N2O	0,000	300%	0,000	0,000	0,997
3.B.4.e.	Aves de corral	N2O	0,000	120%	0,000	0,000	0,997
2.B.8.b.	Etileno	CO2	0,000	32%	0,000	0,000	0,997
1.A.3.c	Ferrocarriles	N2O	0,000	200%	0,000	0,000	0,998
2.G.1.b.	Uso de equipos eléctricos	SF6	0,000	36%	0,000	0,000	0,998
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Líquidos	CH4	0,000	230%	0,000	0,000	0,998
4.A.1.b.iii.1.b.	Incendios Plantaciones forestales	N2O	0,000	91%	0,000	0,000	0,998

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Evaluación de nivel, Lx,0	Incertidumbre combinada Ux,0	L*U	Evaluación de Nivel Lux,0	Total acumulativo
				%			
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Gaseosos	CO2	0,001	7%	0,000	0,000	0,998
1.A.3.d	Navegación marítima y fluvial	N2O	0,000	141%	0,000	0,000	0,998
3.B.2.	Ovinos	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	0,998
2.G.1.a.	Manufactura de equipos eléctricos	SF6	0,000	36%	0,000	0,000	0,999
3.B.3.	Porcinos	N2O	0,000	114%	0,000	0,000	0,999
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Líquidos	N2O	0,000	230%	0,000	0,000	0,999
3.B.4.e.	Aves de corral	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	0,999
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CO2	0,000	25%	0,000	0,000	0,999
3.B.4.c.	Equinos	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	0,999
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	CO2	0,000	102%	0,000	0,000	0,999
1.A.3.a	Aviación civil	N2O	0,000	151%	0,000	0,000	0,999
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Líquidos	N2O	0,000	230%	0,000	0,000	0,999
4.A.1.c.i.	Restitución	CO2	0,000	37%	0,000	0,000	0,999
3.A.4.d.	Mulas y asnos	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	1,000
1.A.3.c	Ferrocarriles	CO2	0,000	7%	0,000	0,000	1,000
3.B.4.f.	Camélidos (llamas y alpacas)	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	1,000
3.B.5.c.	Porcinos	N2O	0,000	83%	0,000	0,000	1,000
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Líquidos	CH4	0,000	230%	0,000	0,000	1,000
3.A.3.a.	Marranas	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	1,000
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Sólidos	N2O	0,000	230%	0,000	0,000	1,000
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Sólidos	CH4	0,000	230%	0,000	0,000	1,000
3.B.4.b.	Caprinos	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	1,000
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Gaseosos	CH4	0,000	230%	0,000	0,000	1,000
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	CH4	0,000	130%	0,000	0,000	1,000
1.B.2.a	Petróleo	CO2	0,000	75%	0,000	0,000	1,000
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	N2O	0,000	116%	0,000	0,000	1,000
2.A.3.	Producción de vidrio	CO2	0,000	12%	0,000	0,000	1,000
1.B.2.b	Gas natural	CO2	0,000	250%	0,000	0,000	1,000
1.A.3.d	Navegación marítima y fluvial	CH4	0,000	54%	0,000	0,000	1,000

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Evaluación de nivel, Lx,0	Incertidumbre combinada Ux,0	L*U	Evaluación de Nivel Lux,0	Total acumulativo
				%			
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Gaseosos	N2O	0,000	230%	0,000	0,000	1,000
3.D.1.f.	Cultivo de suelos orgánicos (histosoles)	N2O	0,000	105%	0,000	0,000	1,000
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Gaseosos	CH4	0,000	230%	0,000	0,000	1,000
2.B.8.b.	Etileno	CH4	0,000	10%	0,000	0,000	1,000
3.A.4.g.i.	Ciervos	CH4	0,000	71%	0,000	0,000	1,000
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Gaseosos	N2O	0,000	230%	0,000	0,000	1,000
3.B.4.d.	Mulas y asnos	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	1,000
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	CH4	0,000	130%	0,000	0,000	1,000
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Gaseosos	N2O	0,000	230%	0,000	0,000	1,000
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Gaseosos	CH4	0,000	230%	0,000	0,000	1,000
1.A.3.c	Ferrocarriles	CH4	0,000	150%	0,000	0,000	1,000
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	N2O	0,000	116%	0,000	0,000	1,000
1.A.3.a	Aviación civil	CH4	0,000	102%	0,000	0,000	1,000
3.A.3.b.	Verracos	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	1,000
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CH4	0,000	25%	0,000	0,000	1,000
3.B.4.g.i.	Ciervos	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	1,000
3.D.2.b.v.	Mineralización / inmovilización asociada a la pérdida / ganancia de materia orgánica del suelo	N2O	0,000	170%	0,000	0,000	1,000
5.C.1.	Incineración de residuos	N2O	0,000	224%	0,000	0,000	1,000
5.C.1.	Incineración de residuos	CH4	0,000	224%	0,000	0,000	1,000
1.A.1	Industrias de la energía - Biomasa	CH4	0,000	230%	0,000	0,000	1,000
1.A.1	Industrias de la energía - Biomasa	N2O	0,000	230%	0,000	0,000	1,000
2.F.1.	Refrigeración y aire acondicionado	HFC	0,000	180%	0,000	0,000	1,000
2.F.2.	Agentes espumantes	HFC	0,000	725%	0,000	0,000	1,000
2.F.3.	Protección contra incendios	HFC	0,000	112%	0,000	0,000	1,000
2.F.4.	Aerosoles	HFC	0,000	316%	0,000	0,000	1,000
2.F.5.	Solventes	HFC	0,000	316%	0,000	0,000	1,000
2.F.6.	Otras aplicaciones (especificar)	HFC	0,000	316%	0,000	0,000	1,000
2.G.1.c.	Eliminación de equipos eléctricos	SF6	0,000	36%	0,000	0,000	1,000
3.A.4.e.	Aves de corral	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	1,000

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Evaluación de nivel, Lx,0	Incertidumbre combinada Ux,0	L*U	Evaluación de Nivel Lux,0	Total acumulativo
				%			
3.A.4.g.ii.	Jabalíes	CH4	0,000	71%	0,000	0,000	1,000
3.B.4.a.	Búfalos	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	1,000
3.B.4.g.ii.	Jabalíes	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	1,000
3.G.2.	Dolomita	CO2	0,000	87%	0,000	0,000	1,000
5.C.1.	Incineración de residuos	CO2	0,000	220%	0,000	0,000	1,000

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Tabla 5. Identificación de categorías principales, utilizando el Método 2 de las *Directrices del IPCC de 2006* para los niveles absolutos del INGEI de Chile del año 2016

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Evaluación de nivel, Lx,t	Incertidumbre combinada Ux,t	L*U	Evaluación de Nivel Lux,0	Total acumulativo
				%			
4.A.1.a.i.1.	Renovales	CO2	0,134	45%	0,060	0,160	0,160
4.A.1.a.ii.	Plantaciones forestales	CO2	0,131	37%	0,049	0,130	0,289
4.A.1.b.i.1.	Trozas P. radiata	CO2	0,113	37%	0,042	0,112	0,402
4.A.1.a.i.3.	Parques y reservas nacionales	CO2	0,056	45%	0,025	0,066	0,468
4.A.1.b.i.2.	Trozas Eucalyptus spp.	CO2	0,066	37%	0,024	0,065	0,533
4.A.1.a.i.2.	Planes de manejo (Ley Bosque nativo)	CO2	0,034	44%	0,015	0,041	0,574
2.F.1.	Refrigeración y aire acondicionado	HFC	0,008	180%	0,014	0,037	0,611
4.A.1.b.ii.1.	Leña especies nativas	CO2	0,026	48%	0,013	0,034	0,645
4.A.2.a.ii.	Tierras de cultivo convertidas en plantaciones forestales	CO2	0,035	34%	0,012	0,032	0,677
4.A.2.b.ii.	Pastizales convertidos en plantaciones forestales	CO2	0,034	35%	0,012	0,032	0,708
4.A.1.b.ii.2.	Leña especies exótica	CO2	0,027	41%	0,011	0,029	0,738
5.A.	Sitios de disposición de residuos	CH4	0,012	91%	0,011	0,029	0,767
1.B.2.b	Gas natural	CH4	0,002	250%	0,005	0,013	0,780
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N2O	0,005	97%	0,005	0,013	0,793
1.A.3.b	Transporte terrestre	CO2	0,063	7%	0,004	0,012	0,805
1.A.3.b	Transporte terrestre	N2O	0,001	300%	0,004	0,012	0,817
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	CH4	0,003	142%	0,004	0,011	0,828
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Sólidos	CO2	0,079	5%	0,004	0,011	0,839
1.A.4	Otros sectores - Biomasa	CH4	0,001	235%	0,003	0,009	0,848
3.D.1.a.	Fertilizante inorgánicos	N2O	0,003	109%	0,003	0,009	0,857
4.A.1.c.ii.	Sustitución	CO2	0,008	28%	0,002	0,006	0,863
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Líquidos	CO2	0,032	7%	0,002	0,006	0,869
4.B.2.	Tierras convertidas en tierras de cultivo	CO2	0,004	51%	0,002	0,006	0,875
4.A.1.b.iii.1.b.	Incendios Plantaciones forestales	CO2	0,005	42%	0,002	0,006	0,880
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Líquidos	CO2	0,015	13%	0,002	0,005	0,886
4.A.1.b.iii.1.a.	Incendios Bosque nativo	CO2	0,004	50%	0,002	0,005	0,891
3.D.2.a.ii.1.	Estiércol animal aplicado a los suelos	N2O	0,000	405%	0,002	0,004	0,895



Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Evaluación de nivel, Lx,t	Incertidumbre combinada Ux,t	L*U	Evaluación de Nivel Lux,0	Total acumulativo
				%			
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Biomasa	N2O	0,001	235%	0,002	0,004	0,899
3.D.2.b.ii.1.	Estiércol animal aplicado a los suelos	N2O	0,001	242%	0,002	0,004	0,903
3.B.3.	Porcinos	CH4	0,003	48%	0,001	0,004	0,907
3.A.1.b.i.	Vacas carne	CH4	0,003	48%	0,001	0,003	0,910
3.D.2.a.i	Fertilizante inorgánicos	N2O	0,000	409%	0,001	0,003	0,913
3.A.1.a.	Vacas lecheras	CH4	0,002	48%	0,001	0,003	0,917
3.D.1.d.	Residuos de cosechas	N2O	0,001	109%	0,001	0,003	0,920
3.A.1.b.ii.	Vaquillas	CH4	0,002	48%	0,001	0,003	0,923
3.D.2.b.i.	Fertilizante inorgánicos	N2O	0,000	242%	0,001	0,003	0,926
3.D.1.b.	Fertilizante orgánicos	N2O	0,001	97%	0,001	0,003	0,928
4.C.2.	Tierras convertidas en pastizales	CO2	0,005	22%	0,001	0,003	0,931
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Biomasa	CH4	0,000	235%	0,001	0,003	0,934
1.A.3.a	Aviación civil	CO2	0,005	21%	0,001	0,003	0,936
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	N2O	0,001	101%	0,001	0,002	0,939
1.A.3.b	Transporte terrestre	CH4	0,000	300%	0,001	0,002	0,941
4.A.2.b.i.	Pastizales convertidos en bosque nativo	CO2	0,003	31%	0,001	0,002	0,943
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Sólidos	N2O	0,000	230%	0,001	0,002	0,946
3.A.1.b.v.	Terneros	CH4	0,002	48%	0,001	0,002	0,948
1.B.1	Combustibles sólidos	CH4	0,000	300%	0,001	0,002	0,950
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Gaseosos	CO2	0,014	5%	0,001	0,002	0,952
4.A.1.b.i.4.	Trozas especies nativas	CO2	0,002	45%	0,001	0,002	0,954
3.A.1.b.iv.	Jóvenes carne (novillo 1-2 años)	CH4	0,001	48%	0,001	0,002	0,956
4.A.1.b.i.3.	Trozas otras exóticas	CO2	0,002	37%	0,001	0,002	0,957
3.H.	Aplicación de urea	CO2	0,001	67%	0,001	0,002	0,959
2.A.1.	Producción de cemento	CO2	0,002	26%	0,001	0,002	0,961
2.A.2.	Producción de cal	CO2	0,002	36%	0,001	0,002	0,963
1.A.4	Otros sectores - Biomasa	N2O	0,000	235%	0,001	0,001	0,964
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Gaseosos	CO2	0,004	13%	0,001	0,001	0,965
3.A.2.	Ovinos	CH4	0,001	53%	0,001	0,001	0,967

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Evaluación de nivel, Lx,t	Incertidumbre combinada Ux,t	L*U	Evaluación de Nivel Lux,0	Total acumulativo
				%			
2.F.2.	Agentes espumantes	HFC	0,000	725%	0,001	0,001	0,968
4.F.2.	Tierras convertidas en otras tierras	CO2	0,002	33%	0,001	0,001	0,970
2.B.2.	Producción de ácido nítrico	N2O	0,001	40%	0,001	0,001	0,971
4.E.2.	Tierras convertidas en asentamientos	CO2	0,001	43%	0,000	0,001	0,972
1.A.3.d	Navegación marítima y fluvial	CO2	0,002	21%	0,000	0,001	0,973
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Sólidos	CO2	0,006	7%	0,000	0,001	0,974
2.C.1.	Producción de hierro y acero	CO2	0,004	11%	0,000	0,001	0,975
1.B.2.a	Petróleo	CH4	0,001	75%	0,000	0,001	0,976
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Gaseosos	CO2	0,005	7%	0,000	0,001	0,977
3.D.2.a.iii.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N2O	0,000	242%	0,000	0,001	0,978
3.C.	Cultivo del arroz	CH4	0,000	82%	0,000	0,001	0,979
1.A.1	Industrias de la energía - Biomasa	N2O	0,000	230%	0,000	0,001	0,980
3.A.1.b.iii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	CH4	0,001	48%	0,000	0,001	0,981
3.D.2.b.iv.	Residuos de cosechas	N2O	0,000	180%	0,000	0,001	0,981
3.B.1.b.i.	Vacas carne	CH4	0,001	48%	0,000	0,001	0,982
3.B.1.b.ii.	Vaquillas	CH4	0,001	48%	0,000	0,001	0,983
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Líquidos	CO2	0,005	5%	0,000	0,001	0,983
2.B.8.a.	Metanol	CO2	0,001	30%	0,000	0,001	0,984
1.A.3.e	Otro tipo de transporte	CH4	0,000	300%	0,000	0,001	0,985
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos	CH4	0,000	224%	0,000	0,001	0,985
3.G.1.	Caliza	CO2	0,000	87%	0,000	0,001	0,986
1.A.1	Industrias de la energía - Biomasa	CH4	0,000	230%	0,000	0,001	0,986
4.A.1.b.iii.1.b.	Incendios Plantaciones forestales	CH4	0,000	108%	0,000	0,000	0,987
2.D.1.	Uso de lubricantes	CO2	0,000	54%	0,000	0,000	0,987
4.A.2.a.i.	Tierras de cultivo convertidas en bosque nativo	CO2	0,000	61%	0,000	0,000	0,987
3.B.5.d.v.	Aves de corral	N2O	0,000	83%	0,000	0,000	0,988
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos	N2O	0,000	224%	0,000	0,000	0,988
2.F.3.	Protección contra incendios	HFC	0,000	112%	0,000	0,000	0,989
2.G.1.b.	Uso de equipos eléctricos	SF6	0,000	36%	0,000	0,000	0,989

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Evaluación de nivel, Lx,t	Incertidumbre combinada Ux,t	L*U	Evaluación de Nivel Lux,0	Total acumulativo
				%			
3.B.1.b.iv.	Jóvenes carne (novillo 1-2 años)	CH4	0,000	48%	0,000	0,000	0,990
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Líquidos	N2O	0,000	230%	0,000	0,000	0,990
3.B.3.	Porcinos	N2O	0,000	114%	0,000	0,000	0,991
3.A.4.c.	Equinos	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	0,991
3.A.3.c.	Juveniles	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	0,992
1.A.3.e	Otro tipo de transporte	CO2	0,002	7%	0,000	0,000	0,992
2.F.4.	Aerosoles	HFC	0,000	316%	0,000	0,000	0,992
3.B.5.c.	Porcinos	N2O	0,000	83%	0,000	0,000	0,993
4.A.1.c.i.	Restitución	CO2	0,000	37%	0,000	0,000	0,993
4.A.1.b.iii.1.a.	Incendios Bosque nativo	CH4	0,000	109%	0,000	0,000	0,993
1.A.3.e	Otro tipo de transporte	N2O	0,000	300%	0,000	0,000	0,994
3.B.1.a.	Vacas lecheras	CH4	0,000	48%	0,000	0,000	0,994
3.B.1.b.iii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	N2O	0,000	120%	0,000	0,000	0,994
4.A.1.b.iii.1.b.	Incendios Plantaciones forestales	N2O	0,000	91%	0,000	0,000	0,994
2.F.5.	Solventes	HFC	0,000	316%	0,000	0,000	0,995
3.D.2.b.iii.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N2O	0,000	164%	0,000	0,000	0,995
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Líquidos	CH4	0,000	230%	0,000	0,000	0,995
3.A.4.b.	Caprinos	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	0,995
1.A.3.c	Ferrocarriles	N2O	0,000	200%	0,000	0,000	0,996
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Líquidos	CH4	0,000	230%	0,000	0,000	0,996
4.A.2.c.ii.	Humedales convertidos en plantaciones forestales	CO2	0,000	36%	0,000	0,000	0,996
4.A.1.b.iv.	Quema controlada de residuos forestales	CH4	0,000	108%	0,000	0,000	0,996
5.D.2.	Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales	CH4	0,000	155%	0,000	0,000	0,996
3.B.1.a.	Vacas lecheras	N2O	0,000	120%	0,000	0,000	0,997
4.A.1.b.iii.1.a.	Incendios Bosque nativo	N2O	0,000	91%	0,000	0,000	0,997
3.B.4.e.	Aves de corral	N2O	0,000	120%	0,000	0,000	0,997
2.F.6.	Otras aplicaciones (especificar)	HFC	0,000	316%	0,000	0,000	0,997
1.A.3.a	Aviación civil	N2O	0,000	151%	0,000	0,000	0,997
3.B.1.b.v.	Terneros	CH4	0,000	48%	0,000	0,000	0,997

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Evaluación de nivel, Lx,t	Incertidumbre combinada Ux,t	L*U	Evaluación de Nivel Lux,0	Total acumulativo
				%			
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Sólidos	N2O	0,000	230%	0,000	0,000	0,998
3.B.1.b.iii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	CH4	0,000	48%	0,000	0,000	0,998
2.G.1.a.	Manufactura de equipos eléctricos	SF6	0,000	36%	0,000	0,000	0,998
2.B.8.a.	Metanol	CH4	0,000	80%	0,000	0,000	0,998
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo	CH4	0,000	67%	0,000	0,000	0,998
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Sólidos	CH4	0,000	230%	0,000	0,000	0,998
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Líquidos	N2O	0,000	230%	0,000	0,000	0,998
2.G.1.c.	Eliminación de equipos eléctricos	SF6	0,000	36%	0,000	0,000	0,998
3.B.5.a.	Ganado vacuno	N2O	0,000	83%	0,000	0,000	0,999
3.B.4.e.	Aves de corral	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	0,999
4.A.1.b.iv.	Quema controlada de residuos forestales	N2O	0,000	91%	0,000	0,000	0,999
2.A.3.	Producción de vidrio	CO2	0,000	12%	0,000	0,000	0,999
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Sólidos	CH4	0,000	230%	0,000	0,000	0,999
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	CO2	0,000	102%	0,000	0,000	0,999
4.D.2.	Tierras convertidas en humedales	CO2	0,000	48%	0,000	0,000	0,999
1.A.3.c	Ferrocarriles	CO2	0,000	7%	0,000	0,000	0,999
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Líquidos	N2O	0,000	230%	0,000	0,000	0,999
3.A.4.f.	Camélidos (llamas y alpacas)	CH4	0,000	67%	0,000	0,000	0,999
1.A.3.d	Navegación marítima y fluvial	N2O	0,000	141%	0,000	0,000	0,999
3.A.3.a.	Marranas	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	0,999
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Gaseosos	CH4	0,000	230%	0,000	0,000	0,999
3.G.2.	Dolomita	CO2	0,000	87%	0,000	0,000	1,000
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Gaseosos	N2O	0,000	230%	0,000	0,000	1,000
3.B.2.	Ovinos	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	1,000
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo	N2O	0,000	67%	0,000	0,000	1,000
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Gaseosos	CH4	0,000	230%	0,000	0,000	1,000
3.B.4.c.	Equinos	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	1,000
3.A.4.g.i.	Ciervos	CH4	0,000	71%	0,000	0,000	1,000
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Líquidos	CH4	0,000	230%	0,000	0,000	1,000

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Evaluación de nivel, Lx,t	Incertidumbre combinada Ux,t	L*U	Evaluación de Nivel Lux,0	Total acumulativo
				%			
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	CH4	0,000	130%	0,000	0,000	1,000
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	N2O	0,000	116%	0,000	0,000	1,000
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Gaseosos	N2O	0,000	230%	0,000	0,000	1,000
3.A.4.d.	Mulas y asnos	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	1,000
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Gaseosos	CH4	0,000	230%	0,000	0,000	1,000
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Sólidos	CO2	0,000	13%	0,000	0,000	1,000
1.B.2.b	Gas natural	CO2	0,000	250%	0,000	0,000	1,000
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Gaseosos	N2O	0,000	230%	0,000	0,000	1,000
3.B.4.f.	Camélidos (llamas y alpacas)	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	1,000
2.B.8.b.	Etileno	CO2	0,000	32%	0,000	0,000	1,000
3.D.1.f.	Cultivo de suelos orgánicos (histosoles)	N2O	0,000	105%	0,000	0,000	1,000
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Sólidos	CH4	0,000	230%	0,000	0,000	1,000
5.C.1.	Incineración de residuos	CO2	0,000	220%	0,000	0,000	1,000
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	CH4	0,000	130%	0,000	0,000	1,000
3.B.4.b.	Caprinos	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	1,000
1.A.3.d	Navegación marítima y fluvial	CH4	0,000	54%	0,000	0,000	1,000
1.B.2.a	Petróleo	CO2	0,000	75%	0,000	0,000	1,000
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	N2O	0,000	116%	0,000	0,000	1,000
1.A.3.a	Aviación civil	CH4	0,000	102%	0,000	0,000	1,000
1.A.3.c	Ferrocarriles	CH4	0,000	150%	0,000	0,000	1,000
3.B.4.d.	Mulas y asnos	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	1,000
3.A.3.b.	Verracos	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	1,000
3.A.4.g.ii.	Jabalíes	CH4	0,000	71%	0,000	0,000	1,000
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Sólidos	N2O	0,000	230%	0,000	0,000	1,000
2.B.8.b.	Etileno	CH4	0,000	10%	0,000	0,000	1,000
5.C.1.	Incineración de residuos	N2O	0,000	224%	0,000	0,000	1,000
3.B.4.g.ii.	Jabalíes	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	1,000
3.B.4.g.i.	Ciervos	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	1,000
5.C.1.	Incineración de residuos	CH4	0,000	224%	0,000	0,000	1,000

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Evaluación de nivel, Lx,t	Incertidumbre combinada Ux,t	L*U	Evaluación de Nivel Lux,0	Total acumulativo
				%			
3.D.2.b.v.	Mineralización / inmovilización asociada a la pérdida / ganancia de materia orgánica del suelo	N2O	0,000	170%	0,000	0,000	1,000
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CO2	0,000	25%	0,000	0,000	1,000
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CH4	0,000	25%	0,000	0,000	1,000
3.A.4.e.	Aves de corral	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	1,000
3.B.4.a.	Búfalos	CH4	0,000	53%	0,000	0,000	1,000

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Tabla 6. Identificación de categorías principales, utilizando el Método 2 de las *Directrices del IPCC de 2006* para la tendencia del INGEI de Chile entre los años 1990 y 2016

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Evaluación de tendencia, Tx,t	Incertidumbre combinada Ux,t	Evaluación de tendencia Nivel 2 Lux,t	Aporte de la tendencia	Total acumulativo
				%			
2.F.1.	Refrigeración y aire acondicionado	HFC	1,408	1,803	2,539	0,207	0,207
4.A.1.a.i.1.	Renovales	CO2	5,352	0,445	2,382	0,194	0,402
4.A.1.a.i.3.	Parques y reservas nacionales	CO2	2,214	0,445	0,985	0,080	0,482
4.A.1.b.i.1.	Trozas P. radiata	CO2	1,581	0,372	0,588	0,048	0,530
4.A.2.a.ii.	Tierras de cultivo convertidas en plantaciones forestales	CO2	1,572	0,343	0,539	0,044	0,574
4.A.2.b.ii.	Pastizales convertidos en plantaciones forestales	CO2	1,466	0,346	0,508	0,041	0,615
4.A.1.b.ii.1.	Leña especies nativas	CO2	0,802	0,485	0,389	0,032	0,647
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N2O	0,300	0,966	0,290	0,024	0,671
1.B.2.b	Gas natural	CH4	0,113	2,500	0,282	0,023	0,694
4.A.1.b.i.4.	Trozas especies nativas	CO2	0,555	0,453	0,251	0,021	0,714
5.A.	Sitios de disposición de residuos	CH4	0,267	0,907	0,242	0,020	0,734
1.B.1	Combustibles sólidos	CH4	0,072	3,000	0,216	0,018	0,752
4.A.1.a.ii.	Plantaciones forestales	CO2	0,557	0,372	0,207	0,017	0,769
4.A.1.b.ii.2.	Leña especies exótica	CO2	0,500	0,410	0,205	0,017	0,785
4.C.2.	Tierras convertidas en pastizales	CO2	0,829	0,216	0,179	0,015	0,800
1.A.4	Otros sectores - Biomasa	CH4	0,069	2,354	0,162	0,013	0,813
3.D.2.a.ii.1.	Estiércol animal aplicado a los suelos	N2O	0,026	4,055	0,103	0,008	0,822
2.F.2.	Agentes espumantes	HFC	0,013	7,246	0,094	0,008	0,829
4.A.1.a.i.2.	Planes de manejo (Ley Bosque nativo)	CO2	0,209	0,445	0,093	0,008	0,837
3.D.2.b.ii.1.	Estiércol animal aplicado a los suelos	N2O	0,037	2,423	0,089	0,007	0,844
3.D.1.a.	Fertilizante inorgánicos	N2O	0,079	1,086	0,086	0,007	0,851
1.B.2.a	Petróleo	CH4	0,095	0,752	0,071	0,006	0,857
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	CH4	0,048	1,416	0,067	0,006	0,863
4.A.1.b.iii.1.a.	Incendios Bosque nativo	CO2	0,122	0,501	0,061	0,005	0,868
3.A.1.b.i.	Vacas carne	CH4	0,124	0,482	0,060	0,005	0,872
4.A.1.b.i.2.	Trozas Eucalyptus spp.	CO2	0,157	0,372	0,059	0,005	0,877

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Evaluación de tendencia, Tx,t	Incertidumbre combinada Ux,t	Evaluación de tendencia Nivel 2 Lux,t	Aporte de la tendencia	Total acumulativo
				%			
3.D.1.d.	Residuos de cosechas	N2O	0,053	1,086	0,058	0,005	0,882
1.A.3.b	Transporte terrestre	CO2	0,805	0,071	0,057	0,005	0,887
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Sólidos	CO2	0,801	0,071	0,057	0,005	0,891
1.A.1	Industrias de la energía - Biomasa	N2O	0,024	2,300	0,056	0,005	0,896
3.A.1.a.	Vacas lecheras	CH4	0,115	0,482	0,055	0,005	0,900
3.A.1.b.ii.	Vaquillas	CH4	0,096	0,482	0,046	0,004	0,904
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Líquidos	CO2	0,644	0,071	0,046	0,004	0,908
4.A.1.c.ii.	Sustitución	CO2	0,155	0,279	0,043	0,004	0,911
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Líquidos	CO2	0,317	0,135	0,043	0,003	0,915
3.A.1.b.v.	Terneros	CH4	0,084	0,482	0,041	0,003	0,918
3.A.2.	Ovinos	CH4	0,074	0,531	0,039	0,003	0,921
3.A.1.b.iv.	Jóvenes carne (novillo 1-2 años)	CH4	0,082	0,482	0,039	0,003	0,924
4.B.2.	Tierras convertidas en tierras de cultivo	CO2	0,072	0,510	0,037	0,003	0,927
1.A.1	Industrias de la energía - Biomasa	CH4	0,015	2,300	0,035	0,003	0,930
1.A.3.b	Transporte terrestre	N2O	0,011	3,000	0,032	0,003	0,933
2.F.3.	Protección contra incendios	HFC	0,029	1,118	0,032	0,003	0,936
3.D.2.a.i	Fertilizante inorgánicos	N2O	0,008	4,094	0,032	0,003	0,938
3.D.2.b.i.	Fertilizante inorgánicos	N2O	0,012	2,424	0,028	0,002	0,940
3.A.1.b.iii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	CH4	0,054	0,482	0,026	0,002	0,943
2.F.4.	Aerosoles	HFC	0,008	3,162	0,026	0,002	0,945
1.A.4	Otros sectores - Biomasa	N2O	0,011	2,354	0,026	0,002	0,947
3.B.3.	Porcinos	CH4	0,052	0,482	0,025	0,002	0,949
3.D.1.b.	Fertilizante orgánicos	N2O	0,024	0,966	0,023	0,002	0,951
4.A.1.b.iii.1.b.	Incendios Plantaciones forestales	CO2	0,054	0,421	0,023	0,002	0,953
1.A.3.d	Navegación marítima y fluvial	CO2	0,106	0,206	0,022	0,002	0,954
2.B.8.a.	Metanol	CO2	0,070	0,300	0,021	0,002	0,956
2.A.1.	Producción de cemento	CO2	0,078	0,265	0,021	0,002	0,958
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	N2O	0,020	1,006	0,020	0,002	0,959



Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Evaluación de tendencia, Tx,t	Incertidumbre combinada Ux,t	Evaluación de tendencia Nivel 2 Lux,t	Aporte de la tendencia	Total acumulativo
				%			
2.C.1.	Producción de hierro y acero	CO2	0,169	0,112	0,019	0,002	0,961
2.F.5.	Solventes	HFC	0,006	3,162	0,018	0,001	0,962
1.A.3.b	Transporte terrestre	CH4	0,006	3,000	0,018	0,001	0,964
4.A.2.b.i.	Pastizales convertidos en bosque nativo	CO2	0,055	0,306	0,017	0,001	0,965
3.C.	Cultivo del arroz	CH4	0,020	0,818	0,016	0,001	0,967
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Sólidos	CO2	0,298	0,051	0,015	0,001	0,968
4.E.2.	Tierras convertidas en asentamientos	CO2	0,032	0,435	0,014	0,001	0,969
3.D.2.b.iv.	Residuos de cosechas	N2O	0,008	1,799	0,014	0,001	0,970
2.B.2.	Producción de ácido nítrico	N2O	0,035	0,401	0,014	0,001	0,971
4.F.2.	Tierras convertidas en otras tierras	CO2	0,040	0,332	0,013	0,001	0,972
5.D.2.	Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales	CH4	0,008	1,550	0,013	0,001	0,974
3.B.1.b.i.	Vacas carne	CH4	0,027	0,482	0,013	0,001	0,975
3.H.	Aplicación de urea	CO2	0,020	0,665	0,013	0,001	0,976
1.A.3.a	Aviación civil	CO2	0,062	0,206	0,013	0,001	0,977
2.F.6.	Otras aplicaciones (especificar)	HFC	0,004	3,162	0,011	0,001	0,978
4.A.1.b.iv.	Quema controlada de residuos forestales	CH4	0,010	1,084	0,011	0,001	0,979
3.B.1.b.ii.	Vaquillas	CH4	0,022	0,482	0,011	0,001	0,979
3.B.1.b.iii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	N2O	0,009	1,201	0,010	0,001	0,980
3.B.1.b.iv.	Jóvenes carne (novillo 1-2 años)	CH4	0,021	0,482	0,010	0,001	0,981
3.A.4.c.	Equinos	CH4	0,019	0,531	0,010	0,001	0,982
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo	CH4	0,014	0,665	0,009	0,001	0,983
2.G.1.c.	Eliminación de equipos eléctricos	SF6	0,024	0,361	0,009	0,001	0,983
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Líquidos	CO2	0,165	0,051	0,008	0,001	0,984
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Biomasa	N2O	0,004	2,354	0,008	0,001	0,985
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Sólidos	N2O	0,003	2,301	0,008	0,001	0,985
3.D.2.a.iii.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N2O	0,003	2,423	0,007	0,001	0,986
3.A.4.b.	Caprinos	CH4	0,014	0,531	0,007	0,001	0,986
4.D.2.	Tierras convertidas en humedales	CO2	0,015	0,481	0,007	0,001	0,987

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Evaluación de tendencia, Tx,t	Incertidumbre combinada Ux,t	Evaluación de tendencia Nivel 2 Lux,t	Aporte de la tendencia	Total acumulativo
				%			
4.A.1.b.i.3.	Trozos otras exóticas	CO2	0,018	0,372	0,007	0,001	0,988
3.B.1.a.	Vacas lecheras	CH4	0,014	0,482	0,007	0,001	0,988
4.A.1.b.iv.	Quema controlada de residuos forestales	N2O	0,007	0,909	0,006	0,000	0,989
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Sólidos	CO2	0,040	0,135	0,005	0,000	0,989
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Biomasa	CH4	0,002	2,354	0,005	0,000	0,990
3.B.1.b.iii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	CH4	0,011	0,482	0,005	0,000	0,990
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Sólidos	CH4	0,002	2,303	0,005	0,000	0,990
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Gaseosos	CO2	0,037	0,135	0,005	0,000	0,991
2.B.8.a.	Metanol	CH4	0,006	0,800	0,005	0,000	0,991
3.B.5.d.v.	Aves de corral	N2O	0,005	0,832	0,004	0,000	0,991
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Sólidos	CH4	0,002	2,301	0,004	0,000	0,992
2.D.1.	Uso de lubricantes	CO2	0,008	0,539	0,004	0,000	0,992
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Gaseosos	CO2	0,083	0,051	0,004	0,000	0,993
2.A.2.	Producción de cal	CO2	0,012	0,364	0,004	0,000	0,993
3.D.2.b.iii.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N2O	0,003	1,641	0,004	0,000	0,993
4.A.2.c.ii.	Humedales convertidos en plantaciones forestales	CO2	0,011	0,365	0,004	0,000	0,994
4.A.2.a.i.	Tierras de cultivo convertidas en bosque nativo	CO2	0,007	0,614	0,004	0,000	0,994
4.A.1.b.iii.1.a.	Incendios Bosque nativo	CH4	0,004	1,087	0,004	0,000	0,994
3.B.1.a.	Vacas lecheras	N2O	0,003	1,201	0,004	0,000	0,995
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Líquidos	N2O	0,001	2,301	0,003	0,000	0,995
3.G.2.	Dolomita	CO2	0,004	0,869	0,003	0,000	0,995
3.G.1.	Caliza	CO2	0,003	0,869	0,003	0,000	0,995
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo	N2O	0,004	0,665	0,003	0,000	0,996
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Sólidos	N2O	0,001	2,300	0,003	0,000	0,996
3.B.5.a.	Ganado vacuno	N2O	0,003	0,832	0,003	0,000	0,996
3.B.1.b.v.	Terneros	CH4	0,006	0,482	0,003	0,000	0,996
1.A.3.e	Otro tipo de transporte	CH4	0,001	3,000	0,003	0,000	0,996

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Evaluación de tendencia, Tx,t	Incertidumbre combinada Ux,t	Evaluación de tendencia Nivel 2 Lux,t	Aporte de la tendencia	Total acumulativo
				%			
4.A.1.b.iii.1.a.	Incendios Bosque nativo	N2O	0,002	0,912	0,002	0,000	0,997
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos	CH4	0,001	2,236	0,002	0,000	0,997
4.A.1.b.iii.1.b.	Incendios Plantaciones forestales	CH4	0,002	1,084	0,002	0,000	0,997
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos	N2O	0,001	2,236	0,002	0,000	0,997
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Líquidos	CH4	0,001	2,303	0,002	0,000	0,997
3.A.3.c.	Juveniles	CH4	0,004	0,531	0,002	0,000	0,997
3.A.4.f.	Camélidos (llamas y alpacas)	CH4	0,003	0,665	0,002	0,000	0,998
2.B.8.b.	Etileno	CO2	0,005	0,316	0,002	0,000	0,998
1.A.3.e	Otro tipo de transporte	CO2	0,023	0,071	0,002	0,000	0,998
1.A.3.e	Otro tipo de transporte	N2O	0,001	3,000	0,002	0,000	0,998
3.B.4.e.	Aves de corral	N2O	0,001	1,201	0,002	0,000	0,998
1.A.3.c	Ferrocarriles	N2O	0,001	2,001	0,001	0,000	0,998
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Líquidos	CH4	0,001	2,301	0,001	0,000	0,998
2.G.1.b.	Uso de equipos eléctricos	SF6	0,004	0,361	0,001	0,000	0,998
1.A.3.d	Navegación marítima y fluvial	N2O	0,001	1,414	0,001	0,000	0,999
3.B.2.	Ovinos	CH4	0,002	0,531	0,001	0,000	0,999
4.A.1.b.iii.1.b.	Incendios Plantaciones forestales	N2O	0,001	0,909	0,001	0,000	0,999
2.G.1.a.	Manufactura de equipos eléctricos	SF6	0,003	0,361	0,001	0,000	0,999
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CO2	0,004	0,255	0,001	0,000	0,999
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Líquidos	N2O	0,000	2,303	0,001	0,000	0,999
3.B.4.e.	Aves de corral	CH4	0,002	0,531	0,001	0,000	0,999
4.A.1.c.i.	Restitución	CO2	0,003	0,374	0,001	0,000	0,999
3.B.4.c.	Equinos	CH4	0,002	0,531	0,001	0,000	0,999
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	CO2	0,001	1,021	0,001	0,000	0,999
3.B.3.	Porcinos	N2O	0,001	1,142	0,001	0,000	0,999
1.A.3.a	Aviación civil	N2O	0,001	1,513	0,001	0,000	0,999
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Líquidos	N2O	0,000	2,300	0,001	0,000	1,000
3.A.4.d.	Mulas y asnos	CH4	0,001	0,531	0,001	0,000	1,000

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Evaluación de tendencia, Tx,t	Incertidumbre combinada Ux,t	Evaluación de tendencia Nivel 2 Lux,t	Aporte de la tendencia	Total acumulativo
				%			
5.C.1.	Incineración de residuos	CO2	0,000	2,200	0,001	0,000	1,000
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Gaseosos	CO2	0,008	0,071	0,001	0,000	1,000
1.A.3.c	Ferrocarriles	CO2	0,007	0,071	0,000	0,000	1,000
3.B.4.f.	Camélidos (llamas y alpacas)	CH4	0,001	0,531	0,000	0,000	1,000
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Sólidos	N2O	0,000	2,303	0,000	0,000	1,000
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Líquidos	CH4	0,000	2,300	0,000	0,000	1,000
3.A.3.a.	Marranas	CH4	0,001	0,531	0,000	0,000	1,000
3.B.4.b.	Caprinos	CH4	0,000	0,531	0,000	0,000	1,000
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Gaseosos	CH4	0,000	2,303	0,000	0,000	1,000
1.B.2.a	Petróleo	CO2	0,000	0,752	0,000	0,000	1,000
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	CH4	0,000	1,303	0,000	0,000	1,000
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	N2O	0,000	1,162	0,000	0,000	1,000
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Sólidos	CH4	0,000	2,300	0,000	0,000	1,000
1.B.2.b	Gas natural	CO2	0,000	2,500	0,000	0,000	1,000
1.A.3.d	Navegación marítima y fluvial	CH4	0,000	0,539	0,000	0,000	1,000
2.A.3.	Producción de vidrio	CO2	0,001	0,122	0,000	0,000	1,000
3.D.1.f.	Cultivo de suelos orgánicos (histosoles)	N2O	0,000	1,053	0,000	0,000	1,000
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Gaseosos	N2O	0,000	2,300	0,000	0,000	1,000
3.B.5.c.	Porcinos	N2O	0,000	0,832	0,000	0,000	1,000
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Gaseosos	CH4	0,000	2,300	0,000	0,000	1,000
2.B.8.b.	Etileno	CH4	0,001	0,100	0,000	0,000	1,000
3.B.4.d.	Mulas y asnos	CH4	0,000	0,531	0,000	0,000	1,000
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	CH4	0,000	1,303	0,000	0,000	1,000
3.A.4.g.ii.	Jabalíes	CH4	0,000	0,711	0,000	0,000	1,000
3.A.4.g.i.	Ciervos	CH4	0,000	0,711	0,000	0,000	1,000
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Gaseosos	N2O	0,000	2,303	0,000	0,000	1,000
3.B.4.g.ii.	Jabalíes	CH4	0,000	0,531	0,000	0,000	1,000
1.A.3.c	Ferrocarriles	CH4	0,000	1,501	0,000	0,000	1,000

Código IPCC	Categoría IPCC	Gas de efecto invernadero	Evaluación de tendencia, Tx,t	Incertidumbre combinada Ux,t	Evaluación de tendencia Nivel 2 Lux,t	Aporte de la tendencia	Total acumulativo
				%			
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	N2O	0,000	1,162	0,000	0,000	1,000
1.A.3.a	Aviación civil	CH4	0,000	1,020	0,000	0,000	1,000
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Gaseosos	N2O	0,000	2,301	0,000	0,000	1,000
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Gaseosos	CH4	0,000	2,301	0,000	0,000	1,000
3.A.3.b.	Verracos	CH4	0,000	0,531	0,000	0,000	1,000
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CH4	0,000	0,255	0,000	0,000	1,000
3.D.2.b.v.	Mineralización / inmovilización asociada a la pérdida / ganancia de materia orgánica del suelo	N2O	0,000	1,702	0,000	0,000	1,000
3.B.4.g.i.	Ciervos	CH4	0,000	0,531	0,000	0,000	1,000
5.C.1.	Incineración de residuos	N2O	0,000	2,236	0,000	0,000	1,000
5.C.1.	Incineración de residuos	CH4	0,000	2,236	0,000	0,000	1,000
3.A.4.e.	Aves de corral	CH4	0,000	0,531	0,000	0,000	1,000
3.B.4.a.	Búfalos	CH4	0,000	0,531	0,000	0,000	1,000

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

## **ANEXO 02. INCERTIDUMBRE**

Según las *Directrices del IPCC de 2006*, la incertidumbre del INGEI se basa en la incertidumbre de las emisiones y absorciones que la componen, producto a su vez de la incertidumbre de los datos de actividad y los factores de emisión asociados a las fuentes y sumideros.

El método aplicado para la estimación de incertidumbre fue el Método 1, que se basa en la ecuación de propagación del error. Para la utilización de este método se consideró que no existen correlaciones, o bien estas no son importantes para efectos de cálculo.

El análisis del Método 1 estima las incertidumbres mediante la ecuación de propagación del error en dos pasos. Primero se combina la incertidumbre (incertidumbre combinada) del factor de emisión, los datos de actividad y otros rangos de parámetros de estimación por categoría y GEI. Luego se adicionan las incertidumbres de cada fuente y sumidero, para llegar a una incertidumbre general del inventario nacional, y la tendencia de las emisiones y absorciones nacionales entre el año base y el año actual.

### **Método 1: Propagación del error**

Para la combinación de las incertidumbres asociadas por multiplicación, la desviación estándar combinada es la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las desviaciones estándar de las cantidades que se multiplican, con las desviaciones estándar expresadas como coeficientes de variación, que son las relaciones de las desviaciones estándar con los valores medios adecuados. Esto queda expresado por la ecuación siguiente, expresada en términos porcentuales:

Ecuación 6. Propagación del error: Combinación de incertidumbre – Multiplicación

$$U = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \dots + U_n^2}$$

Fuente: punto 3.2.3.1., cap. 3, vol. 1, *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- $U$  = el porcentaje de incertidumbre del producto de las cantidades
- $U_i$  = el porcentaje de incertidumbre asociado con la cantidad  $i$

Esta fórmula es muy importante para la estimación de la incertidumbre de las emisiones y absorciones, que es la multiplicación de la incertidumbre los datos de actividad por la incertidumbre de los factores de emisión correspondientes para cada fuente o sumidero.

Para la estimación de la incertidumbre de valores asociados por adición, la desviación estándar de la suma es calculada mediante la fórmula siguiente:

Ecuación 7. Propagación del error: Combinación de incertidumbre – Adición

$$U = \frac{\sqrt{(U_1 * x_1)^2 + (U_2 * x_2)^2 + \dots + (U_n * x_n)^2}}{|x_1 + x_2 + \dots + x_n|}$$

Fuente: punto 3.2.3.1., cap. 3, vol. 1, *Directrices del IPCC de 2006*

Donde:

- $U$  = el porcentaje de incertidumbre de la suma de las cantidades
- $X_i, U_i$  = el valor incierto y el porcentaje de incertidumbre asociado, respectivamente

El INGEI es, principalmente, la suma de los productos de los factores de emisión, los datos de la actividad y otros parámetros de estimación. Por lo tanto, es posible usar en forma repetida fórmulas anteriores para estimar la incertidumbre del inventario total.

Por otra parte, se estiman las incertidumbres de la tendencia por medio de dos sensibilidades:

- Sensibilidad del tipo A: el cambio en la diferencia de las emisiones totales entre el año de base y el año actual, expresado como porcentaje, resultado de un incremento del 1 por ciento de las emisiones o absorciones de una categoría dada y el gas en el año de base y en el año actual.
- Sensibilidad del tipo B: el cambio en la diferencia de las emisiones totales entre el año de base y el año actual, expresado como porcentaje, resultado de un incremento del 1 por ciento de las emisiones o absorciones de una categoría dada y el gas solamente en el año actual.

Las sensibilidades de tipo A y B son simplemente variables intermedias que simplifican el procedimiento el análisis aproximado de la correlación. Los resultados del análisis no se limitan a un cambio de uno por ciento únicamente, sino que dependen del rango de incertidumbre de cada categoría. Conceptualmente, la sensibilidad de tipo A surge de las incertidumbres que afectan igualmente a las emisiones o absorciones del año de base y del año actual, y la sensibilidad de tipo B surge de las incertidumbres que afectan únicamente a las emisiones o absorciones del año actual. Las incertidumbres que están totalmente correlacionadas entre los años se asocian con las sensibilidades de tipo A, y las incertidumbres no correlacionadas entre los años se asocian con las sensibilidades de tipo B. Las incertidumbres del factor de emisión (y otros parámetros de estimación) tienden a tener sensibilidades del tipo A, y las incertidumbres de los datos de la actividad tienden a tenerlas del tipo B. Sin embargo, esta asociación no siempre se sostiene y es posible aplicar las sensibilidades del tipo A a los datos de la actividad, y las del tipo B a los factores de emisión, para reflejar las circunstancias nacionales particulares.

Una vez calculadas las incertidumbres incluidas en el inventario nacional por sensibilidades de tipo A y B, se las puede sumar por medio de la ecuación de propagación del error para obtener la incertidumbre general de la tendencia.

La estimación de la incertidumbre mediante el Método 1 tiene, por lo tanto dos objetivos: estimar la contribución a la varianza total del inventario de cada categoría y estimar la incertidumbre introducida en la tendencia en el total de las emisiones nacionales.

La desagregación de las categorías fue diferente para cada sector. En el caso del sector *Energía* la incertidumbre no solo se diferenció por tipo de gas sino que también por tipo de combustible, llegando además a un nivel de subcategoría, bajo la denominación de las *Directrices del IPCC de 2006 para Industrias de la energía; Industrias manufactureras y de la construcción; Otros sectores; y Combustibles sólidos*. Las subcategorías *Transporte y Petróleo y gas natural* fueron desagregadas en un cuarto nivel. En el caso del sector IPPU, la desagregación alcanzó las subcategorías y en el caso de *Producción petroquímica y de negro de humo y de Equipos eléctricos* se llegó a un cuarto nivel de subcategoría. Para Agricultura, la desagregación llegó en general a un cuarto nivel de desagregación y, en ocasiones hasta un quinto. En el caso de UTCUTS, en general se llegó hasta un nivel de subcategoría pero para *Tierras forestales* que contiene emisiones importantes se alcanzó hasta un séptimo nivel para algunas fuentes y sumideros. En este sector también se diferenció la



incertidumbre por tipo de gas. Para el sector Residuos se logró una desagregación hasta subcategoría, diferenciando por tipo de gas. Para mayor detalle se incluye la Tabla 7 que muestra los resultados obtenidos por el análisis de incertidumbre del INGEI para el año 2016.

Cabe destacar que la estimación de la incertidumbre está directamente relacionada con la identificación de las categorías principales, pudiendo aplicar el Método 2 para dicho proceso. Para ello es necesario que tanto el análisis de la incertidumbre como la identificación de las categorías principales tengan el mismo grado de desagregación para cada fuente o sumidero.

Para mayor detalle de su cálculo y resultados, ver anexo digital: *2018\_INC\_CL*.

Tabla 7. Análisis de incertidumbre utilizando el Método 1 de las *Directrices del IPCC de 2006* para la tendencia del INGEI de Chile entre los años 1990 y 2016

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Emisiones / absorciones año base 1990	Emisiones / absorciones año t	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada		Contribución a la varianza del 2016  (fracción)	Tendencia del inventario en las emisiones nacionales para el incremento del año t respecto al año 1990  (% del año base)	Incertidumbre introducida en la tendencia de las emisiones nacionales totales respecto del año base		
					(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%			(-)%	(+)%	
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Líquidos	CO2	1.375,172	1.699,531	1,00%	1,00%	5,00%	5,00%	5,10%	5,10%	0,000	23,59	61,16%	61,16%	
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Líquidos	CH4	1,200	1,686	1,00%	1,00%	70,00%	230,00%	70,01%	230,00%	0,000	40,44	0,01%	0,10%	
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Líquidos	N2O	2,717	4,004	1,00%	1,00%	70,00%	230,00%	70,01%	230,00%	0,000	47,35	0,05%	0,50%	
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Sólidos	CO2	3.567,477	28.587,143	1,00%	1,00%	5,00%	5,00%	5,10%	5,10%	0,002	701,33	199,96%	199,96%	
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Sólidos	CH4	0,901	7,461	1,00%	1,00%	70,00%	230,00%	70,01%	230,00%	0,000	728,45	0,00%	0,03%	
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Sólidos	N2O	15,573	132,261	1,00%	1,00%	70,00%	230,00%	70,01%	230,00%	0,000	749,31	0,71%	7,68%	
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Gaseosos	CO2	879,512	5.197,036	1,00%	1,00%	5,00%	5,00%	5,10%	5,10%	0,000	490,90	15,88%	15,88%	
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Gaseosos	CH4	0,392	2,316	1,00%	1,00%	70,00%	230,00%	70,01%	230,00%	0,000	490,90	0,00%	0,01%	
1.A.1	Industrias de la energía - Combustibles Gaseosos	N2O	0,467	2,761	1,00%	1,00%	70,00%	230,00%	70,01%	230,00%	0,000	490,90	0,00%	0,01%	
1.A.1	Industrias de la energía - Biomasa	CH4	-	29,701	1,00%	1,00%	70,00%	230,00%	70,01%	230,00%	0,000	-	0,01%	0,12%	
1.A.1	Industrias de la energía - Biomasa	N2O	-	47,180	1,00%	1,00%	70,00%	230,00%	70,01%	230,00%	0,000	-	0,03%	0,31%	
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Líquidos	CO2	5.579,080	11.623,365	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	7,07%	7,07%	0,001	108,34	910,74%	910,74%	
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Líquidos	CH4	5,430	11,265	5,00%	5,00%	70,00%	230,00%	70,18%	230,05%	0,000	107,47	0,18%	1,89%	
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Líquidos	N2O	12,873	26,516	5,00%	5,00%	70,00%	230,00%	70,18%	230,05%	0,000	105,97	0,99%	10,67%	
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Sólidos	CO2	6.415,913	2.109,015	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	7,07%	7,07%	0,000	67,13	-	1370,47 %	1370,47 %
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Sólidos	CH4	15,069	4,726	5,00%	5,00%	70,00%	230,00%	70,18%	230,05%	0,000	68,64	1,58%	17,08%	
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Sólidos	N2O	26,874	8,407	5,00%	5,00%	70,00%	230,00%	70,18%	230,05%	0,000	68,72	5,03%	54,31%	
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Gaseosos	CO2	144,415	1.952,290	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	7,07%	7,07%	0,000	1.251,86	0,64%	0,64%	
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Gaseosos	CH4	0,064	0,870	5,00%	5,00%	70,00%	230,00%	70,18%	230,05%	0,000	1.251,86	0,00%	0,00%	
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Combustibles Gaseosos	N2O	0,077	1,037	5,00%	5,00%	70,00%	230,00%	70,18%	230,05%	0,000	1.251,86	0,00%	0,00%	
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Biomasa	CH4	23,835	151,275	50,00%	50,00%	70,00%	230,00%	86,02%	235,37%	0,000	534,68	2,47%	23,77%	
1.A.2	Industrias manufactureras y de la construcción - Biomasa	N2O	-	-	50,00%	50,00%	70,00%	230,00%	86,02%	235,37%	0,000	-	6,25%	60,03%	

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Emisiones / absorciones año base 1990	Emisiones / absorciones año t	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada		Contribución a la varianza del 2016 (fracción)	Tendencia del inventario en las emisiones nacionales para el incremento del año t respecto al año 1990	Incertidumbre introducida en la tendencia de las emisiones nacionales totales respecto del año base	
					kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%		(-)%	(+)%	(% del año base)
			37,882	240,426								534,68		
1.A.3.a	Aviación civil	CO2	563,011	1.660,344	20,00%	20,00%	5,00%	5,00%	20,62%	20,62%	0,000	194,90	14,58%	14,58%
1.A.3.a	Aviación civil	CH4	0,099	0,290	20,00%	20,00%	57,00%	100,00%	60,41%	101,98%	0,000	194,62	0,00%	0,00%
1.A.3.a	Aviación civil	N2O	4,698	13,841	20,00%	20,00%	70,00%	150,00%	72,80%	151,33%	0,000	194,62	0,12%	0,56%
1.A.3.b	Transporte terrestre	CO2	7.333,903	22.982,293	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	7,07%	7,07%	0,002	213,37	1441,44 %	1441,44 %
1.A.3.b	Transporte terrestre	CH4	52,248	106,722	5,00%	5,00%	60,00%	300,00%	60,21%	300,04%	0,000	104,26	11,97%	299,26%
1.A.3.b	Transporte terrestre	N2O	107,537	522,411	5,00%	5,00%	60,00%	300,00%	60,21%	300,04%	0,001	385,80	38,36%	958,05%
1.A.3.c	Ferrocarriles	CO2	57,560	137,436	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	7,07%	7,07%	0,000	138,77	0,10%	0,10%
1.A.3.c	Ferrocarriles	CH4	0,080	0,195	5,00%	5,00%	60,00%	150,00%	60,21%	150,08%	0,000	142,84	0,00%	0,00%
1.A.3.c	Ferrocarriles	N2O	6,578	15,784	5,00%	5,00%	50,00%	200,00%	50,25%	200,06%	0,000	139,94	0,13%	2,04%
1.A.3.d	Navegación marítima y fluvial	CO2	871,458	737,583	20,00%	20,00%	5,00%	5,00%	20,62%	20,62%	0,000	15,36	26,69%	26,69%
1.A.3.d	Navegación marítima y fluvial	CH4	2,050	1,699	20,00%	20,00%	50,00%	50,00%	53,85%	53,85%	0,000	17,11	0,01%	0,01%
1.A.3.d	Navegación marítima y fluvial	N2O	6,981	5,787	20,00%	20,00%	40,00%	140,00%	44,72%	141,42%	0,000	17,11	0,11%	1,30%
1.A.3.e	Otro tipo de transporte	CO2	210,979	713,546	5,00%	5,00%	5,00%	5,00%	7,07%	7,07%	0,000	238,21	1,26%	1,26%
1.A.3.e	Otro tipo de transporte	CH4	7,975	24,487	5,00%	5,00%	60,00%	300,00%	60,21%	300,04%	0,000	207,05	0,25%	6,33%
1.A.3.e	Otro tipo de transporte	N2O	4,777	13,949	5,00%	5,00%	60,00%	300,00%	60,21%	300,04%	0,000	192,00	0,09%	2,30%
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Líquidos	CO2	2.732,750	5.284,802	12,50%	12,50%	5,00%	5,00%	13,46%	13,46%	0,000	93,39	246,37%	246,37%
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Líquidos	CH4	7,173	13,938	12,50%	12,50%	70,00%	230,00%	71,11%	230,34%	0,000	94,31	0,31%	3,35%
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Líquidos	N2O	3,737	7,334	12,50%	12,50%	70,00%	230,00%	71,11%	230,34%	0,000	96,28	0,08%	0,91%
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Sólidos	CO2	318,363	13,653	12,50%	12,50%	5,00%	5,00%	13,46%	13,46%	0,000	95,71	3,68%	3,68%
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Sólidos	CH4	17,464	0,513	12,50%	12,50%	70,00%	230,00%	71,11%	230,34%	0,000	97,07	2,18%	23,50%
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Sólidos	N2O	1,132	0,034	12,50%	12,50%	70,00%	230,00%	71,11%	230,34%	0,000	96,97	0,01%	0,10%
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Gaseosos	CO2	353,447	1.421,742	12,50%	12,50%	5,00%	5,00%	13,46%	13,46%	0,000	302,25	4,78%	4,78%
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Gaseosos	CH4	0,788	3,168	12,50%	12,50%	70,00%	230,00%	71,11%	230,34%	0,000	302,25	0,00%	0,03%

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Emisiones / absorciones año base 1990	Emisiones / absorciones año t	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada		Contribución a la varianza del 2016 (fracción)	Tendencia del inventario en las emisiones nacionales para el incremento del año t respecto al año 1990	Incertidumbre introducida en la tendencia de las emisiones nacionales totales respecto del año base	
					kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%		(-)%	(+)%	(% del año base)
1.A.4	Otros sectores - Combustibles Gaseosos	N2O	0,188	0,755	12,50%	12,50%	70,00%	230,00%	71,11%	230,34%	0,000	302,25	0,00%	0,00%
1.A.4	Otros sectores - Biomasa	CH4	565,297	527,518	50,00%	50,00%	70,00%	230,00%	86,02%	235,37%	0,001	6,68	2101,05 %	22647,08 %
1.A.4	Otros sectores - Biomasa	N2O	89,844	83,842	50,00%	50,00%	70,00%	230,00%	86,02%	235,37%	0,000	6,68	53,33%	574,84%
1.B.1	Combustibles sólidos	CH4	573,164	91,933	2,00%	2,00%	60,00%	300,00%	60,03%	300,01%	0,000	83,96	1693,74 %	42343,59 %
1.B.2.a	Petróleo	CO2	2,007	0,485	5,00%	5,00%	75,00%	75,00%	75,17%	75,17%	0,000	75,82	0,03%	0,03%
1.B.2.a	Petróleo	CH4	755,542	186,720	5,00%	5,00%	75,00%	75,00%	75,17%	75,17%	0,000	75,29	4556,20 %	4556,20 %
1.B.2.b	Gas natural	CO2	0,558	0,723	5,00%	5,00%	40,00%	250,00%	40,31%	250,05%	0,000	29,63	0,00%	0,03%
1.B.2.b	Gas natural	CH4	923,441	721,770	5,00%	5,00%	40,00%	250,00%	40,31%	250,05%	0,001	21,84	1845,38 %	72082,54 %
2.A.1.	Producción de cemento	CO2	650,087	882,037	2,00%	2,00%	26,42%	26,42%	26,50%	26,50%	0,000	35,68	380,20%	380,20%
2.A.2.	Producción de cal	CO2	118,204	616,650	2,00%	2,00%	36,30%	36,30%	36,36%	36,36%	0,000	421,69	16,31%	16,31%
2.A.3.	Producción de vidrio	CO2	12,027	103,004	7,07%	7,07%	10,00%	10,00%	12,25%	12,25%	0,000	756,47	0,01%	0,01%
2.B.2.	Producción de ácido nítrico	N2O	295,737	452,225	2,00%	2,00%	40,05%	40,05%	40,10%	40,10%	0,000	52,91	178,66%	178,66%
2.B.8.a.	Metanol	CO2	561,305	259,349	1,00%	1,00%	30,00%	30,00%	30,02%	30,02%	0,000	53,80	395,77%	395,77%
2.B.8.a.	Metanol	CH4	48,172	22,258	1,00%	1,00%	80,00%	30,00%	80,01%	30,02%	0,000	53,80	20,84%	2,93%
2.B.8.b.	Etileno	CO2	41,980	3,913	1,00%	1,00%	31,62%	31,62%	31,64%	31,64%	0,000	90,68	2,55%	2,55%
2.B.8.b.	Etileno	CH4	6,026	0,562	1,00%	1,00%	10,00%	10,00%	10,05%	10,05%	0,000	90,68	0,01%	0,01%
2.C.1.	Producción de hierro y acero	CO2	1.393,748	1.327,617	5,00%	5,00%	10,00%	10,00%	11,18%	11,18%	0,000	4,74	257,80%	257,80%
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CO2	31,563	-	5,00%	5,00%	25,00%	25,00%	25,50%	25,50%	0,000	100,00	0,91%	0,91%
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	CH4	0,128	-	5,00%	5,00%	25,00%	25,00%	25,50%	25,50%	0,000	100,00	0,00%	0,00%
2.D.1.	Uso de lubricantes	CO2	68,069	119,937	20,00%	20,00%	50,09%	50,09%	53,94%	53,94%	0,000	76,20	14,56%	14,56%
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	CO2	7,076	9,989	20,00%	20,00%	100,12 %	100,12 %	102,10%	102,10%	0,000	41,16	0,65%	0,65%
2.F.1.	Refrigeración y aire acondicionado	HFC	-	2.753,199	50,00%	50,00%	143,96 %	173,21%	152,40%	180,28%	0,016	-	510,21%	694,17%
2.F.2.	Agentes espumantes	HFC	-	25,480	50,00%	50,00%	110,45 %	722,84%	121,24%	724,57%	0,000	-	0,03%	0,90%
2.F.3.	Protección contra incendios	HFC	-	-	50,00%	50,00%	60,03%	100,02%	78,13%	111,82%	0,000	-	0,07%	0,13%

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Emisiones / absorciones año base 1990	Emisiones / absorciones año t	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada		Contribución a la varianza del 2016 (fracción)	Tendencia del inventario en las emisiones nacionales para el incremento del año t respecto al año 1990	Incertidumbre introducida en la tendencia de las emisiones nacionales totales respecto del año base		
			kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%		(% del año base)	(-)%	(+)%	
			-	56,543											
2.F.4.	Aerosoles	HFC	-	15,919	30,00%	300,00%	90,00%	100,00%	94,87%	316,23%	0,000		0,01%	0,13%	
2.F.5.	Solventes	HFC	-	11,226	30,00%	300,00%	90,00%	100,00%	94,87%	316,23%	0,000		0,00%	0,06%	
2.F.6.	Otras aplicaciones (especificar)	HFC	-	7,094	30,00%	300,00%	90,00%	100,00%	94,87%	316,23%	0,000		0,00%	0,03%	
2.G.1.a.	Manufactura de equipos eléctricos	SF6	25,483	50,901	20,00%	20,00%	30,00%	30,00%	36,06%	36,06%	0,000	99,75	0,72%	0,72%	
2.G.1.b.	Uso de equipos eléctricos	SF6	35,846	175,167	20,00%	20,00%	30,00%	30,00%	36,06%	36,06%	0,000	388,67	1,13%	1,13%	
2.G.1.c.	Eliminación de equipos eléctricos	SF6	-	46,201	20,00%	20,00%	30,00%	30,00%	36,06%	36,06%	0,000		0,01%	0,01%	
3.A.1.a.	Vacas lecheras	CH4	946,914	895,394	43,86%	43,86%	20,00%	20,00%	48,21%	48,21%	0,000	5,44	486,10%	486,10%	
3.A.1.b.i.	Vacas carne	CH4	1.022,104	940,993	43,86%	43,86%	20,00%	20,00%	48,21%	48,21%	0,000	7,94	566,67%	566,67%	
3.A.1.b.ii.	Vaquillas	CH4	793,051	836,739	43,86%	43,86%	20,00%	20,00%	48,21%	48,21%	0,000	5,51	339,64%	339,64%	
3.A.1.b.iii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	CH4	434,681	212,812	43,86%	43,86%	20,00%	20,00%	48,21%	48,21%	0,000	51,04	105,83%	105,83%	
3.A.1.b.iv.	Jóvenes carne (novillo 1-2 años)	CH4	666,355	519,454	43,86%	43,86%	20,00%	20,00%	48,21%	48,21%	0,000	22,05	243,61%	243,61%	
3.A.1.b.v.	Terneros	CH4	693,161	616,650	43,86%	43,86%	20,00%	20,00%	48,21%	48,21%	0,000	11,04	261,91%	261,91%	
3.A.2.	Ovinos	CH4	600,116	357,142	43,86%	43,86%	30,00%	30,00%	53,14%	53,14%	0,000	40,49	448,32%	448,32%	
3.A.3.a.	Marranas	CH4	5,039	15,277	43,86%	43,86%	30,00%	30,00%	53,14%	53,14%	0,000	203,19	0,03%	0,03%	
3.A.3.b.	Verracos	CH4	0,113	0,342	43,86%	43,86%	30,00%	30,00%	53,14%	53,14%	0,000	203,19	0,00%	0,00%	
3.A.3.c.	Juveniles	CH4	32,628	98,923	43,86%	43,86%	30,00%	30,00%	53,14%	53,14%	0,000	203,19	1,16%	1,16%	
3.A.4.b.	Caprinos	CH4	109,614	59,640	43,86%	43,86%	30,00%	30,00%	53,14%	53,14%	0,000	45,59	15,09%	15,09%	
3.A.4.c.	Equinos	CH4	152,215	106,141	43,86%	43,86%	30,00%	30,00%	53,14%	53,14%	0,000	30,27	28,75%	28,75%	
3.A.4.d.	Mulas y asnos	CH4	8,947	3,988	43,86%	43,86%	30,00%	30,00%	53,14%	53,14%	0,000	55,42	0,10%	0,10%	
3.A.4.e.	Aves de corral	CH4	-	-	43,86%	43,86%	30,00%	30,00%	53,14%	53,14%	0,000		0,00%	0,00%	
3.A.4.f.	Camélidos (llamas y alpacas)	CH4	23,037	12,639	43,86%	43,86%	50,00%	30,00%	66,51%	53,14%	0,000	45,13	1,85%	0,67%	
3.A.4.g.i.	Ciervos	CH4	0,764	5,753	50,49%	50,49%	50,00%	30,00%	71,06%	58,73%	0,000	653,29	0,00%	0,00%	
3.A.4.g.ii.	Jabalíes	CH4	-	0,131	50,49%	50,49%	50,00%	30,00%	71,06%	58,73%	0,000		0,00%	0,00%	

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Emisiones / absorciones año base 1990	Emisiones / absorciones año t	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada		Contribución a la varianza del 2016 (fracción)	Tendencia del inventario en las emisiones nacionales para el incremento del año t respecto al año 1990	Incertidumbre introducida en la tendencia de las emisiones nacionales totales respecto del año base		
			kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%		(% del año base)	(-)%	(+)%	
3.B.1.a.	Vacas lecheras	CH4	111,405	86,148	43,86%	43,86%	20,00%	20,00%	48,21%	48,21%	0,000	-	22,67	6,85%	6,85%
3.B.1.a.	Vacas lecheras	N2O	24,984	20,131	66,51%	66,51%	50,00%	100,00%	83,21%	120,10%	0,000	-	19,42	2,13%	8,51%
3.B.1.b.i.	Vacas carne	CH4	222,043	196,871	43,86%	43,86%	20,00%	20,00%	48,21%	48,21%	0,000	-	11,34	27,01%	27,01%
3.B.1.b.ii.	Vaquillas	CH4	181,237	186,974	43,86%	43,86%	20,00%	20,00%	48,21%	48,21%	0,000	-	3,17	17,87%	17,87%
3.B.1.b.iii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	CH4	85,738	39,482	43,86%	43,86%	20,00%	20,00%	48,21%	48,21%	0,000	-	53,95	4,14%	4,14%
3.B.1.b.iii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	N2O	68,663	31,391	66,51%	66,51%	50,00%	100,00%	83,21%	120,10%	0,000	-	54,28	16,56%	66,18%
3.B.1.b.iv.	Jóvenes carne (novillo 1-2 años)	CH4	171,772	129,499	43,86%	43,86%	20,00%	20,00%	48,21%	48,21%	0,000	-	24,61	16,29%	16,29%
3.B.1.b.v.	Terneros	CH4	46,118	41,563	43,86%	43,86%	20,00%	20,00%	48,21%	48,21%	0,000	-	9,88	1,17%	1,17%
3.B.2.	Ovinos	CH4	18,003	10,714	43,86%	43,86%	30,00%	30,00%	53,14%	53,14%	0,000	-	40,49	0,41%	0,41%
3.B.3.	Porcinos	CH4	457,724	1.013,570	43,86%	43,86%	20,00%	20,00%	48,21%	48,21%	0,000	-	121,44	110,39%	110,39%
3.B.3.	Porcinos	N2O	7,934	52,213	55,22%	55,22%	50,00%	100,00%	74,49%	114,23%	0,000	-	558,05	0,16%	0,52%
3.B.4.a.	Búfalos	CH4	-	-	43,86%	43,86%	30,00%	30,00%	53,14%	53,14%	0,000	-	-	0,00%	0,00%
3.B.4.b.	Caprinos	CH4	3,727	2,028	43,86%	43,86%	30,00%	30,00%	53,14%	53,14%	0,000	-	45,59	0,02%	0,02%
3.B.4.c.	Equinos	CH4	13,869	9,671	43,86%	43,86%	30,00%	30,00%	53,14%	53,14%	0,000	-	30,27	0,24%	0,24%
3.B.4.d.	Mulas y asnos	CH4	0,805	0,359	43,86%	43,86%	30,00%	30,00%	53,14%	53,14%	0,000	-	55,42	0,00%	0,00%
3.B.4.e.	Aves de corral	CH4	15,816	27,143	43,86%	43,86%	30,00%	30,00%	53,14%	53,14%	0,000	-	71,62	0,29%	0,29%
3.B.4.e.	Aves de corral	N2O	11,084	19,021	66,51%	66,51%	50,00%	100,00%	83,21%	120,10%	0,000	-	71,62	0,39%	1,55%
3.B.4.f.	Camélidos (llamas y alpacas)	CH4	5,529	3,033	43,86%	43,86%	30,00%	30,00%	53,14%	53,14%	0,000	-	45,13	0,04%	0,04%
3.B.4.g.i.	Ciervos	CH4	0,008	0,063	43,86%	43,86%	30,00%	30,00%	53,14%	53,14%	0,000	-	653,29	0,00%	0,00%
3.B.4.g.ii.	Jabalíes	CH4	-	0,087	43,86%	43,86%	30,00%	30,00%	53,14%	53,14%	0,000	-	-	0,00%	0,00%
3.B.5.a.	Ganado vacuno	N2O	27,788	18,800	66,51%	66,51%	50,00%	50,00%	83,21%	83,21%	0,000	-	32,34	2,67%	2,67%
3.B.5.c.	Porcinos	N2O	3,351	57,225	66,51%	66,51%	50,00%	50,00%	83,21%	83,21%	0,000	-	1.607,92	0,08%	0,08%
3.B.5.d.v.	Aves de corral	N2O	44,335	76,085	66,51%	66,51%	50,00%	50,00%	83,21%	83,21%	0,000	-	71,62	6,30%	6,30%
3.C.	Cultivo del arroz	CH4	-	-	43,86%	43,86%	38,00%	69,00%	58,03%	81,76%	0,000	-	-	53,08%	174,58%

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Emisiones / absorciones año base 1990	Emisiones / absorciones año t	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada		Contribución a la varianza del 2016	Tendencia del inventario en las emisiones nacionales para el incremento del año t respecto al año 1990	Incertidumbre introducida en la tendencia de las emisiones nacionales totales respecto del año base	
					kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%		(-)%	(+)%	(fracción)
			164,172	133,695								18,56		
3.D.1.a.	Fertilizante inorgánicos	N2O	669,324	1.091,980	83,00%	83,00%	70,00%	67,00%	108,58%	106,67%	0,001	63,15	2802,24 %	2570,80 %
3.D.1.b.	Fertilizante orgánicos	N2O	203,512	385,193	66,51%	66,51%	70,00%	67,00%	96,56%	94,41%	0,000	89,27	253,69%	232,70%
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N2O	2.451,953	1.843,124	66,51%	66,51%	70,00%	67,00%	96,56%	94,41%	0,002	24,83	39411,49 %	36112,35 %
3.D.1.d.	Residuos de cosechas	N2O	438,758	396,807	83,00%	83,00%	70,00%	67,00%	108,58%	106,67%	0,000	9,56	1274,04 %	1167,65 %
3.D.1.f.	Cultivo de suelos orgánicos (histosoles)	N2O	0,916	1,161	33,06%	33,06%	100,00 %	67,00%	105,32%	74,71%	0,000	26,76	0,01%	0,00%
3.D.2.a.i	Fertilizante inorgánicos	N2O	66,383	108,788	87,00%	87,00%	80,00%	400,00%	118,19%	409,35%	0,000	63,88	36,11%	891,60%
3.D.2.a.ii.1.	Estiércol animal aplicado a los suelos	N2O	207,848	148,808	66,51%	66,51%	80,00%	400,00%	104,04%	405,49%	0,000	28,41	379,36%	9471,78 %
3.D.2.a.iii.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N2O	25,902	49,025	66,51%	66,51%	93,00%	233,00%	114,34%	242,31%	0,000	89,27	7,22%	45,05%
3.D.2.b.i.	Fertilizante inorgánicos	N2O	97,831	158,210	67,00%	67,00%	93,00%	233,00%	114,62%	242,44%	0,000	61,72	105,38%	658,38%
3.D.2.b.ii.1.	Estiércol animal aplicado a los suelos	N2O	299,477	224,198	66,51%	66,51%	93,00%	233,00%	114,34%	242,31%	0,000	25,14	1060,03 %	6647,55 %
3.D.2.b.iii.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	N2O	21,201	20,744	66,51%	66,51%	93,00%	150,00%	114,34%	164,09%	0,000	2,15	5,23%	13,58%
3.D.2.b.iv.	Residuos de cosechas	N2O	64,146	55,575	67,00%	67,00%	93,00%	167,00%	114,62%	179,94%	0,000	13,36	48,27%	155,48%
3.D.2.b.v.	Mineralización / inmovilización asociada a la pérdida / ganancia de materia orgánica del suelo	N2O	0,002	0,003	33,06%	33,06%	93,00%	167,00%	98,70%	170,24%	0,000	26,76	0,00%	0,00%
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo	CH4	113,721	26,622	43,86%	43,86%	50,00%	30,00%	66,51%	53,14%	0,000	76,59	46,24%	16,65%
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo	N2O	35,144	8,227	43,86%	43,86%	50,00%	30,00%	66,51%	53,14%	0,000	76,59	4,42%	1,59%
3.G.1.	Caliza	CO2	30,800	80,894	71,06%	71,06%	50,00%	50,00%	86,88%	86,88%	0,000	162,64	2,91%	2,91%
3.G.2.	Dolomita	CO2	-	7,507	71,06%	71,06%	50,00%	50,00%	86,88%	86,88%	0,000	-	0,00%	0,00%
3.H.	Aplicación de urea	CO2	169,670	356,951	43,86%	43,86%	50,00%	50,00%	66,51%	66,51%	0,000	110,38	88,35%	88,35%
4.A.1.a.i.1.	Renovales	CO2	43.965,382	48.536,135	2,09%	2,09%	44,46%	44,46%	44,51%	44,51%	0,351	10,40	8438366,92%	8438366,92%
4.A.1.a.i.2.	Planes de manejo (Ley Bosque nativo)	CO2	1.225,889	12.468,508	0,00%	0,00%	44,46%	44,46%	44,46%	44,46%	0,023	917,10	1424,43 %	1424,43 %
4.A.1.a.i.3.	Parques y reservas nacionales	CO2	18.182,967	20.189,500	2,09%	2,09%	44,46%	44,46%	44,51%	44,51%	0,061	11,04	1053515,30%	1053515,30%
4.A.1.a.ii.	Plantaciones forestales	CO2	2.622,603	47.281,140	8,00%	8,00%	36,32%	36,32%	37,19%	37,19%	0,233	1.702,83	1512,63 %	1512,63 %
4.A.1.b.i.1.	Trozos P. radiata	CO2	14.227,400	40.948,408	10,00%	10,00%	35,82%	35,82%	37,19%	37,19%	0,175	187,81	255077,57%	255077,57%

Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Emisiones / absorciones año base 1990	Emisiones / absorciones año t	Incertidumbre en los datos de actividad		Incertidumbre en el factor de emisión		Incertidumbre combinada		Contribución a la varianza del 2016 (fracción)	Tendencia del inventario en las emisiones nacionales para el incremento del año t respecto al año 1990	Incertidumbre introducida en la tendencia de las emisiones nacionales totales respecto del año base	
					kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%		(-)%	(+)%	(% del año base)
4.A.1.b.i.2.	Trozos Eucalyptus spp.	CO2	2.248,285	23.718,824	10,00%	10,00%	35,82%	35,82%	37,19%	37,19%	0,059	954,97	3130,34 %	3130,34 %
4.A.1.b.i.3.	Trozos otras exóticas	CO2	170,985	654,874	10,00%	10,00%	35,82%	35,82%	37,19%	37,19%	0,000	283,00	38,62%	38,62%
4.A.1.b.i.4.	Trozos especies nativas	CO2	4.408,024	578,163	10,00%	10,00%	44,22%	44,22%	45,33%	45,33%	0,000	86,88	52469,96 %	52469,96 %
4.A.1.b.ii.1.	Leña especies nativas	CO2	6.731,208	9.357,688	20,00%	20,00%	44,18%	44,18%	48,49%	48,49%	0,016	39,02	107076,04 %	107076,04 %
4.A.1.b.ii.2.	Leña especies exótica	CO2	4.363,577	9.645,181	20,00%	20,00%	35,82%	35,82%	41,03%	41,03%	0,012	121,04	28247,13 %	28247,13 %
4.A.1.b.iii.1.a.	Incendios Bosque nativo	CO2	1.020,744	1.338,148	15,00%	15,00%	47,75%	47,75%	50,05%	50,05%	0,000	31,10	3064,99 %	3064,99 %
4.A.1.b.iii.1.b.	Incendios Plantaciones forestales	CO2	506,159	1.825,908	15,00%	15,00%	39,30%	39,30%	42,06%	42,06%	0,000	260,74	416,59%	416,59%
4.A.1.b.iii.1.a.	Incendios Bosque nativo	CH4	30,420	39,880	15,00%	15,00%	107,66 %	107,66 %	108,70%	108,70%	0,000	31,10	13,97%	13,97%
4.A.1.b.iii.1.b.	Incendios Plantaciones forestales	CH4	17,946	61,146	15,00%	15,00%	107,36 %	107,36 %	108,40%	108,40%	0,000	240,72	3,97%	3,97%
4.A.1.b.iii.1.a.	Incendios Bosque nativo	N2O	20,059	26,297	15,00%	15,00%	89,98%	89,98%	91,22%	91,22%	0,000	31,10	4,24%	4,24%
4.A.1.b.iii.1.b.	Incendios Plantaciones forestales	N2O	11,834	40,320	15,00%	15,00%	89,62%	89,62%	90,87%	90,87%	0,000	240,72	1,20%	1,20%
4.A.1.b.iv.	Quema controlada de residuos forestales	CH4	80,527	22,679	15,00%	15,00%	107,36 %	107,36 %	108,40%	108,40%	0,000	71,84	106,47%	106,47%
4.A.1.b.iv.	Quema controlada de residuos forestales	N2O	53,100	14,955	15,00%	15,00%	89,62%	89,62%	90,87%	90,87%	0,000	71,84	32,27%	32,27%
4.A.1.c.i.	Restitución	CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.1.c.ii.	Sustitución	CO2	16,143	124,473	19,25%	19,25%	32,02%	32,02%	37,36%	37,36%	0,000	671,05	0,21%	0,21%
4.A.2.a.i.	Tierras de cultivo convertidas en bosque nativo	CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.2.a.ii.	Tierras de cultivo convertidas en plantaciones forestales	CO2	12.981,665	12.785,403	7,47%	7,47%	33,46%	33,46%	34,29%	34,29%	0,014	1,51	290438,53 %	290438,53 %
4.A.2.b.i.	Pastizales convertidos en bosque nativo	CO2	390,091	1.044,525	15,47%	15,47%	26,37%	26,37%	30,57%	30,57%	0,000	367,76	192,09%	192,09%
4.A.2.b.ii.	Pastizales convertidos en plantaciones forestales	CO2	12.087,758	12.337,207	7,52%	7,52%	33,80%	33,80%	34,63%	34,63%	0,014	2,06	253600,81 %	253600,81 %
4.A.2.c.ii.	Humedales convertidos en plantaciones forestales	CO2	94,143	69,382	8,00%	8,00%	35,61%	35,61%	36,50%	36,50%	0,000	26,30	15,42%	15,42%
4.B.2.	Tierras convertidas en tierras de cultivo	CO2	633,946	1.549,878	6,79%	6,79%	50,52%	50,52%	50,97%	50,97%	0,000	144,48	1196,69 %	1196,69 %
4.C.2.	Tierras convertidas en pastizales	CO2	6.620,645	1.661,213	6,79%	6,79%	20,53%	20,53%	21,62%	21,62%	0,000	74,91	24704,15 %	24704,15 %
4.D.2.	Tierras convertidas en humedales	CO2	116,717	20,584	6,79%	6,79%	47,63%	47,63%	48,11%	48,11%	0,000	82,36	44,41%	44,41%
4.E.2.	Tierras convertidas en asentamientos	CO2	-	-	6,79%	6,79%	42,95%	42,95%	43,48%	43,48%	0,000	-	176,69%	176,69%



Código IPCC	Categoría del IPCC	Gas	Emisiones /	Emisiones /	Incertidumbre en		Incertidumbre en el		Incertidumbre		Contribución a la varianza del 2016	Tendencia del inventario en las emisiones nacionales para el incremento del año t respecto al año 1990	Incertidumbre introducida en la tendencia de las emisiones nacionales totales respecto del año base	
			absorciones año base 1990	absorciones año t	los datos de actividad	factor de emisión	combinada	(fracción)	(% del año base)	(-)%		(+)%		
			kt CO <sub>2</sub> eq	kt CO <sub>2</sub> eq	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%	(-)%	(+)%			(-)%	(+)%
			272,038	368,694								35,53		
4.F.2.	Tierras convertidas en otras tierras	CO2	342,366	548,602	6,79%	6,79%	32,45%	32,45%	33,15%	33,15%	0,000	60,24	156,16%	156,16%
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	CH4	0,325	0,837	15,00%	15,00%	129,46%	129,46%	130,32%	130,32%	0,000	157,53	0,00%	0,00%
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	N2O	0,100	0,259	15,00%	15,00%	115,18%	115,18%	116,15%	116,15%	0,000	157,53	0,00%	0,00%
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	CH4	1,174	2,035	15,00%	15,00%	129,46%	129,46%	130,32%	130,32%	0,000	73,36	0,03%	0,03%
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	N2O	1,278	2,215	15,00%	15,00%	115,18%	115,18%	116,15%	116,15%	0,000	73,36	0,03%	0,03%
5.C.1.	Incineración de residuos	CO2	-	0,504	100,00%	200,00%	91,65%	91,65%	135,65%	220,00%	0,000		0,00%	0,00%
5.A.	Sitios de disposición de residuos	CH4	2.288,666	4.305,274	83,01%	90,66%	0,00%	0,00%	83,01%	90,66%	0,011	88,11	668,30%	797,26%
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos	CH4	9,000	31,651	100,00%	200,00%	99,25%	100,00%	140,89%	223,61%	0,000	251,68	0,90%	1,07%
5.C.1.	Incineración de residuos	CH4	0,000	0,007	100,00%	200,00%	100,00%	100,00%	141,42%	223,61%	0,000	1.529,75	0,00%	0,00%
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	CH4	422,458	1.084,313	0,00%	0,00%	141,62%	141,62%	141,62%	141,62%	0,002	156,67	4135,24%	4135,24%
5.D.2.	Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales	CH4	67,433	15,828	75,00%	143,61%	58,31%	58,31%	95,00%	155,00%	0,000	76,53	22,12%	22,14%
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos	N2O	8,046	28,296	100,00%	200,00%	80,00%	100,00%	128,06%	223,61%	0,000	251,68	0,48%	0,85%
5.C.1.	Incineración de residuos	N2O	0,001	0,022	100,00%	200,00%	100,00%	100,00%	141,42%	223,61%	0,000	1.529,75	0,00%	0,00%
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	N2O	173,696	335,169	11,18%	11,18%	100,00%	100,00%	100,62%	100,62%	0,000	92,96	370,96%	370,96%
<b>TOTAL</b>			<b>1.954,967</b>	<b>46.185,175</b>					<b>78,7%</b>	<b>79,2%</b>	<b>1,00000</b>	<b>2.262,45</b>	<b>32536%</b>	<b>32761%</b>

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

## **ANEXO 03. EXHAUSTIVIDAD**

Las categorías no estimadas (NE) en el INGEI de Chile, serie 1990-2016, por falta de datos de actividad son las siguientes:

- 1.A.3.b.vi. Catalizadores basados en urea (CO<sub>2</sub>)
- 1.A.5.a. Estacionaria (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O)
- 1.B.1.a.i.3. Minas subterráneas abandonadas (CH<sub>4</sub>)
- 1.B.1.b. Combustión espontánea y vertederos para quema de carbón (CO<sub>2</sub>)
- 1.B.2.a.ii. Quema en antorcha (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O)
- 1.B.2.a.iii.1. Exploración (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>)
- 1.B.2.a.iii.3. Transporte (CO<sub>2</sub>)
- 1.B.2.a.iii.4. Refinación (CO<sub>2</sub>)
- 1.B.2.a.iii.5. Distribución de productos de petróleo (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>)
- 1.B.2.a.iii.6. Otros (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>)
- 1.B.2.b.ii. Quema en antorcha (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O)
- 1.B.2.b.iii.1. Exploración (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>)
- 1.B.2.b.iii.4. Transmisión y almacenamiento (CO<sub>2</sub>)
- 1.B.2.b.iii.6. Otros (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>)
- 2.A.4.a. Cerámicas (CO<sub>2</sub>)
- 2.A.4.b. Otros usos de la ceniza de sosa (CO<sub>2</sub>)
- 2.A.4.c. Producción de magnesia no metalúrgica (CO<sub>2</sub>)
- 2.A.4.d. Otros (especificar) (CO<sub>2</sub>)
- 2.F.3. Protección contra incendios (PFC)
- 2.F.5. Solventes (PFC)
- 2.F.6. Otras aplicaciones (PFC)
- 2.G.3.a. Aplicaciones médicas (N<sub>2</sub>O)
- 2.G.3.b. Propulsor para productos presurizados y aerosoles (N<sub>2</sub>O)
- 3.C.2. Alimentadas a lluvia (CH<sub>4</sub>)
- 3.C.3. Aguas profundas (CH<sub>4</sub>)
- 3.D.1.b.ii. Lodos aplicados a los suelos (N<sub>2</sub>O)
- 3.D.1.b.iii. Otros fertilizantes orgánicos aplicados a los suelos (N<sub>2</sub>O)
- 3.D.2.a.ii.2. Lodos aplicado a los suelos (N<sub>2</sub>O)
- 3.D.2.a.ii.3. Otros fertilizantes orgánicos aplicados a los suelos (N<sub>2</sub>O)
- 4.A.1.b.iii.2. Otras (CO<sub>2</sub>)
- 4.D.1. Humedales que permanecen como tales (CO<sub>2</sub>)
- 4.E.1. Asentamientos que permanecen como tales (CO<sub>2</sub>)
- 4.F.1. Otras tierras que permanecen como tales (CO<sub>2</sub>)
- 4.G. Productos de madera recolectada (CO<sub>2</sub>)
- 5.C.2. Incineración abierta de residuos (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O)

Las categorías no estimadas (NE) en el INGEI de Chile, serie 1990-2016, por falta de una metodología pertinente, son:

- 1.B.3. Otras emisiones provenientes de la producción de energía (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O)

Las categorías incluidas en otro lugar (IE) en el INGEI de Chile, serie 1990-2016, por falta en la desagregación de los datos y la categoría en donde se incluyeron, se presentan en la tabla siguiente:

Tabla. 1. Categorías incluidas en otro lugar (IE) y la correspondiente categoría que la incluye

Categoría incluida en otro lugar (IE)	Categoría correspondiente
1.A.1.a.ii. Generación combinada de calor y energía (CHP) (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O)	1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción
1.A.1.a.iii. Plantas generadoras de energía (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O)	1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción
1.A.2.b. Metales no ferrosos (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O)	1.A.2.i. Minería (con excepción de combustibles) y cantería
1.A.2.g. Equipo de transporte (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O)	1.A.2.m. Industria no especificada
1.A.2.h. Maquinaria (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O)	1.A.2.m. Industria no especificada
1.A.2.j. Madera y productos de la madera (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O)	1.A.2.m. Industria no especificada
1.A.2.k. Construcción (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O)	1.A.2.m. Industria no especificada
1.A.2.l. Textiles y cueros (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O)	1.A.2.m. Industria no especificada
1.A.3.e.i. Transporte por gasoductos (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O)	1.A.4.a. Comercial / Institucional, 1.A.3.b. Transporte terrestre
1.A.4.c.i. Estacionaria (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O)	1.A.4.c.iii. Pesca (combustión móvil), 1.A.2.m. Industria no especificada
1.A.5.b. Móvil (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O)	1.A.4.a. Comercial / Institucional
1.A.5.c. Operaciones multilaterales (CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y N <sub>2</sub> O)	1.A.4.a. Comercial / Institucional,
2.C.1. Producción de hierro y acero (CH <sub>4</sub> )	1.A.2.a. Industrias manufactureras y de la construcción

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

# **ANEXO 04. EMISIONES Y ABSORCIONES SERIE 1990-2016**

En la tabla a continuación se presentan las emisiones de GEI nacionales en ktCO<sub>2</sub>eq. Las emisiones por tipo de gas (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O y Gases fluorados) en kt de cada gases pueden encontrar en el archivo Excel 2018\_GEI\_CL.

Tabla 2. Emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 1990-2003

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
	<b>Todas las emisiones y las absorciones nacionales</b>	<b>1.955,0</b>	<b>4.435,4</b>	<b>3.258,1</b>	<b>6.155,5</b>	<b>12.490,6</b>	<b>9.371,4</b>	<b>16.447,6</b>	<b>20.846,8</b>	<b>39.679,8</b>	<b>30.068,5</b>	<b>13.910,3</b>	<b>10.375,9</b>	<b>20.476,0</b>	<b>4.022,6</b>
<b>1.</b>	<b>Energía</b>	<b>33.679,7</b>	<b>31.861,5</b>	<b>32.752,0</b>	<b>34.975,2</b>	<b>37.460,3</b>	<b>40.297,9</b>	<b>46.121,0</b>	<b>52.785,0</b>	<b>53.256,8</b>	<b>55.980,2</b>	<b>52.511,9</b>	<b>50.412,0</b>	<b>51.147,1</b>	<b>51.806,1</b>
1.1A.	Actividades de quema de combustible (método de referencia)	30.051,9	28.635,7	29.723,1	31.636,9	34.166,7	37.470,2	44.433,0	49.040,5	49.772,4	54.486,3	51.006,3	47.415,0	48.884,4	49.269,3
1.A.	Actividades de quema de combustible (método sectorial)	31.425,0	29.970,6	31.025,1	33.357,9	35.871,8	38.941,8	44.850,8	51.546,6	52.055,3	54.646,8	50.970,3	48.808,6	49.599,7	50.367,3
1.A.1.	Industrias de la energía	5.843,4	4.671,5	2.849,7	4.353,5	4.591,9	7.894,3	12.280,4	13.910,2	16.424,4	18.698,3	14.908,3	13.078,2	14.228,6	15.610,6
1.A.1.a.	Producción de electricidad y calor como actividad principal	3.871,9	2.607,6	665,2	1.936,1	2.489,6	5.932,1	10.056,5	11.888,8	14.053,2	16.505,6	13.035,4	10.867,6	11.457,8	13.083,0
1.A.1.a.i.	Generación de electricidad	3.871,9	2.607,6	665,2	1.936,1	2.489,6	5.932,1	10.056,5	11.888,8	14.053,2	16.505,6	13.035,4	10.867,6	11.457,8	13.083,0
1.A.1.a.i.i.	Generación combinada de calor y energía (CHP)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.1.a.i.ii.	Plantas generadoras de energía	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.1.b.	Refinación del petróleo	1.691,9	1.708,7	1.779,3	1.931,1	1.667,3	1.632,7	1.831,0	1.624,0	1.943,6	1.765,9	1.470,8	1.785,4	2.378,2	2.100,5
1.A.1.c.	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	279,6	355,3	405,2	486,3	435,0	329,5	392,9	397,4	427,6	426,8	402,1	425,3	392,6	427,1
1.A.1.c.i.	Manufactura de combustibles sólidos	279,6	355,3	405,2	486,3	435,0	329,5	392,9	397,4	427,6	426,8	402,1	425,3	392,6	427,1
1.A.1.c.ii.	Otras industrias de la energía	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	12.261,5	11.151,3	12.722,0	12.259,2	13.321,9	11.814,0	11.958,1	15.468,1	13.575,2	13.398,5	13.012,7	13.657,8	12.796,7	12.808,3
1.A.2.a.	Hierro y acero	1.495,0	1.532,8	1.917,1	1.950,7	1.697,8	1.710,1	1.830,5	1.918,9	1.946,4	1.990,4	1.948,6	1.883,9	1.916,0	1.924,2
1.A.2.b.	Metales no ferrosos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.2.c.	Sustancias químicas	141,1	107,4	168,2	170,6	169,1	148,5	139,1	280,5	297,7	446,9	472,1	476,3	415,0	421,4
1.A.2.d.	Pulpa, papel e imprenta	557,5	751,3	822,6	755,9	893,1	917,1	777,3	753,5	831,4	808,4	909,8	658,4	819,1	752,5
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	3.600,3	2.682,8	3.050,6	1.981,7	3.140,4	573,9	505,5	452,6	519,7	515,6	471,3	462,3	500,0	322,2
1.A.2.f.	Minerales no metálicos	572,7	517,0	708,0	701,6	795,9	988,0	857,2	872,0	708,5	746,7	745,9	704,9	619,9	869,6
1.A.2.g.	Equipo de transporte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1.A.2.h.	Maquinaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.2.i.	Minería (con excepción de combustibles) y cantería	3.799,9	3.506,5	3.521,9	3.764,1	3.901,8	4.051,1	4.074,1	4.518,3	4.317,4	4.460,1	4.540,2	4.421,5	4.605,5	4.057,2
1.A.2.j.	Madera y productos de la madera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.2.k.	Construcción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.2.l.	Textiles y cueros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.2.m.	Industria no especificada	2.095,0	2.053,5	2.533,6	2.934,6	2.723,7	3.425,4	3.774,3	6.672,1	4.954,1	4.430,4	3.924,7	5.050,4	3.921,3	4.461,3
1.A.3.	Transporte	9.229,9	9.635,2	10.453,5	11.597,3	12.537,8	13.874,4	15.097,0	16.018,2	16.886,7	17.075,6	17.335,6	16.391,1	16.929,6	16.707,4
1.A.3.a.	Aviación civil	567,8	331,6	465,2	581,9	467,9	657,6	757,2	1.021,8	990,7	817,8	682,7	906,5	764,6	598,3
1.A.3.a.i.	Aviación internacional (tanques internacionales)														
1.A.3.a.i.i.	Aviación de cabotaje	567,8	331,6	465,2	581,9	467,9	657,6	757,2	1.021,8	990,7	817,8	682,7	906,5	764,6	598,3
1.A.3.b.	Transporte terrestre	7.493,7	7.828,5	8.508,8	9.420,9	10.622,3	11.626,1	12.573,0	13.171,6	13.861,2	14.505,7	14.939,8	14.023,2	14.568,7	14.568,0
1.A.3.b.i.	Automóviles	2.402,3	2.517,3	2.766,6	3.030,8	3.432,3	3.762,1	4.065,9	4.250,6	4.445,3	4.704,1	4.767,3	4.369,9	4.338,5	4.238,8
1.A.3.b.i.1.	Automóviles de pasajeros con catalizadores tridireccionales	-	-	-	-	-	292,5	607,6	919,8	1.239,9	1.565,3	1.836,0	1.908,2	2.103,9	2.265,7
1.A.3.b.i.2.	Automóviles de pasajeros sin catalizadores tridireccionales	2.402,3	2.517,3	2.766,6	3.030,8	3.432,3	3.469,6	3.458,4	3.330,8	3.205,4	3.138,8	2.931,3	2.461,6	2.234,7	1.973,1
1.A.3.b.i.i.	Camiones para servicio ligero	1.844,5	1.933,0	2.125,2	2.328,5	2.638,6	2.857,3	3.058,2	3.172,5	3.300,2	3.494,3	3.573,1	3.293,0	3.364,9	3.300,0
1.A.3.b.i.i.1.	Camiones para servicio ligero con catalizadores tridireccionales	-	-	-	-	-	184,8	388,5	595,0	812,9	1.056,5	1.279,0	1.361,8	1.577,7	1.733,4
1.A.3.b.i.i.2.	Camiones para servicio ligero sin catalizadores tridireccionales	1.844,5	1.933,0	2.125,2	2.328,5	2.638,6	2.672,5	2.669,7	2.577,5	2.487,2	2.437,9	2.294,0	1.931,2	1.787,2	1.566,5
1.A.3.b.i.ii.	Camiones para servicio pesado y autobuses	3.217,9	3.349,0	3.585,7	4.029,5	4.516,1	4.972,2	5.415,6	5.717,2	6.086,2	6.279,0	6.575,4	6.340,2	6.847,3	7.012,9
1.A.3.b.i.v.	Motocicletas	29,0	29,1	31,2	32,1	35,3	34,4	33,3	31,3	29,5	28,2	24,0	20,1	17,9	16,4
1.A.3.b.v.	Emissiones por evaporación procedentes de vehículos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.3.b.vi.	Catalizadores basados en urea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.3.c.	Ferrocarriles	64,2	62,5	67,5	57,3	48,7	41,5	51,3	46,1	52,3	65,2	63,8	61,2	66,1	66,5
1.A.3.d.	Navegación marítima y fluvial	880,5	1.169,1	1.143,7	1.235,9	1.046,5	1.158,1	1.285,9	1.322,8	1.494,4	1.151,3	1.079,0	848,2	927,1	876,0
1.A.3.d.i.	Navegación internacional (tanques internacionales)														

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1.A.3.d.i	Navegación marítima y fluvial nacional	880,5	1.169,1	1.143,7	1.235,9	1.046,5	1.158,1	1.285,9	1.322,8	1.494,4	1.151,3	1.079,0	848,2	927,1	876,0
1.A.3.e.	Otro tipo de transporte	223,7	243,5	268,4	301,3	352,3	391,2	429,5	456,0	488,0	535,7	570,1	552,0	603,1	598,6
1.A.3.e.i	Transporte por gasoductos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.3.e.i	Todo terreno	223,7	243,5	268,4	301,3	352,3	391,2	429,5	456,0	488,0	535,7	570,1	552,0	603,1	598,6
1.A.4.	Otros sectores	4.090,2	4.512,5	4.999,8	5.147,9	5.420,2	5.359,2	5.515,3	6.150,2	5.168,9	5.474,5	5.713,7	5.681,5	5.644,8	5.240,9
1.A.4.a.	Comercial / Institucional	499,0	530,3	605,5	368,6	663,6	677,3	645,6	927,0	532,3	583,0	612,6	540,7	622,7	793,2
1.A.4.b.	Residencial	3.080,3	3.228,5	3.695,6	4.131,4	4.092,9	4.176,9	3.981,8	4.239,3	4.018,7	4.317,8	4.451,9	4.592,4	4.374,7	3.974,2
1.A.4.c.	Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías	510,9	753,7	698,7	648,0	663,7	504,9	887,8	983,8	618,0	573,8	649,2	548,4	647,4	473,5
1.A.4.c.i.	Estacionaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.4.c.ii	Vehículo todo terreno y otra maquinaria	32,7	32,5	33,7	35,3	37,9	38,3	38,4	37,5	36,8	35,8	34,2	31,3	31,2	27,6
1.A.4.c.ii	Pesca (combustión móvil)	478,3	721,2	665,0	612,7	625,8	466,6	849,4	946,4	581,2	538,0	615,0	517,1	616,2	445,9
1.A.5.	No especificado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.5.a.	Estacionaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.5.b.	Móvil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.5.b.i	Móvil (componente aviación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.5.b.i	Móvil (componente marítimo y fluvial)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.5.b.i	Móvil (otro)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.5.c.	Operaciones multilaterales														
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles	2.254,7	1.891,0	1.726,9	1.617,3	1.588,5	1.356,0	1.270,2	1.238,4	1.201,6	1.333,3	1.541,6	1.603,4	1.547,4	1.438,8
1.B.1.	Combustibles sólidos	573,2	534,9	410,3	351,6	238,7	194,1	152,7	111,5	100,3	64,8	88,3	59,1	51,6	51,5
1.B.1.a.	Minería carbonífera y manejo del carbón	573,2	534,9	410,3	351,6	238,7	194,1	152,7	111,5	100,3	64,8	88,3	59,1	51,6	51,5
1.B.1.a.i.	Minas subterráneas	548,5	507,4	389,1	333,7	216,2	172,7	129,5	86,1	77,6	57,4	82,6	49,9	44,6	46,9
1.B.1.a.i.	1. Minería	481,6	445,5	341,7	293,0	189,8	151,6	113,7	75,6	68,1	50,4	72,5	43,8	39,2	41,2
1.B.1.a.i.	2. Emisiones de gas de carbono posteriores a la minería	66,9	61,9	47,5	40,7	26,4	21,1	15,8	10,5	9,5	7,0	10,1	6,1	5,4	5,7



Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1.B.1.a.i.3.	Minas subterráneas abandonadas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.B.1.a.i.4.	Quema en antorcha de metano drenado o conversión de metano en CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.B.1.a.ii.	Minas de superficie	24,6	27,5	21,2	17,9	22,5	21,4	23,2	25,3	22,8	7,4	5,7	9,2	7,0	4,6
1.B.1.a.ii.1.	Minería	22,8	25,4	19,6	16,5	20,8	19,7	21,4	23,4	21,0	6,8	5,3	8,5	6,5	4,2
1.B.1.a.ii.2.	Emisiones de gas de carbono posteriores a la minería	1,9	2,1	1,6	1,4	1,7	1,6	1,8	1,9	1,8	0,6	0,4	0,7	0,5	0,4
1.B.1.b.	Combustión espontánea y vertederos para quema de carbón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.B.1.c.	Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.B.2.	Petróleo y gas natural	1.681,5	1.356,1	1.316,6	1.265,7	1.349,8	1.162,0	1.117,5	1.126,9	1.101,2	1.268,6	1.453,2	1.544,3	1.495,8	1.387,3
1.B.2.a.	Petróleo	757,5	693,2	567,7	536,5	542,9	384,5	335,9	252,9	228,4	225,8	253,0	240,2	201,0	166,2
1.B.2.a.i.	Venteo	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1.B.2.a.ii.	Quema en antorcha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.B.2.a.ii.i.	Todos los demás	757,3	693,0	567,5	536,3	542,7	384,4	335,8	252,8	228,4	225,8	252,9	240,1	201,0	166,1
1.B.2.a.ii.i.1.	Exploración	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.B.2.a.ii.i.2.	Producción y refinación	752,3	688,1	562,5	530,9	536,9	378,3	329,4	246,1	221,1	218,1	245,2	232,4	193,3	157,9
1.B.2.a.ii.i.3.	Transporte	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,6
1.B.2.a.ii.i.4.	Refinación	4,0	3,9	4,0	4,3	4,6	4,9	5,1	5,4	5,8	6,2	6,2	6,2	6,2	6,6
1.B.2.a.ii.i.5.	Distribución de productos de petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.B.2.a.ii.i.6.	Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.B.2.b.	Gas natural	924,0	662,9	748,9	729,3	806,9	777,4	781,7	874,0	872,8	1.042,7	1.200,3	1.304,1	1.294,8	1.221,1
1.B.2.b.i.	Venteo	23,1	17,4	19,6	19,1	21,4	20,6	20,7	21,8	19,5	22,0	23,9	25,3	24,9	21,3
1.B.2.b.i.i.	Quema en antorcha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.B.2.b.i.ii.	Todos los demás	900,9	645,5	729,3	710,1	785,5	756,8	761,0	852,2	853,2	1.020,7	1.176,4	1.278,8	1.269,9	1.199,8
1.B.2.b.i.ii.1.	Exploración	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.B.2.b.i.ii.2.	Producción y refinación	719,0	540,2	609,4	594,8	666,1	641,1	643,8	678,9	607,3	684,7	742,6	787,1	774,0	663,3

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
1.B.2.b.i ii.3.	Procesamiento	17,0	9,8	11,2	10,8	11,1	10,8	10,9	16,2	23,0	31,4	40,5	45,9	46,3	50,1
1.B.2.b.i ii.4.	Transmisión y almacenamiento	42,8	24,8	28,2	27,2	28,1	27,3	27,6	40,8	57,9	79,1	102,2	115,8	116,8	126,4
1.B.2.b.i ii.5.	Distribución	122,1	70,7	80,5	77,4	80,1	77,7	78,6	116,3	165,1	225,5	291,1	330,0	332,8	360,0
1.B.2.b.i ii.6.	Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.B.3.	Otras emisiones provenientes de la producción de energía	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.C.	Transporte y almacenamiento de CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.C.1.	Transporte de CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.C.1.a.	Gasoductos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.C.1.b.	Embarcaciones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.C.1.c.	Otros (sírvase especificar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.C.2.	Inyección y almacenamiento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.C.2.a.	Inyección	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.C.2.b.	Almacenamiento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.C.3.	Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>2.</b>	<b>Procesos industriales y uso de productos</b>	<b>3.295,4</b>	<b>3.592,7</b>	<b>4.155,0</b>	<b>4.306,1</b>	<b>4.274,0</b>	<b>4.097,7</b>	<b>4.284,7</b>	<b>4.619,7</b>	<b>5.065,7</b>	<b>5.375,4</b>	<b>6.243,6</b>	<b>6.243,9</b>	<b>6.404,9</b>	<b>6.610,2</b>
2.A.	Industria de los minerales	780,3	1.088,0	1.216,2	1.308,0	1.319,0	1.202,4	1.192,4	1.185,2	1.383,2	1.252,0	1.312,2	1.331,9	1.372,5	1.448,5
2.A.1.	Producción de cemento	650,1	959,8	1.073,0	1.166,2	1.158,7	1.009,6	978,5	962,9	1.151,1	967,9	1.028,6	1.031,4	1.098,5	1.133,3
2.A.2.	Producción de cal	118,2	113,6	126,0	122,0	138,0	167,9	180,7	180,1	187,8	239,3	231,0	249,7	218,8	256,4
2.A.3.	Producción de vidrio	12,0	14,6	17,2	19,8	22,3	24,9	33,3	42,1	44,3	44,7	52,6	50,8	55,2	58,8
2.A.4.	Otros uso de carbonatos en los procesos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.A.4.a.	Cerámicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.A.4.b.	Otros usos de la ceniza de sosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.A.4.c.	Producción de magnesia no metalúrgica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.A.4.d.	Otros (especificar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
2.A.5.	Otros (sírvase especificar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.	Industria química	953,2	836,3	938,6	912,9	961,7	942,3	954,3	1.507,8	1.559,3	1.999,6	2.645,3	2.610,4	2.695,8	2.683,2
2.B.1.	Producción de amoníaco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.2.	Producción de ácido nítrico	295,7	295,7	295,7	295,7	295,7	295,7	295,7	295,7	295,7	295,7	513,3	563,0	541,0	698,8
2.B.3.	Producción de ácido adípico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.4.	Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.5.	Producción de carburo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.6.	Producción de dióxido de titanio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.7.	Producción de ceniza de sosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.8.	Producción petroquímica y de negro de humo	657,5	540,6	642,9	617,2	666,0	646,5	658,6	1.212,1	1.263,6	1.703,9	2.132,0	2.047,4	2.154,8	1.984,4
2.B.8.a.	Metanol	609,5	494,5	599,5	575,9	623,7	600,1	608,7	1.166,7	1.213,2	1.647,8	2.077,9	1.986,8	2.092,4	1.928,9
2.B.8.b.	Etileno	48,0	46,1	43,4	41,3	42,3	46,4	49,9	45,3	50,4	56,1	54,1	60,6	62,5	55,5
2.B.8.c.	Dicloruro de etileno y monómero cloruro de vinilo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.8.d.	Óxido de etileno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.8.e.	Acrilonitrilo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.8.f.	Negro de humo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.9.	Producción fluorquímica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.9.a.	Emisiones de productos derivados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.9.b.	Emisiones fugitivas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.10.	Otros (especificar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.C.	Industria de los metales	1.425,4	1.549,5	1.860,3	1.959,6	1.837,3	1.788,9	1.969,6	1.732,4	1.905,1	1.951,4	1.995,4	1.860,9	1.924,4	1.984,8
2.C.1.	Producción de hierro y acero	1.393,7	1.517,8	1.825,7	1.906,6	1.792,8	1.750,5	1.929,5	1.710,8	1.885,9	1.939,4	1.986,9	1.857,5	1.924,4	1.984,8
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	31,7	31,7	34,6	53,0	44,5	38,5	40,1	21,6	19,2	11,9	8,5	3,3	-	-
2.C.3.	Producción de aluminio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
2.C.4.	Producción de magnesio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.C.5.	Producción de plomo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.C.6.	Producción de cinc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.C.7.	Otros (especificar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	75,1	75,1	90,5	78,9	86,2	87,6	93,6	95,3	95,8	31,0	114,8	186,7	126,0	147,3
2.D.1.	Uso de lubricantes	68,1	68,1	82,8	71,8	77,8	79,3	84,1	85,9	86,9	28,6	105,7	177,4	116,1	137,6
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	7,1	7,1	7,7	7,2	8,4	8,4	9,5	9,4	8,9	2,4	9,1	9,3	9,9	9,6
2.D.3.	Uso de solventes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.D.4.	Otros (especificar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.E.	Industria electrónica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.E.1.	Circuitos integrados o semiconductores	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.E.2.	Pantalla plana tipo TFT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.E.3.	Células fotovoltaicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.E.4.	Fluidos de transferencia térmica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.E.5.	Otros (especificar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.F.	Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38,3	81,9	155,3	190,2	210,0
2.F.1.	Refrigeración y aire acondicionado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35,5	77,7	132,6	165,3	204,0
2.F.1.a.	Refrigeración y aire acondicionado estacionario	-	-	-	-	-	-	-	-	-	35,5	77,7	132,6	165,3	204,0
2.F.1.b.	Aire acondicionado móvil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.F.2.	Agentes espumantes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0
2.F.3.	Protección contra incendios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,7	1,6	3,1	3,9
2.F.4.	Aerosoles	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.F.5.	Solventes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,6	3,5	21,1	21,8	2,0
2.F.6.	Otras aplicaciones (especificar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	61,3	43,7	49,4	46,6	69,8	76,5	74,8	99,0	122,4	103,1	94,1	98,6	96,0	136,5
2.G.1.	Equipos eléctricos	61,3	43,7	49,4	46,6	69,8	76,5	74,8	99,0	122,4	103,1	94,1	98,6	96,0	136,5
2.G.1.a.	Manufactura de equipos eléctricos	25,5	-	5,6	1,1	24,0	23,2	14,3	34,1	46,9	13,1	-	4,6	0,5	40,8
2.G.1.b.	Uso de equipos eléctricos	35,8	43,7	43,7	45,5	45,8	53,3	60,5	64,9	75,5	90,0	94,1	94,1	95,5	95,7
2.G.1.c.	Eliminación de equipos eléctricos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.G.2.	SF6 y PFC de otros usos de productos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.G.2.a.	Aplicaciones militares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.G.2.b.	Aceleradores	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.G.2.c.	Otros (especificar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.G.3.	N2O de usos de productos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.G.3.a.	Aplicaciones médicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.G.3.b.	Propulsor para productos presurizados y aerosoles	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.G.3.c.	Otros (especificar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.G.4.	Otros (especificar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.H.	Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.H.1.	Industria de la pulpa y el papel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.H.2.	Industria de la alimentación y las bebidas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.H.3.	Otros (especificar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>3.</b>	<b>Agricultura</b>	<b>12.071,4</b>	<b>12.167,0</b>	<b>12.562,0</b>	<b>12.987,3</b>	<b>13.357,7</b>	<b>13.665,2</b>	<b>13.809,2</b>	<b>14.217,7</b>	<b>14.185,0</b>	<b>14.199,8</b>	<b>14.008,7</b>	<b>13.870,1</b>	<b>13.966,0</b>	<b>13.693,1</b>
3.A.	Fermentación entérica	5.488,7	5.535,8	5.672,4	5.869,5	6.055,4	6.140,4	6.144,5	6.413,5	6.364,4	6.305,5	6.245,1	6.238,3	6.184,7	6.119,2
3.A.1.	Ganado vacuno	4.556,3	4.612,0	4.752,2	4.940,9	5.123,3	5.217,3	5.298,7	5.572,1	5.525,3	5.463,3	5.406,4	5.384,0	5.326,1	5.266,3
3.A.1.a.	Vacas lecheras	946,9	955,5	993,0	1.033,9	1.074,5	1.104,4	1.125,5	1.207,7	1.188,0	1.153,6	1.124,6	1.130,4	1.101,1	1.070,3
3.A.1.b.	Otros vacunos	3.609,4	3.656,5	3.759,2	3.907,0	4.048,8	4.112,9	4.173,2	4.364,4	4.337,3	4.309,7	4.281,8	4.253,6	4.224,9	4.195,9
3.A.1.b.i.	Vacas carne	1.022,1	1.028,2	1.070,1	1.108,4	1.144,1	1.162,4	1.187,1	1.289,7	1.286,7	1.283,7	1.280,6	1.277,6	1.274,5	1.271,5

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
3.A.1.b.i.i.	Vaquillas	793,1	836,8	839,7	872,9	931,0	958,1	960,0	998,9	993,1	987,1	980,9	974,6	968,1	961,4
3.A.1.b.i.ii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	434,7	444,7	458,0	468,8	481,3	486,6	504,6	533,2	518,6	504,0	489,3	474,5	459,6	444,7
3.A.1.b.i.v.	Jóvenes carne (novillo 1-2 años)	666,4	627,5	667,8	681,5	676,0	690,7	674,2	682,2	678,1	673,8	669,5	665,0	660,4	655,6
3.A.1.b.v.	Terneros	693,2	719,4	723,7	775,5	816,3	815,1	847,2	860,4	860,8	861,2	861,5	861,9	862,3	862,7
3.A.2.	Ovinos	600,1	586,1	577,7	581,1	578,2	564,5	479,3	463,8	466,0	468,3	470,5	472,7	474,9	477,2
3.A.3.	Porcinos	37,8	40,4	42,7	45,0	48,8	50,9	56,2	64,6	65,1	70,8	70,1	88,4	95,5	92,5
3.A.3.a.	Marranas	5,0	5,4	5,7	6,0	6,5	6,8	7,5	8,6	8,7	9,4	9,3	11,8	12,7	12,3
3.A.3.b.	Verracos	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3
3.A.3.c.	Juveniles	32,6	34,9	36,9	38,8	42,2	44,0	48,5	55,8	56,2	61,1	60,5	76,4	82,5	79,9
3.A.4.	Otras especies	294,6	297,2	299,8	302,4	305,1	307,7	310,3	312,9	308,0	303,1	298,1	293,2	288,2	283,3
3.A.4.a.	Búfalos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.A.4.b.	Caprinos	109,6	107,1	104,7	102,2	99,7	97,2	94,8	92,3	92,3	92,3	92,3	92,3	92,3	92,3
3.A.4.c.	Equinos	152,2	157,2	162,1	167,0	172,0	176,9	181,8	186,8	182,5	178,3	174,0	169,8	165,5	161,3
3.A.4.d.	Mulas y asnos	8,9	8,8	8,6	8,5	8,3	8,1	8,0	7,8	7,6	7,4	7,2	7,0	6,8	6,6
3.A.4.e.	Aves de corral	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.A.4.f.	Camélidos (llamas y alpacas)	23,0	23,3	23,6	23,8	24,1	24,4	24,7	24,9	24,0	23,1	22,2	21,3	20,4	19,5
3.A.4.g.	Otros	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6
3.A.4.g.i.	Ciervos	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,1	1,2	1,6	1,9	2,3	2,7	3,1	3,4
3.A.4.g.i.i.	Jabalíes	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1
3.B.	Gestión del estiércol	1.521,9	1.579,2	1.641,7	1.707,1	1.789,7	1.839,7	1.920,2	2.087,2	2.080,4	2.136,1	2.111,2	1.910,9	1.950,0	1.910,4
3.B.1.	Ganado vacuno	912,0	932,6	963,2	995,1	1.026,7	1.045,7	1.058,1	1.114,3	1.099,2	1.082,4	1.066,1	1.053,5	1.036,9	1.020,0
3.B.1.a.	Vacas lecheras	136,4	137,9	143,7	150,0	156,1	160,6	164,2	177,2	172,6	166,4	160,8	159,0	153,3	147,3
3.B.1.b.	Otros vacunos	775,6	794,7	819,5	845,1	870,6	885,1	893,9	937,1	926,6	916,0	905,3	894,5	883,7	872,7
3.B.1.b.i.	Vacas carne	222,0	224,3	233,0	240,9	248,2	251,7	256,6	278,3	277,2	276,1	275,1	274,0	272,9	271,8

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
3.B.1.b.i.i.	Vaquillas	181,2	191,0	191,5	198,8	211,8	217,7	217,9	226,5	225,0	223,4	221,8	220,1	218,4	216,7
3.B.1.b.i.ii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	154,4	158,1	163,1	167,1	171,8	173,8	180,6	191,3	185,3	179,2	173,1	167,0	160,8	154,6
3.B.1.b.i.v.	Jóvenes carne (novillo 1-2 años)	171,8	173,4	183,7	186,6	184,3	187,4	182,2	183,5	181,6	179,7	177,7	175,8	173,8	171,8
3.B.1.b.v.	Terneros	46,1	47,9	48,2	51,7	54,5	54,4	56,6	57,5	57,6	57,6	57,6	57,7	57,7	57,7
3.B.2.	Ovinos	18,0	17,6	17,4	17,4	17,3	16,9	14,4	13,9	14,0	14,0	14,1	14,2	14,2	14,3
3.B.3.	Porcinos	465,7	498,2	524,8	553,6	599,6	623,0	687,3	789,4	795,6	864,3	855,1	639,3	690,6	668,6
3.B.3.a.	Marranas	109,1	116,7	123,1	129,9	140,7	146,4	161,5	185,5	187,0	203,3	201,1	149,2	161,2	156,1
3.B.3.b.	Verracos	2,9	3,1	3,3	3,5	3,8	3,9	4,3	5,0	5,0	5,5	5,4	4,0	4,3	4,2
3.B.3.c.	Juveniles	353,7	378,4	398,5	420,2	455,1	472,8	521,5	598,9	603,5	655,6	648,6	486,1	525,1	508,4
3.B.4.	Otras especies	50,8	52,5	54,1	55,8	57,4	59,1	60,7	62,4	62,6	62,9	63,2	63,5	63,8	64,0
3.B.4.a.	Búfalos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.B.4.b.	Caprinos	3,7	3,6	3,6	3,5	3,4	3,3	3,2	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
3.B.4.c.	Equinos	13,9	14,3	14,8	15,2	15,7	16,1	16,6	17,0	16,6	16,2	15,9	15,5	15,1	14,7
3.B.4.d.	Mulas y asnos	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,6	0,6	0,6
3.B.4.e.	Aves de corral	26,9	28,1	29,4	30,6	31,8	33,0	34,3	35,5	36,4	37,3	38,2	39,0	39,9	40,8
3.B.4.f.	Camélidos (llamas y alpacas)	5,5	5,6	5,7	5,7	5,8	5,9	5,9	6,0	5,8	5,5	5,3	5,1	4,9	4,7
3.B.4.g.	Otros	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
3.B.4.g.i.	Ciervos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3.B.4.g.ii.	Jabalíes	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
3.B.5.	Emissiones indirectas de N <sub>2</sub> O resultantes de la gestión del estiércol	75,5	78,4	82,2	85,2	88,7	95,0	99,7	107,2	109,0	112,5	112,7	140,5	144,5	143,3
3.B.5.a.	Ganado vacuno	27,8	28,2	29,4	30,5	31,5	32,2	33,2	35,9	34,9	33,9	32,9	31,9	30,8	29,8
3.B.5.b.	Ovinos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.B.5.c.	Porcinos	3,4	3,8	4,4	4,3	4,7	8,4	10,0	12,8	14,1	17,2	17,0	44,3	47,8	46,3
3.B.5.d.	Otras especies	44,3	46,4	48,4	50,4	52,4	54,5	56,5	58,5	60,0	61,4	62,9	64,3	65,8	67,3

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
3.B.5.d.i	Búfalos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.B.5.d.i.i	Caprinos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.B.5.d.i.ii	Equinos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.B.5.d.i.v	Mulas y asnos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.B.5.d.v	Aves de corral	44,3	46,4	48,4	50,4	52,4	54,5	56,5	58,5	60,0	61,4	62,9	64,3	65,8	67,3
3.B.5.d.vi	Camélidos (llamas y alpacas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.B.5.d.vii	Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.C.	Cultivo del arroz	164,2	149,9	160,0	146,5	152,9	170,9	161,4	129,8	134,5	74,0	129,8	143,8	140,9	142,2
3.C.1.	Irrigadas	164,2	149,9	160,0	146,5	152,9	170,9	161,4	129,8	134,5	74,0	129,8	143,8	140,9	142,2
3.C.2.	Alimentadas a lluvia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.C.3.	Aguas profundas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.C.4.	Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.D.	Suelos agrícolas	4.547,3	4.536,6	4.709,3	4.895,0	5.008,3	5.139,9	5.140,4	5.225,7	5.208,1	5.272,5	5.071,0	5.147,7	5.215,8	5.016,2
3.D.1.	Emisiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos agrícolas	3.764,5	3.761,1	3.905,8	4.061,7	4.162,4	4.272,2	4.277,2	4.347,5	4.334,5	4.382,3	4.219,1	4.276,0	4.331,3	4.170,4
3.D.1.a.	Fertilizante inorgánicos	669,3	640,9	709,3	798,7	798,9	880,7	919,6	905,5	885,0	973,4	833,6	895,3	981,6	838,9
3.D.1.b.	Fertilizante orgánicos	203,5	208,6	218,1	224,6	233,4	248,1	260,1	287,0	290,8	299,0	299,1	358,6	367,2	364,2
3.D.1.b.i	Estiércol animal aplicado a los suelos	203,5	208,6	218,1	224,6	233,4	248,1	260,1	287,0	290,8	299,0	299,1	358,6	367,2	364,2
3.D.1.b.i.i	Lodos aplicados a los suelos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.D.1.b.i.ii	Otros fertilizantes orgánicos aplicados a los suelos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	2.452,0	2.456,7	2.499,7	2.562,6	2.622,4	2.613,4	2.561,0	2.699,1	2.673,9	2.652,6	2.631,5	2.538,2	2.519,4	2.498,7
3.D.1.d.	Residuos de cosechas	438,8	453,6	475,7	473,6	495,6	520,2	530,3	450,7	470,0	454,7	451,8	477,3	452,4	462,2
3.D.1.e.	Mineralización / inmovilización asociada a la pérdida / ganancia de materia orgánica del suelo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.D.1.f.	Cultivo de suelos orgánicos (histosoles)	0,9	1,4	3,0	2,3	12,1	9,6	6,2	5,3	14,7	2,5	3,1	6,6	10,7	6,3
3.D.1.g.	Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
3.D.2.	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos agrícolas	782,8	775,5	803,5	833,3	845,8	867,7	863,1	878,2	873,6	890,2	851,9	871,7	884,5	845,8
3.D.2.a.	Deposición atmosférica	300,1	297,1	307,1	321,0	325,9	334,0	331,1	342,6	339,4	348,0	332,4	340,1	348,6	332,6
3.D.2.a.i	Fertilizante inorgánicos	66,4	63,6	70,4	79,4	79,4	87,5	91,4	90,1	88,1	97,1	82,9	89,1	97,7	83,4
3.D.2.a.i.i.	Fertilizante orgánicos	207,8	207,0	209,0	213,1	216,8	214,9	206,5	216,0	214,3	212,9	211,4	205,4	204,2	202,8
3.D.2.a.i.i.1.	Estiércol animal aplicado a los suelos	207,8	207,0	209,0	213,1	216,8	214,9	206,5	216,0	214,3	212,9	211,4	205,4	204,2	202,8
3.D.2.a.i.i.2.	Lodos aplicado a los suelos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.D.2.a.i.i.3.	Otros fertilizantes orgánicos aplicados a los suelos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.D.2.a.i.ii.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	25,9	26,5	27,8	28,6	29,7	31,6	33,1	36,5	37,0	38,1	38,1	45,6	46,7	46,4
3.D.2.b.	Lixiviación y escurrimiento	482,7	478,4	496,4	512,3	519,9	533,8	532,1	535,6	534,2	542,2	519,4	531,6	535,9	513,2
3.D.2.b.i.	Fertilizante inorgánicos	97,8	93,6	103,5	116,2	116,3	128,3	133,8	131,4	128,5	140,7	121,1	130,1	142,5	121,9
3.D.2.b.i.i.	Fertilizante orgánicos	299,5	298,2	301,4	307,4	312,7	310,7	297,0	309,8	308,3	306,8	305,4	301,3	300,1	298,8
3.D.2.b.i.i.1.	Estiércol animal aplicado a los suelos	299,5	298,2	301,4	307,4	312,7	310,7	297,0	309,8	308,3	306,8	305,4	301,3	300,1	298,8
3.D.2.b.i.i.2.	Lodos aplicado a los suelos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.D.2.b.i.i.3.	Otros fertilizantes orgánicos aplicados a los suelos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.D.2.b.i.ii.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	21,2	21,1	21,8	22,1	22,7	23,8	24,7	28,1	27,8	27,7	26,9	30,3	29,7	28,4
3.D.2.b.i.v.	Residuos de cosechas	64,1	65,5	69,7	66,5	68,1	71,0	76,6	66,3	69,5	67,0	66,1	69,9	63,6	64,0
3.D.2.b.v.	Mineralización / inmovilización asociada a la pérdida / ganancia de materia orgánica del suelo	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3.E.	Quema prescrita de sabanas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo	148,9	140,1	133,8	121,3	112,3	110,4	100,9	104,3	102,0	82,5	85,1	88,4	85,8	84,4
3.F.1.	Cereales y otros cultivos	89,4	82,2	77,6	67,5	63,1	63,5	56,2	62,6	62,9	46,2	51,4	56,2	55,0	54,9
3.F.2.	Frutícolas	59,5	57,9	56,2	53,8	49,3	46,9	44,6	41,7	39,1	36,3	33,6	32,2	30,8	29,5
3.F.3.	Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.G.	Encalado	30,8	33,1	35,5	37,8	40,1	41,1	45,8	51,0	58,7	56,9	63,6	67,5	80,2	77,7
3.G.1.	Caliza	30,8	33,1	35,5	37,8	40,1	41,1	45,8	51,0	58,7	56,9	63,6	67,5	80,2	77,7

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
3.G.2.	Dolomita	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.H.	Aplicación de urea	169,7	192,4	209,3	210,1	198,9	222,8	296,1	206,3	236,9	272,3	302,9	273,4	308,6	343,2
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.J.	Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>4.</b>	<b>Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura</b>	<b>50.061,0</b>	<b>46.217,6</b>	<b>49.320,9</b>	<b>49.276,8</b>	<b>45.858,5</b>	<b>52.080,8</b>	<b>51.267,5</b>	<b>54.356,5</b>	<b>36.471,4</b>	<b>49.210,4</b>	<b>62.676,4</b>	<b>64.355,8</b>	<b>55.703,5</b>	<b>72.933,4</b>
4.A.	Tierras forestales	58.049,6	54.275,5	57.442,2	57.466,6	54.116,4	60.400,5	59.654,2	62.809,8	45.019,5	57.802,0	71.325,9	73.070,8	60.489,6	77.770,3
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	33.324,3	27.781,5	30.164,1	28.476,1	24.662,5	29.857,6	30.632,6	34.470,3	17.199,6	30.172,7	45.028,6	46.735,4	30.859,0	52.004,4
4.A.1.a.	Incremento anual de biomasa	65.996,8	68.094,8	70.469,5	72.777,0	75.844,2	79.716,5	84.063,4	87.893,7	91.355,7	93.975,2	98.122,8	100.783,1	101.725,2	107.115,1
4.A.1.a.i	Bosque nativo	63.374,2	64.758,3	66.342,8	67.878,7	69.514,7	71.240,6	72.782,1	74.187,7	75.636,4	76.896,7	77.918,7	78.861,9	79.646,3	80.250,5
4.A.1.a.i.1.	Renovales	43.965,4	44.410,3	44.920,4	45.491,6	46.109,6	46.772,0	47.350,9	47.896,7	48.428,2	48.905,7	49.248,1	49.505,8	49.721,4	49.904,5
4.A.1.a.i.1.a.	Alerce	31,0	31,0	30,9	30,9	30,9	30,8	30,8	30,8	30,8	30,7	30,7	30,7	30,7	30,6
4.A.1.a.i.1.b.	Ciprés Guaitecas	429,0	429,0	429,0	429,0	429,0	429,0	429,0	429,0	428,9	428,9	428,9	428,9	428,9	428,9
4.A.1.a.i.1.c.	Araucaria	488,1	486,5	485,2	484,2	483,1	482,0	481,0	479,8	477,3	475,2	473,4	471,8	470,1	468,6
4.A.1.a.i.1.d.	Ciprés Cordillera	384,6	385,8	386,9	388,2	389,7	391,4	393,7	396,1	398,2	400,8	403,7	407,2	410,9	414,4
4.A.1.a.i.1.e.	Palma Chilena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.1.a.i.1.f.	Lenga	8.003,6	8.056,0	8.117,8	8.174,9	8.222,3	8.254,2	8.286,4	8.309,8	8.324,3	8.326,1	8.321,9	8.322,8	8.340,0	8.331,8
4.A.1.a.i.1.g.	Coihue Magallanes	2.522,0	2.587,1	2.665,7	2.751,9	2.836,3	2.915,2	2.987,5	3.053,2	3.109,4	3.155,2	3.192,5	3.223,4	3.249,4	3.272,7
4.A.1.a.i.1.h.	Ro-Hualo	1.372,2	1.375,4	1.379,0	1.383,2	1.387,8	1.393,1	1.400,5	1.409,6	1.419,3	1.429,2	1.439,6	1.451,1	1.463,9	1.478,7
4.A.1.a.i.1.i.	RoRaCo	15.922,4	16.167,1	16.453,8	16.804,2	17.214,4	17.697,9	18.104,0	18.492,1	18.889,7	19.258,9	19.517,0	19.691,9	19.811,3	19.924,1
4.A.1.a.i.1.j.	CoRaTe	2.244,6	2.254,3	2.265,5	2.277,7	2.290,0	2.301,3	2.313,1	2.325,6	2.338,3	2.352,6	2.364,8	2.376,5	2.391,6	2.402,9
4.A.1.a.i.1.k.	Esclerófilo	1.345,7	1.346,1	1.346,5	1.347,0	1.347,6	1.348,2	1.349,3	1.350,8	1.352,7	1.354,5	1.356,6	1.358,8	1.361,5	1.363,9
4.A.1.a.i.1.l.	Siempreverde	11.222,0	11.292,1	11.360,3	11.420,5	11.478,6	11.528,8	11.575,6	11.620,1	11.659,4	11.693,5	11.719,0	11.742,7	11.763,1	11.787,8
4.A.1.a.i.2.	Planes de manejo (Ley Bosque nativo)	1.225,9	1.931,0	2.751,6	3.471,2	4.263,4	5.133,3	5.932,1	6.651,8	7.450,5	8.143,5	8.747,6	9.346,5	9.818,3	10.120,9

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
4.A.1.a.i.2.a.	Alerce	-	-	-	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
4.A.1.a.i.2.b.	Ciprés Guaitecas	4,9	5,8	6,9	8,8	10,2	11,1	12,1	12,8	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7
4.A.1.a.i.2.c.	Araucaria	86,0	99,3	104,8	115,9	119,9	127,1	137,7	145,4	164,9	177,5	187,9	199,7	207,9	211,5
4.A.1.a.i.2.d.	Ciprés Cordillera	-	-	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
4.A.1.a.i.2.e.	Palma Chilena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.1.a.i.2.f.	Lenga	170,5	322,8	489,9	655,5	851,8	1.103,7	1.333,7	1.545,6	1.784,7	1.996,2	2.229,5	2.426,1	2.614,5	2.736,5
4.A.1.a.i.2.g.	Coihue Magallanes	0,3	1,3	2,8	5,2	7,0	9,3	11,9	15,0	22,8	25,2	28,7	36,7	39,4	43,9
4.A.1.a.i.2.h.	Ro-Hualo	24,6	49,4	88,8	113,6	152,7	171,9	189,4	202,4	212,0	224,3	232,4	236,6	242,7	243,7
4.A.1.a.i.2.i.	RoRaCo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.1.a.i.2.j.	CoRaTe	95,7	137,3	198,8	257,6	305,3	384,2	455,9	523,9	588,7	628,4	653,1	680,4	697,9	707,1
4.A.1.a.i.2.k.	Esclerófilo	192,8	269,0	349,8	395,1	438,3	472,8	499,9	519,3	533,3	551,1	561,2	566,7	574,3	576,7
4.A.1.a.i.2.l.	Siempreverde	447,1	698,5	1.009,1	1.272,0	1.583,0	1.925,4	2.228,6	2.520,8	2.853,0	3.166,2	3.433,9	3.736,1	3.927,2	4.066,1
4.A.1.a.i.3.	Parques y reservas nacionales	18.183,0	18.416,9	18.670,7	18.915,8	19.141,7	19.335,3	19.499,1	19.639,3	19.757,6	19.847,5	19.923,0	20.009,6	20.106,6	20.225,2
4.A.1.a.i.3.a.	Alerce	30,9	30,9	30,8	30,8	30,8	30,8	30,8	30,7	30,7	30,7	30,6	30,6	30,6	30,6
4.A.1.a.i.3.b.	Ciprés Guaitecas	1.305,5	1.305,5	1.305,5	1.305,5	1.305,5	1.305,5	1.305,5	1.305,5	1.305,5	1.305,5	1.305,5	1.305,5	1.305,5	1.305,5
4.A.1.a.i.3.c.	Araucaria	477,6	476,8	476,3	475,7	475,1	474,6	474,2	473,7	472,6	471,1	470,2	469,3	468,6	467,9
4.A.1.a.i.3.d.	Ciprés Cordillera	7,7	7,7	7,8	7,8	7,8	7,9	8,1	8,2	8,4	8,6	8,7	8,9	9,1	9,4
4.A.1.a.i.3.e.	Palma Chilena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.1.a.i.3.f.	Lenga	2.834,3	2.836,5	2.839,0	2.840,5	2.843,2	2.841,8	2.841,3	2.839,5	2.833,2	2.825,3	2.815,1	2.806,9	2.800,1	2.793,8
4.A.1.a.i.3.g.	Coihue Magallanes	5.182,7	5.363,0	5.569,9	5.787,5	5.989,5	6.166,0	6.318,0	6.443,6	6.548,0	6.630,3	6.695,6	6.748,7	6.797,5	6.841,5
4.A.1.a.i.3.h.	Ro-Hualo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.1.a.i.3.i.	RoRaCo	22,4	22,6	22,9	23,2	23,5	23,8	24,2	24,5	24,8	25,0	25,0	25,1	25,0	24,9
4.A.1.a.i.3.j.	CoRaTe	1.212,8	1.216,2	1.219,5	1.222,6	1.225,9	1.229,0	1.231,8	1.234,9	1.238,0	1.241,2	1.244,2	1.247,6	1.251,6	1.254,2
4.A.1.a.i.3.k.	Esclerófilo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
4.A.1.a.i.3.l.	Siempreverde	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.1.a.i.i.	Plantaciones forestales	7.109,0	7.157,6	7.199,0	7.222,2	7.240,4	7.256,0	7.265,4	7.278,6	7.296,5	7.309,8	7.327,9	7.366,9	7.418,6	7.497,3
4.A.1.a.i.i.1.	Pinus radiata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.1.a.i.i.2.	Eucaliptus globulus	2.403,2	3.117,1	3.907,3	4.678,9	6.110,1	8.053,6	10.593,8	12.789,2	14.612,4	15.843,0	18.250,0	20.056,9	19.698,8	24.553,2
4.A.1.a.i.i.3.	Eucaliptus nitens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.1.a.i.i.4.	Prosopis chilensis y Prosopis tamarugo	45,7	45,7	45,7	45,7	45,7	190,5	379,8	543,4	679,2	770,9	1.283,0	1.140,0	1.576,7	1.418,9
4.A.1.a.i.i.5.	Pseudotsuga menziesii	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.1.a.i.i.6.	Populus spp.	125,8	125,8	125,8	125,8	125,8	125,8	125,8	125,8	125,8	125,8	125,8	123,6	123,6	146,8
4.A.1.a.i.i.7.	Otras especies	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.1.b.	Pérdida anual de biomasa	29,3	29,3	29,3	29,3	29,3	45,4	66,5	84,7	99,8	110,0	151,4	161,5	169,6	169,6
4.A.1.b.i.	Cosecha	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	20,0	33,3	44,9	54,5	61,0	96,1	90,6	93,4	93,0
4.A.1.b.i.1.	Trozas P. radiata	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	40,7	82,1	117,9	147,7	167,8	297,8	348,5	416,9	483,0
4.A.1.b.i.2.	Trozas Eucalyptus spp.	33.890,3	42.027,8	42.298,9	46.758,1	53.777,5	52.678,4	55.790,8	55.579,0	76.158,8	65.747,2	54.640,6	55.570,1	75.241,6	58.597,1
4.A.1.b.i.3.	Trozas otras exóticas	21.054,7	26.058,8	27.847,1	29.749,2	31.655,6	36.844,6	33.427,6	34.488,1	31.268,2	34.074,2	35.882,6	37.332,2	37.099,1	39.820,2
4.A.1.b.i.4.	Trozas especies nativas	14.227,4	15.098,6	18.594,0	19.415,4	21.246,9	24.621,5	23.888,0	24.384,3	21.782,7	23.548,3	24.964,8	27.059,9	26.798,7	29.320,5
4.A.1.b.i.i.	Leña	2.248,3	5.102,4	3.558,0	3.390,3	3.772,1	4.328,6	3.517,5	3.958,3	4.629,2	6.463,3	7.794,5	7.769,9	8.579,3	8.984,7
4.A.1.b.i.i.1.	Leña especies nativas	171,0	255,0	266,6	207,2	253,3	255,3	210,9	274,7	212,0	301,7	280,5	304,2	269,6	271,4
4.A.1.b.i.i.2.	Leña especies exótica	4.408,0	5.602,9	5.428,5	6.736,3	6.383,3	7.639,2	5.811,3	5.870,8	4.644,3	3.761,0	2.842,9	2.198,3	1.451,6	1.243,6
4.A.1.b.i.ii.	Perturbaciones	11.094,8	12.407,0	13.761,6	12.755,8	13.379,2	14.306,0	15.336,5	15.267,9	16.389,0	16.984,6	17.742,0	17.707,1	17.990,2	17.025,8
4.A.1.b.i.ii.1.	Incendios	6.731,2	7.527,3	8.349,2	7.739,0	8.117,1	8.679,5	9.304,7	9.263,1	9.943,2	10.304,5	10.764,1	10.742,9	10.914,7	10.329,6
4.A.1.b.i.ii.1.a.	Bosque nativo	4.363,6	4.879,7	5.412,5	5.016,9	5.262,0	5.626,6	6.031,9	6.004,9	6.445,8	6.680,0	6.977,9	6.964,2	7.075,6	6.696,2
4.A.1.b.i.ii.1.b.	Plantaciones forestales	1.607,2	3.404,6	577,4	4.122,3	8.643,9	1.438,1	6.963,1	5.774,1	28.430,2	14.643,7	967,9	491,4	20.107,3	1.730,9
4.A.1.b.i.ii.2.	Otras	1.607,2	3.404,6	577,4	4.122,3	8.643,9	1.438,1	6.963,1	5.774,1	28.430,2	14.643,7	967,9	491,4	20.107,3	1.730,9
4.A.1.b.i.v.	Quema controlada de residuos forestales	1.071,2	1.647,5	189,4	564,5	1.151,6	359,8	5.596,4	1.133,0	27.799,6	2.761,9	169,4	90,8	13.195,7	425,0
		535,9	1.757,1	388,0	3.557,8	7.492,3	1.078,3	1.366,7	4.641,2	630,6	11.881,8	798,5	400,6	6.911,6	1.305,9
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		133,6	157,3	112,8	130,7	98,8	89,7	63,6	48,8	71,4	44,7	48,1	39,4	44,9	20,2

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
4.A.1.c.	Tierras forestales con cambio de vegetación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1.217,7	1.714,5	1.993,5	2.457,2	2.595,8	2.819,6	2.360,0	2.155,6	2.002,7	1.944,7	1.546,5	1.522,5	4.375,4	3.486,4
4.A.1.c.i.	Restitución	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		16,1	31,9	47,7	63,5	79,3	95,1	110,9	126,7	142,5	158,3	174,1	189,9	194,3	199,0
4.A.1.c.ii	Sustitución	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1.201,6	1.682,6	1.945,7	2.393,7	2.516,5	2.724,4	2.249,1	2.028,9	1.860,2	1.786,4	1.372,3	1.332,6	4.181,1	3.287,4
4.A.2.	Tierras convertidas en tierras forestales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		24.725,2	26.494,0	27.278,2	28.990,4	29.453,8	30.542,9	29.021,6	28.339,5	27.819,9	27.629,3	26.297,3	26.335,4	29.630,5	25.765,9
4.A.2.a.	Tierras de cultivo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		12.933,4	13.728,4	13.812,7	14.534,8	14.443,0	15.094,4	14.112,0	13.449,4	12.933,6	12.731,4	11.855,6	11.775,4	14.550,6	12.243,0
4.A.2.a.i	Tierras de cultivo convertidas en bosque nativo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		48,2	35,7	23,1	10,6	2,0	14,5	27,1	39,7	52,2	64,8	77,3	89,9	124,3	129,7
4.A.2.a.i	Tierras de cultivo convertidas en plantaciones forestales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		12.981,7	13.764,1	13.835,8	14.545,4	14.441,0	15.079,8	14.084,9	13.409,7	12.881,4	12.666,6	11.778,3	11.685,6	14.426,3	12.113,4
4.A.2.b.	Pastizales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		11.697,7	12.664,0	13.360,0	14.343,4	14.893,7	15.326,1	14.790,5	14.768,6	14.763,7	14.776,7	14.322,7	14.440,5	14.967,9	13.423,3
4.A.2.b.i	Pastizales convertidos en bosque nativo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		390,1	282,1	174,2	66,2	41,7	149,7	257,7	365,6	473,6	581,5	689,5	797,4	994,9	1.056,0
4.A.2.b.i	Pastizales convertidos en plantaciones forestales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		12.087,8	12.946,1	13.534,1	14.409,6	14.852,0	15.176,4	14.532,9	14.403,0	14.290,2	14.195,2	13.633,2	13.643,0	13.972,9	12.367,3
4.A.2.c.	Humedales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		94,1	101,6	105,5	112,2	117,1	122,4	119,0	121,5	122,6	121,2	119,0	119,5	112,0	99,6
4.A.2.c.i.	Humedales convertidos en bosque nativo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.2.c.ii	Humedales convertidos en plantaciones forestales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		94,1	101,6	105,5	112,2	117,1	122,4	119,0	121,5	122,6	121,2	119,0	119,5	112,0	99,6
4.A.2.d.	Asentamientos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.2.d.i	Asentamientos convertidos en bosque nativo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.2.d.i	Asentamientos convertidos en plantaciones forestales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.2.e.	Otras tierras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.2.e.i	Otras tierras convertidas en bosque nativo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.2.e.i	Otras tierras convertidas en plantaciones forestales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.B.	Tierras de cultivo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		634,4	699,1	762,5	826,7	890,8	954,9	1.019,1	1.083,2	1.147,1	1.211,9	1.275,2	1.339,3	1.319,4	1.364,2
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0,4	1,0	0,4	0,5	0,4	0,5	0,5	0,6	0,3	1,0	0,3	0,3	1,1	0,1
4.B.2.	Tierras convertidas en tierras de cultivo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		633,9	698,0	762,1	826,2	890,3	954,4	1.018,5	1.082,6	1.146,7	1.210,8	1.274,9	1.339,0	1.318,3	1.364,1
4.B.2.a.	Tierras forestales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		263,8	275,8	287,8	299,9	311,9	323,9	335,9	348,0	360,0	372,0	384,0	396,0	436,1	446,0
4.B.2.b.	Pastizales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		366,2	414,4	462,5	510,7	558,8	607,0	655,1	703,3	751,4	799,5	847,7	895,8	833,8	868,3

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
4.B.2.c.	Humedales	3,9	7,9	11,8	15,7	19,6	23,6	27,5	31,4	35,4	39,3	43,2	47,2	48,5	49,8
4.B.2.d.	Asentamientos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.B.2.e.	Otras tierras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.C.	Pastizales	6.623,1	6.608,2	6.588,6	6.573,3	6.557,9	6.536,0	6.519,3	6.502,3	6.499,8	6.472,9	6.447,9	6.429,7	2.595,7	2.585,4
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	2,5	5,0	2,9	5,0	7,0	2,6	3,3	3,8	5,1	7,8	1,8	1,0	5,4	4,4
4.C.2.	Tierras convertidas en pastizales	6.620,6	6.603,2	6.585,7	6.568,3	6.550,8	6.533,4	6.515,9	6.498,5	6.494,7	6.465,1	6.446,1	6.428,7	2.590,3	2.581,0
4.C.2.a.	Tierras forestales	6.376,1	6.376,1	6.376,1	6.376,1	6.376,1	6.376,1	6.376,1	6.376,1	6.389,8	6.377,6	6.376,1	6.376,1	2.660,9	2.660,9
4.C.2.b.	Tierras de cultivo	244,6	227,1	209,7	192,2	174,8	157,3	139,9	122,4	105,0	87,5	70,1	52,6	-	-
4.C.2.c.	Humedales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.C.2.d.	Asentamientos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.C.2.e.	Otras tierras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.D.	Humedales	116,7	116,7	116,7	116,7	116,7	116,7	116,7	116,7	116,7	116,7	116,7	116,7	40,5	40,5
4.D.1.	Humedales que permanecen como tales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.D.2.	Tierras convertidas en humedales	116,7	116,7	116,7	116,7	116,7	116,7	116,7	116,7	116,7	116,7	116,7	116,7	40,5	40,5
4.D.2.a.	Tierras forestales	85,9	85,9	85,9	85,9	85,9	85,9	85,9	85,9	85,9	85,9	85,9	85,9	28,4	28,4
4.D.2.b.	Tierras de cultivo	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0	7,2	7,2
4.D.2.c.	Pastizales	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	16,8	4,9	4,9
4.D.2.d.	Asentamientos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4.D.2.e.	Otras tierras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.E.	Asentamientos	272,0	280,6	289,2	297,8	306,4	315,0	323,6	332,2	340,8	349,4	358,0	366,6	326,0	333,2
4.E.1.	Asentamientos que permanecen como tales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.E.2.	Tierras convertidas en asentamientos	272,0	280,6	289,2	297,8	306,4	315,0	323,6	332,2	340,8	349,4	358,0	366,6	326,0	333,2
4.E.2.a.	Tierras forestales	52,7	53,7	54,7	55,7	56,7	57,7	58,7	59,7	60,7	61,7	62,7	63,7	83,9	85,1
4.E.2.b.	Tierras de cultivo	182,5	187,0	191,4	195,9	200,3	204,8	209,2	213,7	218,1	222,5	227,0	231,4	165,2	167,9

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
4.E.2.c.	Pastizales	36,7	39,7	42,8	45,8	48,8	51,8	54,8	57,9	60,9	63,9	66,9	70,0	75,3	78,6
4.E.2.d.	Humedales	0,1	0,2	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,1	1,2	1,4	1,5	1,5	1,6
4.E.2.e.	Otras tierras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.F.	Otras tierras	342,4	353,3	364,2	375,2	386,1	397,0	408,0	418,9	443,7	440,8	451,7	462,7	504,5	513,6
4.F.1.	Otras tierras que permanecen como tales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.F.2.	Tierras convertidas en otras tierras	342,4	353,3	364,2	375,2	386,1	397,0	408,0	418,9	443,7	440,8	451,7	462,7	504,5	513,6
4.F.2.a.	Tierras forestales	332,7	340,0	347,3	354,6	361,9	369,2	376,5	383,8	404,9	398,3	405,6	412,9	457,8	465,7
4.F.2.b.	Tierras de cultivo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.F.2.c.	Pastizales	9,6	13,3	16,9	20,6	24,2	27,9	31,5	35,2	38,8	42,5	46,1	49,8	46,7	47,9
4.F.2.d.	Humedales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.F.2.e.	Asentamientos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.G.	Productos de madera recolectada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.H.	Otros (sírvase especificar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>5.</b>	<b>Residuos</b>	<b>2.969,3</b>	<b>3.031,7</b>	<b>3.110,0</b>	<b>3.163,8</b>	<b>3.257,1</b>	<b>3.391,3</b>	<b>3.500,2</b>	<b>3.580,9</b>	<b>3.643,7</b>	<b>3.723,5</b>	<b>3.822,4</b>	<b>4.205,7</b>	<b>4.661,4</b>	<b>4.846,6</b>
5.A.	Disposición de residuos sólidos	2.288,7	2.336,8	2.386,2	2.439,0	2.527,1	2.616,2	2.704,9	2.795,8	2.889,1	2.981,0	3.071,7	3.162,4	3.252,4	3.389,9
5.A.1.	Sitios de disposición de residuos gestionados	0,5	0,5	0,5	735,5	770,4	805,3	888,0	987,2	1.025,1	1.062,5	1.106,6	1.181,7	2.071,0	2.311,4
5.A.2.	Sitios de disposición de residuos no gestionados	507,4	496,3	430,3	429,3	374,5	372,7	345,4	348,6	355,4	364,3	347,4	343,9	244,7	239,6
5.A.3.	Sitios de disposición de residuos no categorizados	1.780,8	1.840,0	1.955,5	1.274,2	1.382,1	1.438,3	1.471,5	1.460,0	1.508,6	1.554,2	1.617,7	1.636,8	936,7	838,9
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	17,0	19,3	19,3	19,3	20,4	23,1	35,5	35,5
5.C.	Incineración y quema abierta de residuos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
5.C.1.	Incineración de residuos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales	663,6	677,9	706,7	707,8	713,0	758,1	778,1	765,7	735,2	723,1	730,3	1.020,0	1.373,4	1.421,1
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	596,2	601,5	615,1	611,3	603,4	618,5	632,2	608,5	586,5	588,1	585,4	758,8	1.120,0	1.146,3

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
5.D.2.	Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales	67,4	76,4	91,6	96,5	109,6	139,5	145,9	157,2	148,7	135,0	144,9	261,2	253,4	274,8
5.E.	Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Anx.</b>	<b>Partidas informativas</b>														
Anx.1.	Tanque internacional	932,7	1.205,8	1.248,1	1.374,3	1.731,6	1.827,1	1.532,3	1.959,5	2.402,8	2.483,0	3.111,3	3.327,7	3.661,3	3.982,8
Anx.1.a.	Aviación internacional	337,5	560,3	573,7	596,3	661,2	646,9	647,5	749,1	1.076,4	1.105,7	1.055,4	1.056,0	1.200,5	1.081,2
Anx.1.b.	Navegación internacional	595,2	645,5	674,4	778,0	1.070,4	1.180,2	884,8	1.210,4	1.326,4	1.377,4	2.056,0	2.271,7	2.460,9	2.901,6
Anx.2.	Operaciones multilaterales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anx.3.	Emisiones de CO2 de la biomasa	12.001,1	13.238,2	14.697,1	13.579,4	14.268,6	15.280,7	16.382,4	16.309,1	17.506,3	18.142,4	18.952,6	18.915,9	19.216,5	18.154,8



Tabla 8. Emisiones y absorciones de GEI (kt CO<sub>2</sub> eq), serie 2004-2016

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	<b>Todas las emisiones y las absorciones nacionales</b>	<b>15.742,7</b>	<b>18.237,4</b>	<b>15.633,6</b>	<b>37.560,5</b>	<b>36.250,3</b>	<b>28.351,7</b>	<b>19.931,4</b>	<b>34.345,1</b>	<b>43.061,2</b>	<b>32.416,9</b>	<b>45.751,5</b>	<b>63.270,9</b>	<b>46.185,2</b>
<b>1.</b>	<b>Energía</b>	<b>56.475,4</b>	<b>57.962,3</b>	<b>58.808,1</b>	<b>68.352,3</b>	<b>69.664,9</b>	<b>67.517,7</b>	<b>68.623,5</b>	<b>76.288,3</b>	<b>80.323,1</b>	<b>79.993,7</b>	<b>77.417,0</b>	<b>83.713,4</b>	<b>87.135,6</b>
1.1A.	Actividades de quema de combustible (método de referencia)	53.367,9	55.718,9	55.449,8	66.079,5	66.079,5	66.079,5	66.079,5	76.091,9	79.668,1	82.255,1	77.590,7	80.085,8	84.570,0
1.A.	Actividades de quema de combustible (método sectorial)	55.018,0	56.476,1	57.413,1	67.210,9	68.630,7	66.285,1	67.414,0	75.162,9	79.251,5	78.929,7	76.421,0	82.758,3	86.133,9
1.A.1.	Industrias de la energía	19.636,5	18.955,2	19.789,5	26.632,8	27.161,8	25.510,5	25.809,8	31.940,0	34.173,5	33.097,1	30.196,9	34.501,0	35.711,1
1.A.1.a.	Producción de electricidad y calor como actividad principal	16.080,9	15.429,9	16.327,6	23.969,4	24.452,4	22.799,9	24.028,5	29.759,3	32.176,5	30.080,9	28.275,4	32.752,1	34.579,6
1.A.1.a.i.	Generación de electricidad	16.080,9	15.429,9	16.327,6	23.969,4	24.452,4	22.799,9	24.028,5	29.759,3	32.176,5	30.080,9	28.275,4	32.752,1	34.579,6
1.A.1.a.ii.	Generación combinada de calor y energía (CHP)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.1.a.iii.	Plantas generadoras de energía	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.1.b.	Refinación del petróleo	2.475,0	2.506,6	2.437,3	1.675,1	1.698,8	1.776,5	1.129,7	1.200,1	1.065,8	2.123,5	1.030,4	931,6	366,1
1.A.1.c.	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	1.080,6	1.018,7	1.024,6	988,3	1.010,6	934,2	651,6	980,5	931,2	892,7	891,1	817,2	765,3
1.A.1.c.i.	Manufactura de combustibles sólidos	1.077,8	1.017,7	1.023,3	985,0	1.010,6	933,9	651,6	980,5	931,2	892,7	800,8	816,0	765,3
1.A.1.c.ii.	Otras industrias de la energía	2,8	1,0	1,3	3,3	-	0,3	-	-	-	-	90,3	1,2	-
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	12.172,1	12.969,2	13.543,8	14.543,7	14.223,3	13.323,7	13.948,7	13.712,9	15.523,9	14.569,1	16.552,6	16.246,0	16.129,2
1.A.2.a.	Hierro y acero	1.290,7	1.452,2	1.485,7	1.523,9	1.435,2	1.303,3	215,3	592,7	849,8	258,7	271,2	325,4	272,1
1.A.2.b.	Metales no ferrosos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.2.c.	Sustancias químicas	354,7	1.258,5	586,7	272,3	204,7	183,0	585,7	489,9	855,6	817,8	533,8	170,3	337,1
1.A.2.d.	Pulpa, papel e imprenta	760,7	828,6	1.011,5	1.234,1	1.062,4	1.205,8	808,7	776,6	1.776,3	1.442,5	1.774,5	1.375,8	1.543,1
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	393,2	415,4	361,9	324,5	241,7	168,2	263,9	393,4	318,7	286,0	292,3	294,0	328,3
1.A.2.f.	Minerales no metálicos	961,2	867,5	869,6	960,2	1.105,5	1.114,3	985,9	876,7	957,5	1.054,5	892,5	911,5	985,6
1.A.2.g.	Equipo de transporte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.2.h.	Maquinaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.2.i.	Minería (con excepción de combustibles) y cantería	4.215,9	4.459,7	4.837,7	5.134,1	5.183,3	5.648,1	8.059,3	6.438,1	5.854,7	5.923,9	7.149,0	7.823,6	7.967,0

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1.A.2.j.	Madera y productos de la madera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.2.k.	Construcción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.2.l.	Textiles y cueros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.2.m.	Industria no especificada	4.195,7	3.687,2	4.390,8	5.094,7	4.990,5	3.701,0	3.029,9	4.145,5	4.911,3	4.785,7	5.639,2	5.345,3	4.696,0
1.A.3.	Transporte	17.331,1	19.087,9	18.697,2	20.267,8	21.220,1	21.222,2	20.947,6	21.852,1	22.867,9	24.860,4	23.552,5	25.476,0	26.936,4
1.A.3.a.	Aviación civil	702,6	949,0	886,8	980,8	1.308,0	899,6	789,6	805,7	1.457,3	1.323,4	1.276,3	1.864,9	1.674,5
1.A.3.a.i.	Aviación internacional (tanques internacionales)													
1.A.3.a.ii.	Aviación de cabotaje	702,6	949,0	886,8	980,8	1.308,0	899,6	789,6	805,7	1.457,3	1.323,4	1.276,3	1.864,9	1.674,5
1.A.3.b.	Transporte terrestre	14.537,5	15.694,6	15.638,0	16.726,1	17.352,8	17.995,5	18.710,7	19.662,4	20.107,0	21.756,9	20.530,6	22.256,6	23.611,4
1.A.3.b.i.	Automóviles	4.243,6	4.333,0	4.246,3	4.440,9	4.515,0	4.982,0	5.733,9	5.637,8	6.124,2	6.856,4	7.343,2	7.638,0	8.289,7
1.A.3.b.i.1.	Automóviles de pasajeros con catalizadores tridireccionales	2.510,2	2.766,4	2.964,3	3.391,8	3.771,7	4.286,8	5.058,5	5.082,6	5.622,2	6.389,1	6.929,1	7.281,5	7.968,3
1.A.3.b.i.2.	Automóviles de pasajeros sin catalizadores tridireccionales	1.733,5	1.566,6	1.281,9	1.049,1	743,3	695,1	675,3	555,2	502,0	467,3	414,2	356,5	321,4
1.A.3.b.ii.	Camiones para servicio ligero	3.185,5	3.291,6	3.235,9	3.417,6	3.554,0	3.763,7	4.057,2	4.216,9	4.456,0	4.829,6	4.624,3	5.042,1	5.441,6
1.A.3.b.ii.1.	Camiones para servicio ligero con catalizadores tridireccionales	1.858,1	2.116,9	2.282,5	2.630,4	2.979,5	3.218,4	3.524,0	3.771,0	4.040,4	4.428,2	4.253,6	4.705,7	5.121,9
1.A.3.b.ii.2.	Camiones para servicio ligero sin catalizadores tridireccionales	1.327,4	1.174,7	953,4	787,2	574,5	545,3	533,2	445,9	415,6	401,5	370,7	336,5	319,7
1.A.3.b.iii.	Camiones para servicio pesado y autobuses	7.093,9	8.053,9	8.134,3	8.834,4	9.239,8	9.198,1	8.860,7	9.750,1	9.458,6	9.992,4	8.473,3	9.485,3	9.784,8
1.A.3.b.iv.	Motocicletas	14,4	16,1	21,6	33,2	44,0	51,7	58,9	57,6	68,2	78,4	89,7	91,2	95,3
1.A.3.b.v.	Emisiones por evaporación procedentes de vehículos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.3.b.vi.	Catalizadores basados en urea	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.3.c.	Ferrocarriles	62,8	59,8	64,9	68,6	159,8	153,7	152,6	158,2	159,8	155,2	199,4	112,9	153,4
1.A.3.d.	Navegación marítima y fluvial	1.419,2	1.763,3	1.545,3	1.942,7	1.882,1	1.571,4	434,9	621,9	467,7	889,2	797,2	505,3	745,1
1.A.3.d.i.	Navegación internacional (tanques internacionales)													
1.A.3.d.ii.	Navegación marítima y fluvial nacional	1.419,2	1.763,3	1.545,3	1.942,7	1.882,1	1.571,4	434,9	621,9	467,7	889,2	797,2	505,3	745,1
1.A.3.e.	Otro tipo de transporte	609,0	621,3	562,1	549,6	517,4	602,0	859,9	603,9	676,1	735,7	749,0	736,3	752,0

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1.A.3.e.i.	Transporte por gasoductos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.3.e.ii.	Todo terreno	609,0	621,3	562,1	549,6	517,4	602,0	859,9	603,9	676,1	735,7	749,0	736,3	752,0
1.A.4.	Otros sectores	5.878,3	5.463,7	5.382,6	5.766,5	6.025,5	6.228,7	6.708,0	7.658,0	6.686,2	6.403,2	6.119,0	6.535,3	7.357,3
1.A.4.a.	Comercial / Institucional	954,6	841,9	874,9	1.014,2	1.329,5	1.272,8	1.699,9	2.287,5	1.777,3	1.420,0	1.506,2	1.619,5	2.188,7
1.A.4.b.	Residencial	4.197,9	4.107,2	4.149,6	4.406,7	4.194,8	4.396,8	4.067,2	4.122,1	4.097,8	4.255,5	3.969,5	4.185,3	4.286,8
1.A.4.c.	Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías	725,9	514,6	358,0	345,6	501,2	559,2	940,9	1.248,4	811,1	727,7	643,3	730,5	881,8
1.A.4.c.i.	Estacionaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.4.c.ii.	Vehículo todo terreno y otra maquinaria	25,9	29,1	30,6	27,8	31,5	32,7	30,8	35,1	37,1	35,9	32,1	36,8	35,2
1.A.4.c.iii.	Pesca (combustión móvil)	699,9	485,5	327,5	317,8	469,7	526,4	910,1	1.213,3	773,9	691,8	611,2	693,7	846,6
1.A.5.	No especificado	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.5.a.	Estacionaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.5.b.	Móvil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.5.b.i.	Móvil (componente aviación)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.5.b.ii.	Móvil (componente marítimo y fluvial)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.5.b.iii.	Móvil (otro)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.5.c.	Operaciones multilaterales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.B.	Emissiones fugitivas de combustibles	1.457,4	1.486,2	1.395,1	1.141,4	1.034,2	1.232,7	1.209,5	1.125,4	1.071,5	1.064,0	996,0	955,2	1.001,6
1.B.1.	Combustibles sólidos	50,3	60,3	46,4	65,5	79,9	51,9	47,6	56,5	60,9	109,6	153,4	119,3	91,9
1.B.1.a.	Minería carbonífera y manejo del carbón	50,3	60,3	46,4	65,5	79,9	51,9	47,6	56,5	60,9	109,6	153,4	119,3	91,9
1.B.1.a.i.	Minas subterráneas	48,1	47,4	33,9	63,2	72,9	40,6	36,4	45,1	48,5	49,6	66,9	53,9	39,4
1.B.1.a.i.1.	Minería	42,3	41,6	29,7	55,5	64,0	35,7	32,0	39,6	42,5	43,5	58,7	47,3	34,6
1.B.1.a.i.2.	Emissiones de gas de carbono posteriores a la minería	5,9	5,8	4,1	7,7	8,9	5,0	4,4	5,5	5,9	6,0	8,2	6,6	4,8
1.B.1.a.i.3.	Minas subterráneas abandonadas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.B.1.a.i.4.	Quema en antorcha de metano drenado o conversión de metano en	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	CO2													
1.B.1.a.ii.	Minas de superficie	2,1	12,9	12,5	2,3	7,0	11,3	11,2	11,4	12,4	60,1	86,5	65,4	52,5
1.B.1.a.ii.1.	Minería	2,0	11,9	11,6	2,1	6,5	10,4	10,3	10,5	11,5	55,4	79,9	60,4	48,4
1.B.1.a.ii.2.	Emisiones de gas de carbono posteriores a la minería	0,2	1,0	1,0	0,2	0,5	0,9	0,9	0,9	1,0	4,6	6,7	5,0	4,0
1.B.1.b.	Combustión espontánea y vertederos para quema de carbón	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.B.1.c.	Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.B.2.	Petróleo y gas natural	1.407,1	1.425,8	1.348,6	1.075,9	954,3	1.180,8	1.161,9	1.068,9	1.010,6	954,3	842,6	835,8	909,7
1.B.2.a.	Petróleo	162,7	152,7	135,5	119,1	123,6	170,6	192,1	210,3	295,2	322,0	321,9	222,9	187,2
1.B.2.a.i.	Venteo	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
1.B.2.a.ii.	Quema en antorcha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.B.2.a.iii.	Todos los demás	162,6	152,7	135,4	119,1	123,5	170,5	192,0	210,2	295,1	321,9	321,8	222,8	187,1
1.B.2.a.iii.1.	Exploración	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.B.2.a.iii.2.	Producción y refinación	154,4	144,4	126,9	111,3	115,5	162,7	185,4	203,4	288,4	314,4	314,2	216,0	180,4
1.B.2.a.iii.3.	Transporte	1,6	1,6	1,7	1,5	1,6	1,6	1,3	1,4	1,3	1,5	1,5	1,4	1,3
1.B.2.a.iii.4.	Refinación	6,6	6,6	6,9	6,2	6,5	6,3	5,3	5,5	5,4	6,0	6,1	5,5	5,4
1.B.2.a.iii.5.	Distribución de productos de petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.B.2.a.iii.6.	Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.B.2.b.	Gas natural	1.244,5	1.273,1	1.213,2	956,8	830,7	1.010,2	969,8	858,6	715,4	632,3	520,7	613,0	722,5
1.B.2.b.i.	Venteo	20,6	10,4	21,6	20,2	9,6	24,7	19,1	15,5	12,1	9,5	7,7	7,7	7,7
1.B.2.b.ii.	Quema en antorcha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.B.2.b.iii.	Todos los demás	1.223,8	1.262,6	1.191,6	936,6	821,1	985,4	950,7	843,1	703,3	622,9	513,0	605,2	714,7
1.B.2.b.iii.1.	Exploración	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.B.2.b.iii.2.	Producción y refinación	641,5	699,3	670,3	629,3	642,8	769,2	593,9	482,1	375,5	294,3	240,9	306,8	367,2
1.B.2.b.iii.3.	Procesamiento	54,3	52,6	48,6	28,7	16,6	20,2	33,3	33,7	30,6	30,7	25,4	27,8	32,4

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1.B.2.b.iii.4	Transmisión y almacenamiento	137,2	132,7	122,8	72,4	42,0	50,9	84,1	85,0	77,2	77,4	64,1	70,3	81,9
1.B.2.b.iii.5	Distribución	390,8	378,1	349,9	206,2	119,7	145,2	239,5	242,3	220,0	220,5	182,6	200,3	233,2
1.B.2.b.iii.6	Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.B.3.	Otras emisiones provenientes de la producción de energía	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.C.	Transporte y almacenamiento de CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.C.1.	Transporte de CO2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.C.1.a.	Gasoductos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.C.1.b.	Embarcaciones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.C.1.c.	Otros (sírvase especificar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.C.2.	Inyección y almacenamiento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.C.2.a.	Inyección	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.C.2.b.	Almacenamiento	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.C.3.	Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>2.</b>	<b>Procesos industriales y uso de productos</b>	<b>7.067,5</b>	<b>7.236,2</b>	<b>7.643,1</b>	<b>6.352,8</b>	<b>6.073,2</b>	<b>5.463,2</b>	<b>5.492,5</b>	<b>6.336,1</b>	<b>6.689,3</b>	<b>6.144,0</b>	<b>6.233,9</b>	<b>6.584,8</b>	<b>6.939,3</b>
2.A.	Industria de los minerales	1.597,8	1.613,4	1.703,4	1.856,8	1.826,4	1.556,2	1.551,1	1.619,7	1.709,0	1.559,8	1.527,2	1.503,4	1.601,7
2.A.1.	Producción de cemento	1.214,9	1.172,6	1.258,6	1.340,1	1.330,9	1.100,0	1.065,3	1.099,5	1.147,7	966,4	870,9	841,9	882,0
2.A.2.	Producción de cal	316,5	373,1	371,3	416,3	396,5	371,2	412,4	432,9	476,6	498,7	560,7	564,8	616,7
2.A.3.	Producción de vidrio	66,4	67,7	73,5	100,4	99,0	85,0	73,4	87,3	84,7	94,6	95,7	96,7	103,0
2.A.4.	Otros uso de carbonatos en los procesos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.A.4.a.	Cerámicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.A.4.b.	Otros usos de la ceniza de sosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.A.4.c.	Producción de magnesita no metalúrgica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.A.4.d.	Otros (especificar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.A.5.	Otros (sírvase especificar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2.B.	Industria química	2.790,9	3.075,1	3.197,1	1.740,4	1.229,2	1.138,0	1.206,3	932,5	913,2	762,8	696,9	712,2	738,3
2.B.1.	Producción de amoníaco	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.2.	Producción de ácido nítrico	811,4	856,8	873,5	374,5	401,9	413,0	504,0	486,4	594,7	541,3	528,2	538,7	452,2
2.B.3.	Producción de ácido adípico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.4.	Producción de caprolactama, glioxil y ácido glioxílico	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.5.	Producción de carburo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.6.	Producción de dióxido de titanio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.7.	Producción de ceniza de sosa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.8.	Producción petroquímica y de negro de humo	1.979,5	2.218,3	2.323,6	1.365,9	827,4	725,0	702,3	446,0	318,5	221,5	168,8	173,5	286,1
2.B.8.a.	Metanol	1.921,1	2.161,3	2.270,8	1.314,0	776,3	672,1	667,6	395,2	223,9	145,4	118,0	145,5	281,6
2.B.8.b.	Etileno	58,5	57,0	52,8	51,9	51,1	52,9	34,7	50,8	94,7	76,1	50,8	27,9	4,5
2.B.8.c.	Dicloruro de etileno y monómero cloruro de vinilo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.8.d.	Óxido de etileno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.8.e.	Acrilonitrilo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.8.f.	Negro de humo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.9.	Producción fluoroquímica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.9.a.	Emisiones de productos derivados	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.9.b.	Emisiones fugitivas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.B.10.	Otros (especificar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.C.	Industria de los metales	2.211,2	2.046,2	2.126,2	2.026,4	1.947,2	1.701,9	1.251,4	2.092,0	2.062,9	1.577,4	1.293,2	1.392,9	1.327,6
2.C.1.	Producción de hierro y acero	2.211,2	2.046,0	2.126,1	2.026,2	1.947,1	1.701,9	1.251,2	2.092,0	2.062,8	1.577,4	1.293,2	1.392,9	1.327,6
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	-	0,2	0,1	0,3	0,1	0,0	0,2	0,0	0,1	0,1	-	-	-
2.C.3.	Producción de aluminio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.C.4.	Producción de magnesio	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2.C.5.	Producción de plomo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.C.6.	Producción de cinc	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.C.7.	Otros (especificar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes	99,2	108,3	106,5	101,9	247,9	140,9	241,0	128,9	188,0	142,0	146,2	145,2	129,9
2.D.1.	Uso de lubricantes	88,9	96,9	96,6	92,7	238,7	134,2	231,8	119,9	179,3	130,3	136,2	134,4	119,9
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	10,2	11,4	9,9	9,2	9,2	6,7	9,3	9,0	8,7	11,7	10,0	10,7	10,0
2.D.3.	Uso de solventes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.D.4.	Otros (especificar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.E.	Industria electrónica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.E.1.	Circuitos integrados o semiconductores	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.E.2.	Pantalla plana tipo TFT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.E.3.	Células fotovoltaicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.E.4.	Fluidos de transferencia térmica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.E.5.	Otros (especificar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.F.	Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	245,9	279,8	380,3	482,1	643,5	757,5	1.000,1	1.318,2	1.583,0	1.868,1	2.337,4	2.588,8	2.869,5
2.F.1.	Refrigeración y aire acondicionado	235,7	259,5	357,4	459,4	610,7	706,9	931,8	1.238,8	1.495,3	1.760,3	2.192,5	2.435,2	2.753,2
2.F.1.a.	Refrigeración y aire acondicionado estacionario	235,7	259,5	357,4	459,4	610,7	706,9	931,8	1.238,8	1.495,3	1.760,3	2.192,5	2.435,2	2.753,2
2.F.1.b.	Aire acondicionado móvil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.F.2.	Agentes espumantes	4,0	13,0	12,8	9,7	8,2	8,2	8,3	8,4	8,3	12,9	11,9	21,9	25,5
2.F.3.	Protección contra incendios	4,7	5,6	7,1	8,6	10,7	13,9	16,5	22,4	27,4	29,1	36,0	45,3	56,5
2.F.4.	Aerosoles	-	0,1	0,1	-	8,9	19,6	30,8	35,8	35,6	44,8	75,5	62,3	15,9
2.F.5.	Solventes	1,3	1,4	2,7	4,1	4,6	8,2	11,7	10,8	12,2	14,7	13,2	14,9	11,2
2.F.6.	Otras aplicaciones (especificar)	0,2	0,2	0,1	0,2	0,4	0,6	1,0	2,0	4,2	6,4	8,3	9,2	7,1
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos	122,5	113,3	129,7	145,2	178,9	168,7	242,7	244,8	233,1	233,8	232,9	242,3	272,3

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2.G.1.	Equipos eléctricos	122,5	113,3	129,7	145,2	178,9	168,7	242,7	244,8	233,1	233,8	232,9	242,3	272,3
2.G.1.a.	Manufactura de equipos eléctricos	14,2	0,6	16,8	27,1	52,3	25,9	54,0	34,7	16,5	16,5	14,8	24,0	50,9
2.G.1.b.	Uso de equipos eléctricos	108,3	112,7	112,9	118,1	126,5	142,8	150,8	164,0	170,4	171,1	171,9	172,1	175,2
2.G.1.c.	Eliminación de equipos eléctricos	-	-	-	-	-	-	37,9	46,2	46,2	46,2	46,2	46,2	46,2
2.G.2.	SF6 y PFC de otros usos de productos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.G.2.a.	Aplicaciones militares	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.G.2.b.	Aceleradores	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.G.2.c.	Otros (especificar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.G.3.	N2O de usos de productos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.G.3.a.	Aplicaciones médicas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.G.3.b.	Propulsor para productos presurizados y aerosoles	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.G.3.c.	Otros (especificar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.G.4.	Otros (especificar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.H.	Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.H.1.	Industria de la pulpa y el papel	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.H.2.	Industria de la alimentación y las bebidas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.H.3.	Otros (especificar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>3.</b>	<b>Agricultura</b>	<b>14.104,9</b>	<b>13.906,7</b>	<b>14.074,6</b>	<b>14.212,7</b>	<b>13.983,4</b>	<b>13.541,0</b>	<b>13.244,1</b>	<b>12.582,8</b>	<b>12.679,5</b>	<b>12.848,4</b>	<b>12.419,1</b>	<b>12.210,6</b>	<b>11.801,6</b>
3.A.	Fermentación entérica	6.084,1	6.045,7	6.017,0	5.971,8	5.740,4	5.466,5	5.250,4	5.012,8	5.164,4	5.292,1	5.064,1	4.833,5	4.682,0
3.A.1.	Ganado vacuno	5.229,0	5.184,1	5.145,4	5.098,8	4.884,0	4.626,8	4.423,7	4.206,8	4.370,6	4.535,0	4.350,9	4.150,6	4.022,0
3.A.1.a.	Vacas lecheras	1.062,5	1.047,3	1.038,8	1.022,7	1.011,1	957,8	959,1	947,2	994,8	1.043,3	988,9	917,6	895,4
3.A.1.b.	Otros vacunos	4.166,5	4.136,8	4.106,6	4.076,1	3.872,9	3.669,1	3.464,6	3.259,6	3.375,8	3.491,7	3.362,0	3.233,0	3.126,6
3.A.1.b.i.	Vacas carne	1.268,4	1.265,4	1.262,3	1.259,2	1.195,3	1.132,0	1.069,3	1.007,2	1.070,3	1.132,7	1.053,6	975,1	941,0
3.A.1.b.ii.	Vaquillas	954,6	947,6	940,4	933,1	904,0	874,5	844,5	814,1	845,1	876,5	862,5	848,3	836,7



Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
3.A.1.b.iii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	429,7	414,6	399,4	384,2	345,3	306,1	266,8	227,4	237,0	246,7	239,4	232,2	212,8
3.A.1.b.iv.	Jóvenes carne (novillo 1-2 años)	650,8	645,8	640,6	635,4	600,0	564,2	527,8	490,8	493,3	495,9	514,4	533,2	519,5
3.A.1.b.v.	Terneros	863,1	863,4	863,8	864,2	828,2	792,2	756,2	720,1	730,1	740,0	692,1	644,2	616,6
3.A.2.	Ovinos	479,4	481,6	483,8	486,1	475,2	464,4	453,6	444,2	434,7	425,3	398,4	371,5	357,1
3.A.3.	Porcinos	97,3	106,6	119,3	123,5	120,0	116,3	116,5	120,6	133,3	119,4	110,8	115,5	114,5
3.A.3.a.	Marranas	13,0	14,2	15,9	16,5	16,0	15,5	15,5	16,1	17,8	15,9	14,8	15,4	15,3
3.A.3.b.	Verracos	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3
3.A.3.c.	Juveniles	84,1	92,1	103,0	106,6	103,6	100,4	100,6	104,1	115,2	103,1	95,7	99,8	98,9
3.A.4.	Otras especies	278,3	273,4	268,4	263,5	261,2	258,9	256,6	241,2	225,7	212,4	204,1	195,9	188,3
3.A.4.a.	Búfalos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.A.4.b.	Caprinos	92,3	92,3	92,4	92,4	95,4	98,3	101,3	91,2	81,0	70,8	67,1	63,3	59,6
3.A.4.c.	Equinos	157,1	152,8	148,6	144,3	140,1	135,8	131,6	127,4	123,1	118,9	114,6	110,4	106,1
3.A.4.d.	Mulas y asnos	6,3	6,1	5,9	5,7	5,5	5,3	5,1	4,9	4,7	4,5	4,3	4,2	4,0
3.A.4.e.	Aves de corral	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.A.4.f.	Camélidos (llamas y alpacas)	18,6	17,7	16,8	15,9	15,0	14,1	13,2	12,3	11,4	12,5	12,3	12,3	12,6
3.A.4.g.	Otros	4,0	4,4	4,8	5,2	5,3	5,3	5,4	5,5	5,6	5,6	5,7	5,8	5,9
3.A.4.g.i.	Ciervos	3,8	4,2	4,6	5,0	5,0	5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7	5,8
3.A.4.g.ii.	Jabalíes	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
3.B.	Gestión del estiércol	2.059,8	2.155,7	2.251,8	2.340,8	2.253,5	2.160,7	2.112,9	2.101,5	2.252,8	2.147,9	2.031,3	2.057,4	2.022,1
3.B.1.	Ganado vacuno	1.005,5	990,0	975,0	959,1	910,4	857,5	809,8	760,8	787,7	812,7	786,0	757,9	732,1
3.B.1.a.	Vacas lecheras	143,9	139,5	135,8	131,2	128,4	121,4	119,8	116,8	121,3	124,1	117,6	109,6	106,3
3.B.1.b.	Otros vacunos	861,6	850,5	839,3	827,9	782,0	736,1	690,0	644,0	666,4	688,6	668,4	648,3	625,8
3.B.1.b.i.	Vacas carne	270,7	269,6	268,5	267,4	253,4	239,6	226,0	212,5	225,6	238,5	221,3	204,3	196,9
3.B.1.b.ii.	Vaquillas	215,0	213,2	211,4	209,6	202,8	195,9	189,0	181,9	188,8	195,7	192,7	189,6	187,0

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
3.B.1.b.iii.	Adultos carne (novillo >2 años, toros y torunos, bueyes)	148,4	142,1	135,7	129,3	116,3	103,3	90,1	76,9	78,4	79,9	78,7	77,5	70,9
3.B.1.b.iv.	Jóvenes carne (novillo 1-2 años)	169,8	167,8	165,8	163,8	154,0	144,3	134,4	124,5	124,7	124,9	129,1	133,4	129,5
3.B.1.b.v.	Terneros	57,7	57,8	57,8	57,8	55,4	53,0	50,6	48,1	48,9	49,7	46,5	43,4	41,6
3.B.2.	Ovinos	14,4	14,4	14,5	14,6	14,3	13,9	13,6	13,3	13,0	12,8	12,0	11,1	10,7
3.B.3.	Porcinos	830,8	937,2	1.040,7	1.142,3	1.109,7	1.075,9	1.080,0	1.118,1	1.236,4	1.107,2	1.028,2	1.073,8	1.065,8
3.B.3.a.	Marranas	193,6	217,7	241,0	264,3	256,8	249,0	249,7	258,5	285,8	256,0	237,6	248,0	246,1
3.B.3.b.	Verracos	5,2	5,8	6,4	7,1	6,9	6,7	6,7	6,9	7,6	6,8	6,3	6,6	6,6
3.B.3.c.	Juveniles	632,0	713,7	793,3	870,9	846,0	820,3	823,7	852,7	942,9	844,4	784,2	819,1	813,1
3.B.4.	Otras especies	64,3	64,6	64,9	65,2	63,9	62,6	61,3	60,5	59,5	61,1	59,0	61,7	61,4
3.B.4.a.	Búfalos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.B.4.b.	Caprinos	3,1	3,1	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,1	2,8	2,4	2,3	2,2	2,0
3.B.4.c.	Equinos	14,3	13,9	13,5	13,2	12,8	12,4	12,0	11,6	11,2	10,8	10,4	10,1	9,7
3.B.4.d.	Mulas y asnos	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
3.B.4.e.	Aves de corral	41,7	42,6	43,5	44,4	43,6	42,8	42,1	42,2	42,2	44,3	42,8	46,0	46,2
3.B.4.f.	Camélidos (llamas y alpacas)	4,5	4,2	4,0	3,8	3,6	3,4	3,2	2,9	2,7	3,0	3,0	3,0	3,0
3.B.4.g.	Otros	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
3.B.4.g.i.	Ciervos	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
3.B.4.g.ii.	Jabalíes	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
3.B.5.	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O resultantes de la gestión del estiércol	144,8	149,5	156,7	159,7	155,3	150,8	148,2	148,9	156,3	154,1	146,2	152,9	152,1
3.B.5.a.	Ganado vacuno	28,7	27,7	26,6	25,6	24,1	22,7	21,2	19,8	20,9	22,0	20,8	19,6	18,8
3.B.5.b.	Ovinos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.B.5.c.	Porcinos	47,3	51,6	58,4	61,0	59,3	57,5	57,6	59,6	65,9	59,0	54,9	57,5	57,2
3.B.5.d.	Otras especies	68,7	70,2	71,6	73,1	71,9	70,6	69,4	69,6	69,5	73,1	70,5	75,8	76,1
3.B.5.d.i.	Búfalos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
3.B.5.d.ii.	Caprinos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.B.5.d.iii.	Equinos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.B.5.d.iv.	Mulas y asnos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.B.5.d.v.	Aves de corral	68,7	70,2	71,6	73,1	71,9	70,6	69,4	69,6	69,5	73,1	70,5	75,8	76,1
3.B.5.d.vi.	Camélidos (llamas y alpacas)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.B.5.d.vii.	Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.C.	Cultivo del arroz	125,4	126,1	140,9	109,6	105,6	119,3	123,6	126,5	120,9	105,8	112,8	119,5	133,7
3.C.1.	Irrigadas	125,4	126,1	140,9	109,6	105,6	119,3	123,6	126,5	120,9	105,8	112,8	119,5	133,7
3.C.2.	Alimentadas a lluvia	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.C.3.	Aguas profundas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.C.4.	Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.D.	Suelos agrícolas	5.313,4	5.129,4	5.203,7	5.348,5	5.403,1	5.355,7	5.238,7	4.802,1	4.611,6	4.746,2	4.683,2	4.621,7	4.483,6
3.D.1.	Emissiones directas de N <sub>2</sub> O de suelos agrícolas	4.409,0	4.264,2	4.322,0	4.436,3	4.476,7	4.433,0	4.336,3	3.980,8	3.831,2	3.943,5	3.887,9	3.837,8	3.718,3
3.D.1.a.	Fertilizante inorgánicos	1.087,1	925,5	1.002,7	1.168,5	1.303,5	1.374,8	1.369,4	1.097,6	871,0	911,4	1.004,6	1.032,8	1.092,0
3.D.1.b.	Fertilizante orgánicos	370,3	381,9	399,5	407,4	395,6	383,6	376,1	376,9	395,2	390,8	371,1	387,4	385,2
3.D.1.b.i.	Estiércol animal aplicado a los suelos	370,3	381,9	399,5	407,4	395,6	383,6	376,1	376,9	395,2	390,8	371,1	387,4	385,2
3.D.1.b.ii.	Lodos aplicados a los suelos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.D.1.b.iii.	Otros fertilizantes orgánicos aplicados a los suelos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.D.1.c.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	2.479,5	2.460,2	2.434,1	2.409,2	2.318,1	2.227,1	2.136,4	2.035,2	2.084,9	2.133,3	2.019,0	1.905,9	1.843,1
3.D.1.d.	Residuos de cosechas	472,1	482,2	479,0	442,2	452,1	442,0	444,9	463,0	478,7	506,2	491,6	507,4	396,8
3.D.1.e.	Mineralización / inmovilización asociada a la pérdida / ganancia de materia orgánica del suelo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.D.1.f.	Cultivo de suelos orgánicos (histosoles)	-	14,5	6,6	8,9	7,4	5,7	9,5	8,1	1,4	1,7	1,5	4,3	1,2
3.D.1.g.	Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
3.D.2.	Emisiones indirectas de N <sub>2</sub> O de suelos agrícolas	904,4	865,2	881,7	912,2	926,4	922,7	902,4	821,3	780,5	802,7	795,3	783,8	765,4
3.D.2.a.	Deposición atmosférica	356,9	340,9	349,1	365,1	370,6	369,6	361,6	326,7	308,1	313,3	310,7	306,3	306,6
3.D.2.a.i	Fertilizante inorgánicos	108,3	92,1	99,8	116,5	130,0	137,1	136,6	109,4	86,7	90,8	100,1	102,9	108,8
3.D.2.a.ii.	Fertilizante orgánicos	201,5	200,2	198,4	196,8	190,2	183,7	177,2	169,3	171,1	172,8	163,4	154,1	148,8
3.D.2.a.ii.1	Estiércol animal aplicado a los suelos	201,5	200,2	198,4	196,8	190,2	183,7	177,2	169,3	171,1	172,8	163,4	154,1	148,8
3.D.2.a.ii.2	Lodos aplicado a los suelos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.D.2.a.ii.3	Otros fertilizantes orgánicos aplicados a los suelos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.D.2.a.iii.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	47,1	48,6	50,8	51,9	50,3	48,8	47,9	48,0	50,3	49,7	47,2	49,3	49,0
3.D.2.b.	Lixiviación y escurrimiento	547,5	524,3	532,6	547,1	555,8	553,0	540,8	494,6	472,4	489,4	484,6	477,5	458,7
3.D.2.b.i.	Fertilizante inorgánicos	157,5	134,2	145,5	169,0	188,4	198,8	198,0	159,0	126,3	132,0	145,5	149,6	158,2
3.D.2.b.ii.	Fertilizante orgánicos	297,6	296,4	295,0	293,7	282,7	271,6	260,6	250,2	255,2	260,3	246,0	231,9	224,2
3.D.2.b.ii.1	Estiércol animal aplicado a los suelos	297,6	296,4	295,0	293,7	282,7	271,6	260,6	250,2	255,2	260,3	246,0	231,9	224,2
3.D.2.b.ii.2	Lodos aplicado a los suelos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.D.2.b.ii.3	Otros fertilizantes orgánicos aplicados a los suelos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.D.2.b.iii.	Orina y estiércol depositado por animales de pastoreo	27,6	27,1	26,7	25,7	24,3	22,9	21,7	20,9	22,4	22,6	21,7	21,3	20,7
3.D.2.b.iv.	Residuos de cosechas	64,8	66,5	65,4	58,6	60,4	59,7	60,4	64,5	68,4	74,5	71,3	74,7	55,6
3.D.2.b.v.	Mineralización / inmovilización asociada a la pérdida / ganancia de materia orgánica del suelo	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3.E.	Quema prescrita de sabanas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.F.	Quema de residuos agrícola en el campo	81,7	73,2	65,2	46,8	49,4	46,7	48,3	50,7	44,3	46,9	46,0	50,6	34,8
3.F.1.	Cereales y otros cultivos	53,4	46,1	39,4	22,5	28,9	29,2	34,1	36,6	30,3	33,0	31,9	36,2	20,5
3.F.2.	Frutícolas	28,4	27,1	25,8	24,3	20,5	17,5	14,3	14,1	14,0	13,9	14,1	14,4	14,4
3.F.3.	Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.G.	Encalado	89,1	81,3	83,9	86,4	88,7	90,9	92,9	115,3	113,2	108,9	100,2	95,1	88,4

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
3.G.1.	Caliza	89,1	81,3	83,9	86,4	88,7	90,9	92,9	94,8	95,3	93,6	87,5	85,0	80,9
3.G.2.	Dolomita	-	-	-	-	-	-	-	20,5	17,9	15,3	12,7	10,1	7,5
3.H.	Aplicación de urea	351,3	295,2	312,1	308,6	342,8	301,3	377,2	373,8	372,3	400,4	381,5	433,0	357,0
3.I.	Otros fertilizantes que contienen carbono	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3.J.	Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>4.</b>	<b>Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura</b>	<b>66.866,3</b>	<b>66.096,3</b>	<b>69.921,3</b>	<b>56.095,4</b>	<b>58.011,6</b>	<b>62.534,9</b>	<b>71.930,9</b>	<b>65.516,1</b>	<b>61.431,2</b>	<b>71.887,5</b>	<b>55.722,4</b>	<b>44.972,4</b>	<b>65.492,3</b>
4.A.	Tierras forestales	71.757,0	70.956,0	74.927,8	61.160,2	62.375,1	66.782,1	76.160,8	69.732,4	65.641,2	76.076,4	59.907,0	49.144,0	69.646,6
4.A.1.	Tierras forestales que permanecen como tales	44.833,1	43.247,3	46.013,9	30.180,6	30.990,3	34.482,9	44.987,6	39.030,1	35.047,0	45.725,7	31.052,5	23.165,3	43.305,4
4.A.1.a.	Incremento anual de biomasa	108.509,4	109.864,8	111.289,4	112.506,1	113.738,6	115.355,5	117.436,7	120.241,9	121.785,4	123.513,7	125.183,5	127.773,3	128.475,3
4.A.1.a.i.	Bosque nativo	80.619,5	80.776,9	80.891,6	80.956,0	81.111,7	81.088,9	81.052,7	81.041,1	81.018,1	81.038,7	81.057,5	81.118,0	81.194,1
4.A.1.a.i.1.	Renovales	50.001,2	49.934,4	49.839,2	49.719,8	49.651,8	49.530,2	49.405,6	49.272,4	49.127,3	48.984,5	48.840,0	48.693,2	48.536,1
4.A.1.a.i.1.a.	Alerce	30,6	30,6	30,5	30,5	30,5	30,5	30,4	30,4	30,4	30,3	30,3	30,3	30,3
4.A.1.a.i.1.b.	Ciprés Guaitecas	428,9	428,9	428,9	428,9	428,9	428,9	428,9	428,9	428,9	428,9	428,9	428,9	428,9
4.A.1.a.i.1.c.	Araucaria	467,2	465,8	464,6	463,3	461,3	459,6	457,5	455,5	453,3	451,1	449,1	447,1	445,0
4.A.1.a.i.1.d.	Ciprés Cordillera	418,1	421,9	425,3	428,3	431,3	434,0	436,2	438,1	439,8	441,5	442,8	443,9	444,6
4.A.1.a.i.1.e.	Palma Chilena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.1.a.i.1.f.	Lenga	8.316,3	8.291,6	8.264,3	8.232,5	8.199,7	8.164,4	8.127,5	8.090,4	8.052,7	8.014,4	7.975,3	7.936,2	7.897,6
4.A.1.a.i.1.g.	Coihue Magallanes	3.290,9	3.307,9	3.329,2	3.351,9	3.400,8	3.400,8	3.400,1	3.397,8	3.394,5	3.390,4	3.385,4	3.379,9	3.372,8
4.A.1.a.i.1.h.	Ro-Hualo	1.494,7	1.512,4	1.528,6	1.543,9	1.559,9	1.577,1	1.593,1	1.607,4	1.620,9	1.632,2	1.641,2	1.648,9	1.655,4
4.A.1.a.i.1.i.	RoRaCo	19.987,9	19.907,0	19.800,0	19.676,2	19.577,6	19.477,6	19.380,4	19.280,2	19.172,4	19.072,1	18.974,6	18.878,4	18.774,1
4.A.1.a.i.1.j.	CoRaTe	2.413,4	2.419,8	2.425,6	2.428,5	2.432,1	2.435,2	2.437,7	2.438,6	2.438,3	2.437,1	2.435,7	2.433,4	2.431,3
4.A.1.a.i.1.k.	Esclerófilo	1.366,5	1.369,7	1.372,7	1.375,7	1.379,1	1.382,7	1.385,9	1.388,6	1.391,3	1.393,7	1.395,6	1.396,9	1.398,6
4.A.1.a.i.1.l.	Siempreverde	11.786,6	11.778,8	11.769,4	11.760,1	11.750,6	11.739,5	11.728,0	11.716,6	11.704,9	11.692,9	11.681,1	11.669,3	11.657,5
4.A.1.a.i.2.	Planes de manejo (Ley Bosque nativo)	10.358,9	10.550,5	10.727,8	10.868,9	11.022,5	11.143,1	11.255,2	11.404,2	11.557,2	11.753,4	11.951,7	12.194,6	12.468,5

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
4.A.1.a.i.2.a.	Alerce	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
4.A.1.a.i.2.b.	Ciprés Guaitecas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		13,7	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7	18,6	18,8	18,9	19,2	20,2	23,6
4.A.1.a.i.2.c.	Araucaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		212,7	214,9	216,7	218,5	223,3	224,7	226,6	228,0	229,6	229,8	229,8	229,8	229,8
4.A.1.a.i.2.d.	Ciprés Cordillera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,6
4.A.1.a.i.2.e.	Palma Chilena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.1.a.i.2.f.	Lenga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.831,8	2.906,4	2.989,7	3.028,1	3.080,0	3.111,9	3.151,2	3.188,4	3.217,3	3.259,2	3.304,2	3.363,4	3.439,9
4.A.1.a.i.2.g.	Coihue Magallanes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		45,4	47,5	47,9	48,0	48,3	48,3	50,7	51,1	51,2	51,7	52,5	52,8	54,8
4.A.1.a.i.2.h.	Ro-Hualo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		245,1	245,7	246,2	246,4	246,6	247,6	249,6	251,3	253,4	256,4	259,8	260,7	263,0
4.A.1.a.i.2.i.	RoRaCo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1.541,3	1.552,2	1.559,4	1.570,2	1.579,5	1.589,3	1.603,0	1.630,5	1.662,9	1.709,7	1.752,8	1.809,7	1.870,0
4.A.1.a.i.2.j.	CoRaTe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		714,2	722,9	731,6	748,6	751,3	765,1	770,5	782,4	789,6	806,5	824,1	845,0	874,3
4.A.1.a.i.2.k.	Esclerófilo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		582,7	587,5	590,5	593,5	597,4	599,7	601,4	607,8	618,3	631,7	642,8	656,7	672,3
4.A.1.a.i.2.l.	Siempreverde	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		4.171,5	4.259,3	4.331,6	4.401,5	4.482,1	4.542,2	4.588,0	4.645,5	4.715,7	4.789,1	4.866,0	4.955,9	5.040,1
4.A.1.a.i.3.	Parques y reservas nacionales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		20.259,4	20.292,0	20.324,6	20.367,3	20.437,4	20.415,7	20.391,8	20.364,5	20.333,6	20.300,8	20.265,8	20.230,1	20.189,5
4.A.1.a.i.3.a.	Alerce	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		30,5	30,5	30,5	30,5	30,4	30,4	30,4	30,4	30,3	30,3	30,3	30,2	30,2
4.A.1.a.i.3.b.	Ciprés Guaitecas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1.305,5	1.305,5	1.305,5	1.305,5	1.305,5	1.305,5	1.305,5	1.305,5	1.305,5	1.305,5	1.305,5	1.305,5	1.305,5
4.A.1.a.i.3.c.	Araucaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		467,2	466,6	466,2	465,7	464,9	464,3	463,5	462,3	461,1	459,9	458,9	457,4	456,2
4.A.1.a.i.3.d.	Ciprés Cordillera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		9,6	9,8	10,1	10,3	10,5	10,7	10,8	10,9	11,1	11,1	11,2	11,3	11,3
4.A.1.a.i.3.e.	Palma Chilena	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.1.a.i.3.f.	Lenga	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.787,0	2.779,2	2.771,1	2.763,0	2.755,1	2.746,9	2.738,4	2.729,3	2.720,0	2.710,3	2.700,0	2.689,6	2.678,6
4.A.1.a.i.3.g.	Coihue Magallanes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		6.878,4	6.919,1	6.965,8	7.027,7	7.119,1	7.119,6	7.119,1	7.116,4	7.111,1	7.104,1	7.095,5	7.085,7	7.074,0
4.A.1.a.i.3.h.	Ro-Hualo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.1.a.i.3.i.	RoRaCo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		24,9	24,7	24,5	24,3	24,3	24,1	23,9	23,8	23,7	23,5	23,3	23,2	23,1
4.A.1.a.i.3.j.	CoRaTe	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1.256,8	1.257,2	1.257,2	1.256,9	1.256,1	1.255,7	1.254,7	1.253,4	1.252,1	1.250,7	1.249,1	1.247,1	1.244,0
4.A.1.a.i.3.k.	Esclerófilo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
4.A.1.a.i.3.l	Siempreverde	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		7.499,5	7.499,3	7.493,6	7.483,4	7.471,5	7.458,5	7.445,5	7.432,4	7.418,9	7.405,3	7.392,0	7.380,0	7.366,5
4.A.1.a.ii.	Plantaciones forestales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		27.889,9	29.087,9	30.397,8	31.550,0	32.627,0	34.266,6	36.384,1	39.200,8	40.767,3	42.475,0	44.126,1	46.655,4	47.281,1
4.A.1.a.ii.1.	Pinus radiata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		25.276,8	26.221,4	27.222,3	28.195,8	29.058,9	30.174,2	31.427,6	33.008,2	32.893,6	33.101,0	33.209,8	32.818,0	32.905,8
4.A.1.a.ii.2.	Eucaliptus globulus	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1.580,7	1.737,6	2.035,0	2.209,0	2.476,7	2.969,0	3.787,7	4.834,4	6.177,1	6.908,8	7.540,0	10.023,5	9.630,6
4.A.1.a.ii.3.	Eucaliptus nitens	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	175,6	509,3	1.236,4	2.068,5	2.472,2	3.359,5
4.A.1.a.ii.4.	Prosopis chilensis y Prosopis tamarugo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		146,8	149,3	149,5	149,4	149,6	149,6	149,6	149,6	149,6	149,7	150,0	150,0	150,1
4.A.1.a.ii.5.	Pseudotsuga menziensis	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		174,3	200,6	217,8	209,7	211,3	211,6	215,8	223,1	225,4	224,9	228,4	229,6	229,6
4.A.1.a.ii.6.	Populus spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		87,3	85,6	85,6	94,8	91,0	91,5	92,7	96,1	97,6	99,6	99,6	100,5	105,5
4.A.1.a.ii.7.	Otras especies	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		623,9	693,3	687,6	691,3	639,5	670,7	710,7	713,8	714,6	754,7	829,7	861,5	900,1
4.A.1.b.	Pérdida anual de biomasa	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		67.333,1	70.409,4	69.341,1	86.876,5	87.055,1	85.279,8	76.568,2	85.259,0	90.650,1	81.637,9	97.657,4	107.719,7	88.272,5
4.A.1.b.i.	Cosecha	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		46.281,9	47.593,7	48.797,2	57.736,1	60.918,2	55.527,0	53.085,6	59.979,3	59.664,7	61.995,8	64.145,2	64.450,1	65.900,3
4.A.1.b.i.1.	Trozos P. radiata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		34.250,7	34.154,6	33.896,3	36.498,7	35.778,6	32.858,7	30.384,3	34.795,2	35.072,7	38.316,8	40.177,7	40.738,1	40.948,4
4.A.1.b.i.2.	Trozos Eucalyptus spp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		10.441,3	11.630,9	13.233,4	19.661,4	23.566,1	21.327,4	21.268,2	23.867,3	23.118,9	22.378,3	22.745,3	22.192,2	23.718,8
4.A.1.b.i.3.	Trozos otras exóticas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		388,8	558,3	636,1	583,3	582,0	549,9	615,5	611,6	829,6	693,4	709,5	790,2	654,9
4.A.1.b.i.4.	Trozos especies nativas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1.201,0	1.249,9	1.031,4	992,7	991,5	791,0	817,6	705,2	643,5	607,2	512,6	729,7	578,2
4.A.1.b.ii.	Leña	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		17.980,0	19.177,7	19.727,2	20.785,5	21.325,5	21.385,3	18.508,4	22.754,5	18.581,4	18.600,0	18.803,9	18.839,3	19.002,9
4.A.1.b.ii.1.	Leña especies nativas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		10.908,5	11.635,1	11.968,5	12.610,6	12.938,2	12.974,5	11.229,1	14.195,7	9.161,9	9.203,9	9.256,9	9.304,1	9.357,7
4.A.1.b.ii.2.	Leña especies exótica	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		7.071,5	7.542,6	7.758,7	8.174,9	8.387,3	8.410,8	7.279,4	8.558,8	9.419,4	9.396,1	9.546,9	9.535,2	9.645,2
4.A.1.b.iii.	Perturbaciones	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		3.020,0	3.597,4	758,4	8.220,1	4.761,9	8.317,5	4.911,9	2.497,0	12.384,8	1.028,7	14.690,0	24.399,0	3.331,7
4.A.1.b.iii.1.	Incendios	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		3.020,0	3.597,4	758,4	8.220,1	4.761,9	8.317,5	4.911,9	2.497,0	12.384,8	1.028,7	14.690,0	24.399,0	3.331,7
4.A.1.b.iii.1.a.	Bosque nativo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		715,9	1.486,6	354,4	219,8	2.723,9	1.952,3	909,2	630,6	2.585,7	303,7	3.090,5	11.010,4	1.404,3
4.A.1.b.iii.1.b.	Plantaciones forestales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2.304,1	2.110,8	404,0	8.000,4	2.038,1	6.365,2	4.002,7	1.866,4	9.799,1	725,0	11.599,5	13.388,7	1.927,4
4.A.1.b.iii.2.	Otras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.1.b.iv.	Quema controlada de residuos forestales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		51,2	40,6	58,3	134,8	49,5	50,0	62,3	28,2	19,1	13,4	18,4	31,2	37,6

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
4.A.1.c.	Tierras forestales con cambio de vegetación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		3.656,8	3.791,9	4.065,6	4.551,0	4.306,8	4.407,2	4.119,1	4.047,3	3.911,7	3.850,0	3.526,4	3.111,7	3.102,6
4.A.1.c.i.	Restitución	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		203,6	208,3	212,9	217,6	219,5	221,4	207,6	193,7	179,9	166,0	152,2	138,3	124,5
4.A.1.c.ii.	Sustitución	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		3.453,2	3.583,6	3.852,7	4.333,5	4.087,3	4.185,8	3.911,5	3.853,5	3.731,8	3.683,9	3.374,2	2.973,4	2.978,1
4.A.2.	Tierras convertidas en tierras forestales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		26.923,8	27.708,7	28.913,9	30.979,6	31.384,9	32.299,1	31.173,2	30.702,3	30.594,2	30.350,7	28.854,5	25.978,7	26.341,2
4.A.2.a.	Tierras de cultivo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		12.542,6	12.794,3	13.359,4	14.262,1	14.648,7	15.179,5	14.638,3	14.353,2	14.488,8	14.571,2	14.064,2	12.476,2	12.890,1
4.A.2.a.i.	Tierras de cultivo convertidas en bosque nativo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		135,0	140,4	145,8	151,1	158,8	163,0	154,7	146,4	138,0	129,7	121,4	113,0	104,7
4.A.2.a.ii.	Tierras de cultivo convertidas en plantaciones forestales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		12.407,5	12.653,9	13.213,7	14.111,0	14.489,9	15.016,5	14.483,7	14.206,8	14.350,7	14.441,5	13.942,8	12.363,1	12.785,4
4.A.2.b.	Pastizales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		14.277,3	14.807,1	15.444,9	16.600,3	16.643,4	17.024,3	16.445,8	16.261,5	16.017,9	15.693,9	14.710,9	13.433,1	13.381,7
4.A.2.b.i.	Pastizales convertidos en bosque nativo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1.117,0	1.178,1	1.239,1	1.300,2	1.378,0	1.430,8	1.375,6	1.320,4	1.265,2	1.210,1	1.154,9	1.099,7	1.044,5
4.A.2.b.ii.	Pastizales convertidos en plantaciones forestales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		13.160,3	13.629,0	14.205,8	15.300,1	15.265,4	15.593,5	15.070,2	14.941,1	14.752,7	14.483,8	13.556,0	12.333,4	12.337,2
4.A.2.c.	Humedales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		104,0	107,3	109,5	117,1	92,8	95,3	89,0	87,6	87,5	85,6	79,4	69,4	69,4
4.A.2.c.i.	Humedales convertidos en bosque nativo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.2.c.ii.	Humedales convertidos en plantaciones forestales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		104,0	107,3	109,5	117,1	92,8	95,3	89,0	87,6	87,5	85,6	79,4	69,4	69,4
4.A.2.d.	Asentamientos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.2.d.i.	Asentamientos convertidos en bosque nativo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.2.d.ii.	Asentamientos convertidos en plantaciones forestales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.2.e.	Otras tierras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.2.e.i.	Otras tierras convertidas en bosque nativo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.A.2.e.ii.	Otras tierras convertidas en plantaciones forestales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.B.	Tierras de cultivo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1.410,3	1.364,7	1.501,4	1.548,8	1.630,5	1.676,8	1.658,4	1.640,3	1.624,7	1.604,1	1.588,3	1.569,0	1.551,0
4.B.1.	Tierras de cultivo que permanecen como tales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		0,5	0,7	0,1	1,8	0,5	0,7	0,3	0,2	2,7	0,1	2,3	1,1	1,1
4.B.2.	Tierras convertidas en tierras de cultivo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1.409,8	1.364,1	1.501,3	1.547,0	1.630,1	1.676,1	1.658,1	1.640,1	1.622,0	1.604,0	1.586,0	1.567,9	1.549,9
4.B.2.a.	Tierras forestales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		455,9	446,0	475,6	485,5	530,4	540,7	538,9	537,1	535,4	533,6	531,8	530,1	528,3
4.B.2.b.	Pastizales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		902,9	868,3	972,0	1.006,6	1.044,1	1.079,2	1.066,3	1.053,3	1.040,4	1.027,4	1.014,5	1.001,5	988,6



Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
4.B.2.c.	Humedales	51,1	49,8	53,7	55,0	55,6	56,2	52,9	49,6	46,3	43,0	39,7	36,4	33,0
4.B.2.d.	Asentamientos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.B.2.e.	Otras tierras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.C.	Pastizales	2.576,8	2.573,2	2.568,8	2.563,5	1.744,2	1.603,8	1.609,0	1.617,7	1.631,0	1.634,6	1.650,3	1.660,7	1.665,5
4.C.1.	Pastizales que permanecen como tales	4,7	7,9	2,3	2,2	3,4	5,0	5,2	4,3	8,0	2,1	8,2	9,0	4,3
4.C.2.	Tierras convertidas en pastizales	2.572,1	2.565,3	2.566,4	2.561,3	1.740,7	1.598,8	1.603,8	1.613,4	1.623,0	1.632,5	1.642,1	1.651,6	1.661,2
4.C.2.a.	Tierras forestales	2.661,2	2.663,7	2.674,0	2.668,9	1.883,2	1.749,2	1.744,7	1.744,7	1.744,7	1.744,7	1.744,7	1.744,7	1.744,7
4.C.2.b.	Tierras de cultivo	89,1	98,4	107,6	107,6	142,5	150,4	140,9	131,3	121,7	112,2	102,6	93,0	83,5
4.C.2.c.	Humedales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.C.2.d.	Asentamientos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.C.2.e.	Otras tierras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.D.	Humedales	40,5	40,5	40,5	40,5	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6
4.D.1.	Humedales que permanecen como tales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.D.2.	Tierras convertidas en humedales	40,5	40,5	40,5	40,5	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6	20,6
4.D.2.a.	Tierras forestales	28,4	28,4	28,4	28,4	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8
4.D.2.b.	Tierras de cultivo	7,2	7,2	7,2	7,2	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8	6,8
4.D.2.c.	Pastizales	4,9	4,9	4,9	4,9	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
4.D.2.d.	Asentamientos	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4.D.2.e.	Otras tierras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.E.	Asentamientos	340,4	347,7	354,9	362,1	372,0	379,1	377,6	376,1	374,6	373,2	371,7	370,2	368,7
4.E.1.	Asentamientos que permanecen como tales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.E.2.	Tierras convertidas en asentamientos	340,4	347,7	354,9	362,1	372,0	379,1	377,6	376,1	374,6	373,2	371,7	370,2	368,7
4.E.2.a.	Tierras forestales	86,3	87,5	88,7	89,9	99,1	100,4	100,7	100,9	101,2	101,5	101,7	102,0	102,2
4.E.2.b.	Tierras de cultivo	170,7	173,4	176,1	178,8	176,8	179,4	177,5	175,7	173,8	172,0	170,1	168,3	166,4

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
4.E.2.c.	Pastizales	81,8	85,1	88,3	91,6	94,2	97,4	97,6	97,8	98,0	98,1	98,3	98,5	98,7
4.E.2.d.	Humedales	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,8	1,7	1,6	1,6	1,5	1,4	1,3
4.E.2.e.	Otras tierras	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.F.	Otras tierras	522,7	533,6	541,0	549,9	596,3	566,9	564,3	561,7	559,1	556,4	553,8	551,2	548,6
4.F.1.	Otras tierras que permanecen como tales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.F.2.	Tierras convertidas en otras tierras	522,7	533,6	541,0	549,9	596,3	566,9	564,3	561,7	559,1	556,4	553,8	551,2	548,6
4.F.2.a.	Tierras forestales	473,6	483,4	489,6	497,4	544,6	514,8	515,4	516,1	516,7	517,3	517,9	518,6	519,2
4.F.2.b.	Tierras de cultivo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.F.2.c.	Pastizales	49,1	50,2	51,4	52,5	51,7	52,1	48,8	45,6	42,4	39,1	35,9	32,6	29,4
4.F.2.d.	Humedales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.F.2.e.	Asentamientos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.G.	Productos de madera recolectada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4.H.	Otros (sírvase especificar)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>5.</b>	<b>Residuos</b>	<b>4.961,2</b>	<b>5.228,6</b>	<b>5.029,1</b>	<b>4.738,2</b>	<b>4.540,4</b>	<b>4.364,6</b>	<b>4.502,2</b>	<b>4.654,0</b>	<b>4.800,6</b>	<b>5.318,4</b>	<b>5.403,9</b>	<b>5.734,5</b>	<b>5.801,1</b>
5.A.	Disposición de residuos sólidos	3.541,7	3.698,7	3.829,5	3.483,2	3.282,6	3.106,1	3.142,1	3.274,0	3.293,8	3.832,8	3.867,9	4.209,2	4.305,3
5.A.1.	Sitios de disposición de residuos gestionados	2.430,4	2.610,8	2.861,5	2.590,9	2.403,7	2.196,8	2.279,6	2.455,2	2.478,5	2.719,7	2.796,9	3.089,0	3.194,4
5.A.2.	Sitios de disposición de residuos no gestionados	241,1	240,2	239,4	214,1	221,5	231,6	229,0	159,9	147,5	275,0	186,7	194,3	189,1
5.A.3.	Sitios de disposición de residuos no categorizados	870,3	847,8	728,6	678,1	657,3	677,7	633,4	659,0	667,9	838,0	884,3	926,0	921,8
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos	48,0	48,7	54,2	70,5	69,6	112,0	78,1	55,9	47,5	61,0	59,9	59,9	59,9
5.C.	Incineración y quema abierta de residuos	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5
5.C.1.	Incineración de residuos	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.D.	Tratamiento y descarga de aguas residuales	1.371,3	1.481,1	1.145,1	1.184,3	1.188,0	1.146,4	1.281,7	1.323,8	1.458,9	1.424,2	1.475,6	1.464,8	1.435,3
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	1.019,8	1.051,0	1.128,2	1.143,0	1.153,6	1.125,8	1.265,1	1.308,2	1.451,5	1.416,8	1.441,6	1.433,0	1.419,5

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
5.D.2.	Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales	351,5	430,1	16,9	41,4	34,4	20,5	16,6	15,6	7,4	7,4	34,0	31,9	15,8
5.E.	Otros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Anx.</b>	<b>Partidas informativas</b>													
Anx.1.	Tanque internacional	4.292,7	4.567,1	5.354,9	5.367,2	5.300,7	4.104,9	3.666,2	3.740,6	2.785,8	2.620,6	2.601,1	2.317,0	2.269,4
Anx.1.a.	Aviación internacional	1.142,0	1.117,1	1.221,8	1.372,0	1.431,7	1.340,9	1.347,5	1.449,9	1.387,6	1.386,2	1.401,4	1.412,6	1.492,3
Anx.1.b.	Navegación internacional	3.150,7	3.449,9	4.133,1	3.995,3	3.868,9	2.764,0	2.318,7	2.290,6	1.398,2	1.234,3	1.199,7	904,4	777,1
Anx.2.	Operaciones multilaterales	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anx.3.	Emisiones de CO2 de la biomasa	19.205,0	20.486,3	21.071,4	22.203,0	22.794,8	22.844,0	15.830,1	17.668,6	39.548,6	35.893,2	39.703,7	32.672,5	35.042,3

## **ANEXO 05. CARBONO NEGRO**

## 5.1. Panorama general

### 5.1.1. Introducción

El carbono negro (CN) es un contaminante climático de vida corta<sup>1</sup> que se forma debido a la combustión incompleta de los combustibles fósiles y de la biomasa. El CN se origina como pequeñas partículas, fluctuando en tamaño desde 0,001 a 0,005 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ), las que se agregan para formar partículas mayores (0,1 a 1  $\mu\text{m}$ ). El rango de tamaño de las partículas características en que es emitido el CN las hace un constituyente importante del material particulado fino MP2,5. El CN es emitido directamente desde las fuentes emisoras, siendo parte del material particulado primario, distinguiéndolo por esto del material secundario, como sulfatos, nitratos y algunas formas de carbono orgánico que son formados en la atmósfera a partir de gases precursores como dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles (COV).

En el contexto nacional, se incluyen las fuentes emisoras en que ocurren procesos de combustión para los sectores de Energía, IPPU, Agricultura, UTCUTS y Residuos. Las actividades que no fueron estimadas serán tratadas en sus correspondientes secciones.

### 5.1.2. Tendencia de las emisiones nacionales de carbono negro

En 2016, las emisiones de carbono negro contabilizaron 19,48 kt, incrementándose en un 71,8 % desde 1990 y en un 0,8 % desde 2013 (Tabla 9 y Figura 1). En términos generales, esto se debe a un aumento sostenido en la quema de combustibles del principal emisor, el sector Energía, sobretodo en el consumo de biomasa en fuentes estacionarias, petróleo diésel (diésel oil) en fuentes móviles y petróleo combustible (fuel oil residual) en fuentes estacionarias. Adicionalmente los incrementos en años específicos que se observan en el sector UTCUTS tienen relación con incendios forestales.

Respecto a los sectores, el 90,7 % de las emisiones de carbono negro corresponden al sector de Energía, seguido de un 7,5 % del sector UTCUTS, un 1,7 % del sector de Agricultura y, 0,1% de IPPU. Si bien en el sector Residuos existen emisiones de CN, éstas son de un orden de magnitud inferior y no se logran apreciar al compararse con los otros sectores.

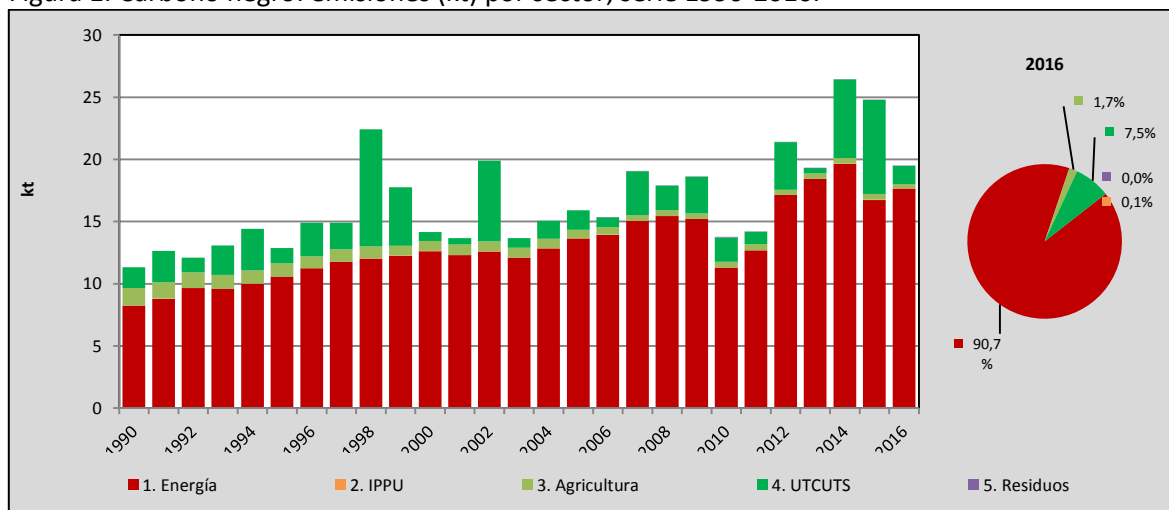
Tabla 9. Carbono negro: emisiones (kt) por sector, serie 1990-2016

Sector	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
1. Energía	8,24	12,62	11,29	18,42	19,65	16,74	17,67
2. IPPU	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
3. Agricultura	1,40	0,80	0,46	0,44	0,43	0,48	0,33
4. UTCUTS	1,69	0,73	1,97	0,44	6,35	7,56	1,47
5. Residuos	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Total</b>	<b>11,34</b>	<b>14,16</b>	<b>13,73</b>	<b>19,32</b>	<b>26,44</b>	<b>24,78</b>	<b>19,48</b>

Fuente: Equipo Técnico del Ministerio del Medio Ambiente.

<sup>1</sup> Los contaminantes climáticos de vida corta permanecen en la atmósfera por períodos de tiempo relativamente cortos, desde algunos días a algunas décadas, y por lo tanto, también se conocen como forzadores del clima de corta duración ( en inglés: *short-lived climate pollutants*)

Figura 1. Carbono negro: emisiones (kt) por sector, serie 1990-2016.



Fuente: Equipo Técnico del Ministerio del Medio Ambiente.

### 5.1.3. Aspectos metodológicos generales de la estimación de carbono negro

Para estimar las emisiones de CN para todos los sectores y categorías se consideraron las metodologías “top-down” o de Nivel 1 propuestas por la Guía para inventarios de emisiones de contaminantes al aire de la Comunidad Europea del año 2016<sup>2</sup> (en inglés: EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016), en adelante Guía EMEP 2016. Las fuentes incluidas esta guía se homologaron a las fuentes de las *Directrices del IPCC 2006*, para así utilizar los datos de actividad del INGEI2018 de Chile y a la vez los factores de emisión propuestos por la Guía EMEP 2016. En la Tabla 10 se presenta las categorías del INGEI que fueron identificadas e incluidas como fuentes emisoras de CN en el presente trabajo.

Tabla 10. Categorías del INGEI identificadas como fuentes emisoras de CN

Código	Clase de fuente	Proceso de emisión de CN
<b>SECTOR “1 ENERGÍA”</b>		
<b>Categoría “1.A Actividades de quema de combustibles”</b>		
<b>Subcategoría “1.A.1 Industrias de la energía”</b>		
1.A.1.a.	Producción de electricidad y calor, como actividad principal	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.1.a.i	Generación de electricidad	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.1.b	Refinación del petróleo	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.1.c	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.1.c.i	Manufactura de combustibles sólidos	Quema de combustible con fines energéticos
<b>Subcategoría “1.A.2 Industrias manufactureras y de la construcción”</b>		
1.A.2.a	Hierro y acero	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.2.c	Sustancias químicas	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.2.d	Pulpa, papel e imprenta	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.2.e	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.2.f	Minerales no metálicos	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.2.i	Minería (con excepción de combustibles) y cantería	Quema de combustible con fines energéticos

<sup>2</sup> EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2016, <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>

Código	Clase de fuente	Proceso de emisión de CN
1.A.2.m	Industria no especificada	Quema de combustible con fines energéticos
<b>Subcategoría "1.A.3 Transporte"</b>		
1.A.3.a	Aviación civil	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.3.a.i	Aviación internacional	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.3.a.ii	Aviación de cabotaje	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.3.b	Transporte terrestre	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.3.b.i	Automóviles	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.3.b.i.1	Automóviles, con catalizadores tridireccionales	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.3.b.i.2	Automóviles, sin catalizadores tridireccionales	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.3.b.i.i	Camiones para servicio ligero	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.3.b.i.i.1	Camiones para servicio ligero, con catalizadores tridireccionales	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.3.b.i.i.2	Camiones para servicio ligero, sin catalizadores tridireccionales	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.3.b.i.ii	Camiones para servicio pesado y autobuses	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.3.b.i.v	Motocicletas	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.3.c	Ferrocarriles	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.3.d	Navegación marítima y fluvial	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.3.d.i	Navegación internacional	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.3.d.i.i	Navegación marítima y fluvial nacional	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.3.e	Otro tipo de transporte	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.3.e.i.i	Todo terreno	Quema de combustible con fines energéticos
<b>1.A.4 Otros sectores</b>		
1.A.4.a	Comercial / Institucional	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.4.b	Residencial	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.4.c	Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactoría	Quema de combustible con fines energéticos
1.A.4.c.ii	Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactoría	Quema de combustible con fines energéticos
<b>1.B. Emisiones fugitivas de combustibles</b>		
1.B.2	Petróleo y gas natural	Emisiones fugitivas
1.B.2.a.i	Petróleo – venteo	Emisiones fugitivas
1.B.2.b.i	Gas natural – venteo	Emisiones fugitivas
<b>SECTOR "2 PROCESOS INDUSTRIALES Y USO DE PRODUCTOS"</b>		
<b>Categoría "2.A. Industria de los minerales"</b>		
2.A.1	Producción de cemento	Emisión del proceso (emisiones no-combustión)
2.A.2	Producción de cal	Emisión del proceso (emisiones no-combustión)
2.A.3	Producción de vidrio	Emisión del proceso (emisiones no-combustión)
<b>Categoría "2.C. Industria de los metales"</b>		
2.C.1	Producción de hierro y acero	Emisión del proceso (emisiones no-combustión)
2.C.2	Producción de ferroaleaciones	Emisión del proceso (emisiones no-combustión)

Código	Clase de fuente	Proceso de emisión de CN
<b>SECTOR "3 AGRICULTURA"</b>		
3.F	Quema de residuos agrícolas en el campo	Emisiones por combustión abierta de biomasa
<b>SECTOR "4 USO DE LA TIERRA, CAMBIO DE USO DE LA TIERRA Y SILVICULTURA" (UTCUTS)</b>		
4.A.1	Tierras forestales que permanecen como tales	
4.A.1.b.i ii.1.	Incendios	Emisión por combustión abierta de biomasa
4.A.1.b.i ii.1.a	Bosque nativo (incendios forestales)	Emisión por combustión abierta de biomasa
4.A.1.b.i ii.1.b	Plantaciones forestales (incendios forestales)	Emisión por combustión abierta de biomasa
4.B.1	Tierras de cultivo que permanecen como tales (incendios forestales)	Emisión por combustión abierta de biomasa
4.C.1	Pastizales que permanecen como tales (incendios forestales)	Emisión por combustión abierta de biomasa
4.D.1	Humedales que permanecen como tales (incendios forestales)	Emisión por combustión abierta de biomasa
<b>SECTOR "5 RESIDUOS"</b>		
<b>Categoría "5.A Disposición de residuos sólidos"</b>		
5.A.1	Sitios gestionados de disposición de residuos	Flameo del biogás
<b>Categoría "5.C Incineración y quema abierta de residuos"</b>		
5.C.1	Incineración de desechos	Combustión de residuos biológicos y no-biológicos

Fuente: MMA (financiado por PNUD), de 2018, "Elaboración de una propuesta metodológica para integrar los contaminantes climáticos de vida corta al inventario nacional de gases de efecto invernadero de Chile".

Para estimar las emisiones se aplicó el método Nivel 1 que es el "método por defecto", metodológicamente más simple, aplicable cuando no se cuenta con datos de actividad propios o factores de emisión país específicos. A continuación se presenta una ecuación básica para la estimación de emisiones de CN:

Ecuación 8. Metodología general utilizada para la estimación de CN

$$\text{Emisiones de CN} = \text{Datos de actividad (DA)} \times \text{Factores de emisión (FE)}$$

El cálculo de las emisiones se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico del Ministerio del Medio Ambiente.

Para mayor detalle de la información, se alienta al lector a revisar las secciones específicas de cada sector.

#### 5.1.4. Datos de actividad

Todos los datos de actividad que se utilizaron en la estimación de emisiones de CN provienen del INGEI2018 de Chile.

## 5.2. Sector Energía (1)

### 5.2.1. Descripción del sector



El CN es emitido por la quema de combustibles fósiles y de biomasa en fuentes estacionarias, lo que incluye la generación eléctrica, la calefacción residencial y la producción industrial. Adicionalmente una parte importante de este sector son las emisiones por quema de combustibles fósiles en fuentes móviles, principalmente transporte terrestre. Con mayor detalle la quema de biomasa en la industria papelera y a nivel residencial además de la quema de petróleo diésel en vehículos pesados y en maquinaria pesada son las principales fuentes de emisión de carbono negro.

La categoría *Actividades de quema de combustible* agrupa a las emisiones de la oxidación intencional dentro de un aparato diseñado para calentar o proporcionar calor a un proceso como calor o trabajo mecánico, o bien para aplicaciones fuera del aparato. En el contexto nacional, esta categoría incluye las emisiones producidas para la generación de energía y producción de combustibles, tales como las siguientes subcategorías:

- 1.A.1. *Industrias de la energía.*
- 1.A.2. *Industrias manufactureras y de la construcción.*
- 1.A.3. *Transporte.*
- 1.A.4. *Otros sectores.*

Por otra parte, en el sector Energía no se estimaron las *Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles* (categoría 1.B.) ya que no se cuenta con los datos de actividad del venteo. Tampoco se contabilizó las emisiones provenientes de quema de biomasa en la producción artesanal de ladrillos en hornos (localizados en la región de Maule) ya que no se cuenta con datos de actividad.

### 5.2.2. Tendencia de las emisiones de carbono negro

En 2016, las emisiones de carbono negro de actividades de quema de combustible contabilizaron 17,67 kt, incrementándose en un 114,5 % desde 1990 y reduciéndose en un 4,1 % desde 2013 (Tabla 11 y Figura 2). La principal causa del aumento de las emisiones desde 1990 es debido a un mayor consumo de ciertos combustibles, siendo los más relevantes el consumo de biomasa, diésel (diésel oil) y petróleo combustible (fuel oil residual).

En el 2010 se observa una reducción en las emisiones debido una baja en el valor del consumo de leña residencial que tiene relación con el levantamiento de datos del Balance Nacional de Energía . Luego en el 2012 se observa un aumento en las emisiones impulsado por el incremento en la quema de biomasa en la industria del Papel y la Celulosa la que luego en 2015 vuelve a tener una reducción.

Respecto a las subcategorías, las *Industrias manufactureras y de la construcción* es la de mayor relevancia con un 54,8 %, seguida de un 27,0 % de *Otros sectores*, un 17,0 % de *Transporte* y 1,2 % de *Industrias de la energía*.

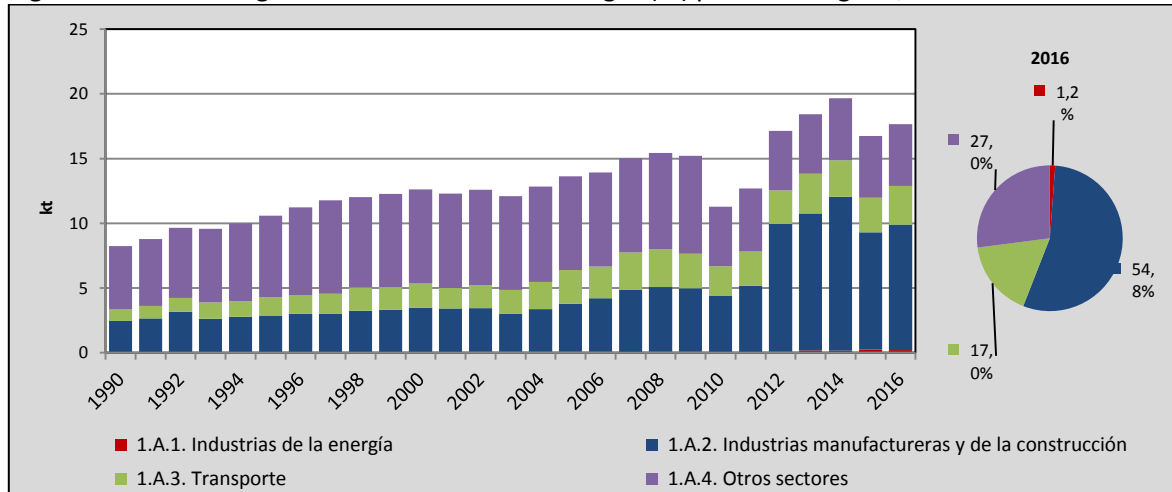
Tabla 11. Sector Energía: emisiones de carbono negro (kt) por subcategoría, serie 1990-2016

Subcategoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
1.A.1. Industrias de la energía	0,01	0,05	0,05	0,17	0,15	0,25	0,21
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	2,45	3,42	4,34	10,58	11,91	9,05	9,68

1.A.3. Transporte	0,88	1,89	2,31	3,07	2,82	2,68	3,00
1.A.4. Otros sectores	4,89	7,27	4,60	4,59	4,78	4,76	4,78
<b>Total</b>	<b>8,24</b>	<b>12,62</b>	<b>11,29</b>	<b>18,42</b>	<b>19,65</b>	<b>16,74</b>	<b>17,67</b>

Fuente: Equipo Técnico Ministerio Medio Ambiente

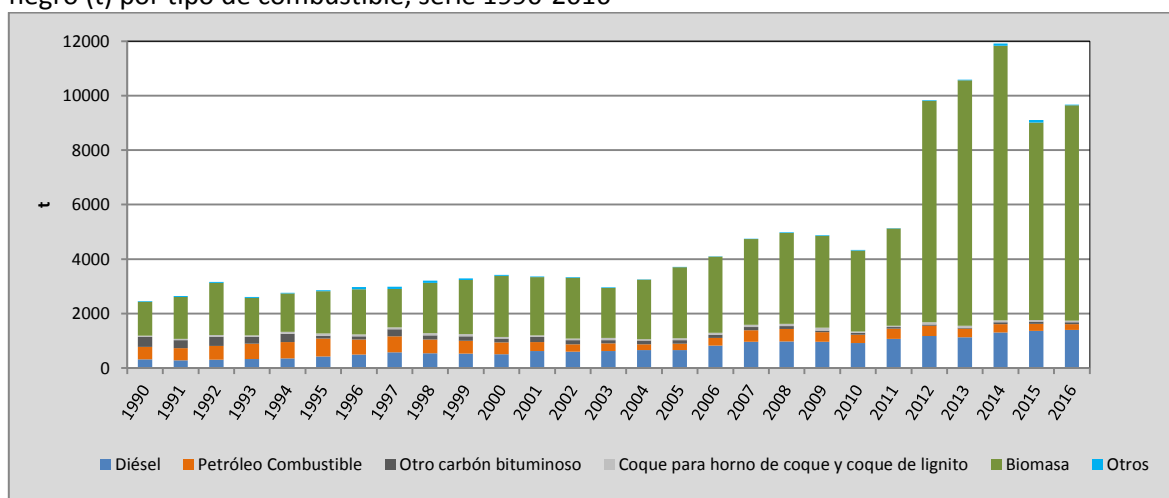
Figura 2. Sector Energía: emisiones de carbono negro (kt) por subcategoría, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico Ministerio Medio Ambiente

En la Figura 3 se muestran las emisiones de CN de la subcategoría *Industrias manufactureras y de la construcción* (1.A.2) por tipo de combustible. Las variaciones a lo largo de la serie se deben principalmente a la quema de biomasa, lo cual aporta entre 45 % a 85 % de la emisión de esta subcategoría. Para el año 2016 representó un 82 %, le sigue para ese año el diésel que aportó un 15 % y el petróleo combustible un 2 %, el 1 % representa otros combustibles (gasolina, queroseno, gas licuado de petróleo, gas natural, carbón, coque, entre otros).

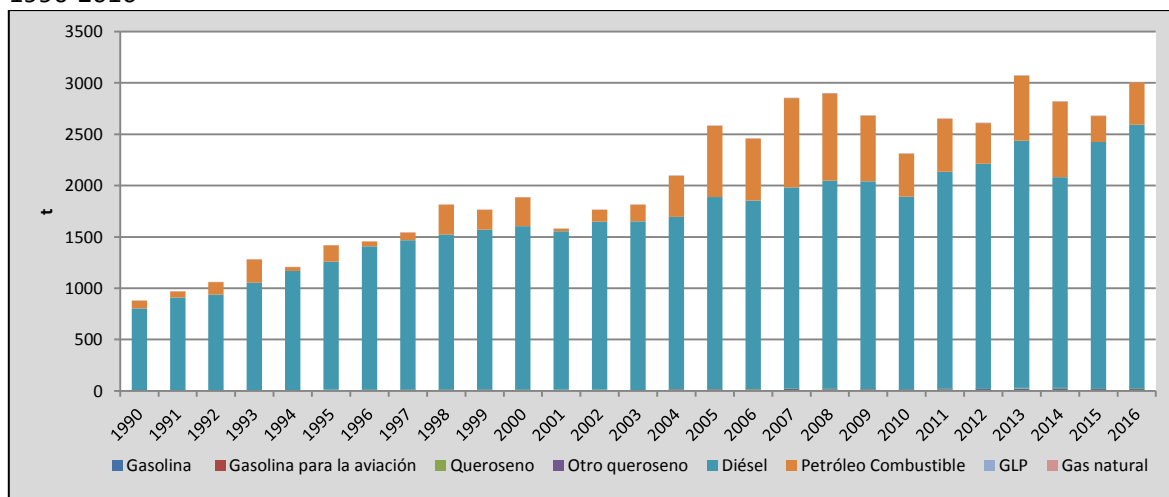
Figura 3. Subcategoría Industrias manufactureras y de la construcción: emisiones de carbono negro (t) por tipo de combustible, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico Ministerio Medio Ambiente

En la Figura 4 se muestran las emisiones de CN de la subcategoría *Transporte* (1.A.3) por tipo de combustible. Se observa que la tendencia se debe principalmente a la quema de diésel, lo cual aporta entre 70 % a 98 % de la emisión del transporte entre 1990 a 2016, que para el año 2016 representó un 85 %, le sigue el petróleo combustible que aportó un 14 % y el 1 % los otros combustibles (gasolina, queroseno, gas licuado de petróleo, gas natural).

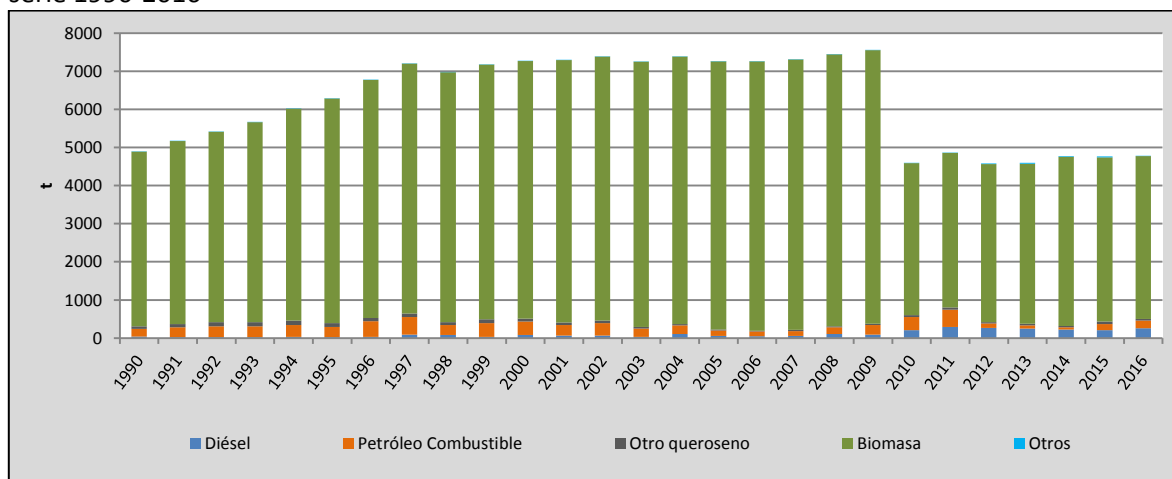
Figura 4. Subcategoría Transporte: emisiones de carbono negro (t) por tipo de combustible, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico Ministerio Medio Ambiente

En la Figura 5 se muestran las emisiones de CN de la subcategoría *Otros sectores* (1.A.4) por tipo de combustible. La tendencia de emisiones depende de las variaciones en la quema de biomasa, lo cual aporta entre 83 % a 97 % de la emisión de Otros sectores, que para el año 2016 representó un 89,5 %, le sigue el diésel que aportó un 5,4 % y 4,1 % el petróleo combustible, 0,9 % Otro queroseno y el 0,1 % los otros combustibles (gasolina, queroseno, carbón, gas licuado de petróleo, gas de fábrica gas, gas natural, otro biogás).

Figura 5. Subcategoría Otros Sectores: emisiones de carbono negro (t) por tipo de combustible, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico Ministerio Medio Ambiente

A nivel de componente para el sector Energía, *Pulpa, papel e imprenta* (1.A.2.d) es la de mayor importancia con un 41 %, seguido de 24 % de *Residencial* (1.A.4.b), 14 % de *Transporte terrestre* (1.A.3.b), 7 % de *Industria no especificada* (1.A.m) y 6 % de *Minería y cantería* (1.A.2.i), mientras que el restante 8 % corresponde a los otras componentes que se presentan en la Tabla 12 y Figura 6, expresadas en toneladas.

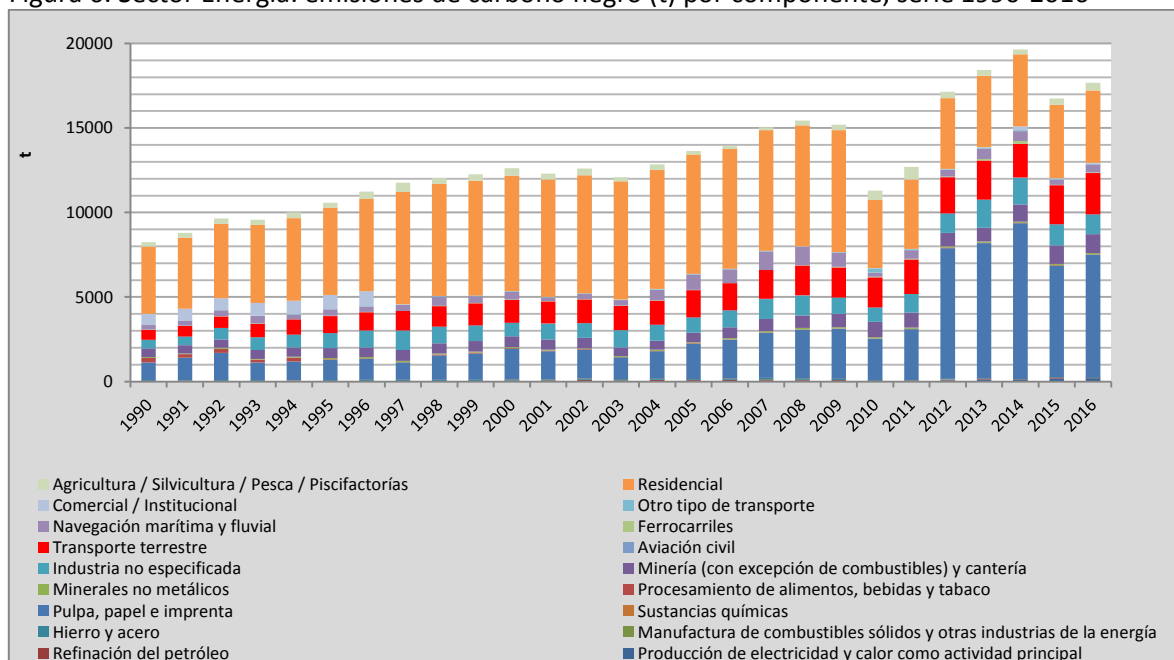
Tabla 12. Sector Energía: emisiones de carbono negro (t) por componente, serie 1990-2016.

Código	Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
1.A.1.a.	Producción de electricidad y calor como actividad principal	6,1	15,6	31,6	124,8	129,8	178,8	203,0
1.A.1.b.	Refinación del petróleo	8,7	35,6	15,7	41,2	13,8	60,1	0,1
1.A.1.c.	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	0,0	0,0	2,9	6,3	6,9	7,8	7,3
1.A.2.a.	Hierro y acero	63,3	80,3	5,1	0,1	0,2	0,2	3,8
1.A.2.c.	Sustancias químicas	0,4	0,9	0,5	0,9	0,7	0,2	2,6
1.A.2.d.	Pulpa, papel e imprenta	1041,2	1809,9	2473,1	8012,7	9211,4	6607,4	7291,8
1.A.2.e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	276,9	36,5	19,0	21,4	22,1	21,2	23,9
1.A.2.f.	Minerales no metálicos	45,7	61,8	70,6	70,6	63,7	79,6	79,6
1.A.2.i.	Minería (con excepción de combustibles) y cantería	528,2	632,0	907,3	823,6	1026,1	1097,1	1109,0
1.A.2.m	Industria no especificada	498,8	794,7	862,5	1655,6	1583,2	1247,1	1165,9
1.A.3.a.	Aviación civil	2,9	3,5	4,1	6,9	6,6	9,6	8,7
1.A.3.b.	Transporte terrestre	593,9	1375,0	1774,0	2314,1	1997,0	2304,4	2448,4
1.A.3.c.	Ferrocarriles	13,4	13,4	32,1	92,9	157,2	23,7	32,2
1.A.3.d.	Navegación marítima y fluvial	257,4	457,3	241,1	611,8	594,4	298,8	465,5
1.A.3.e.	Otro tipo de transporte	11,4	36,2	256,8	45,5	61,5	40,0	50,1
1.A.4.a.	Comercial / Institucional	647,9	2,4	9,0	32,7	219,0	51,9	56,3

Código	Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
1.A.4.b.	Residencial	3993,6	6831,6	4040,4	4235,1	4273,6	4344,5	4270,6
1.A.4.c.	Agricultura / Silvicultura / Pesca / Piscifactorías	250,0	431,3	547,1	326,2	284,0	366,5	452,7
<b>TOTAL</b>		<b>8240</b>	<b>12618</b>	<b>11292</b>	<b>18424</b>	<b>19665</b>	<b>16798</b>	<b>17671</b>

Fuente: Equipo Técnico del Ministerio de Medio Ambiente

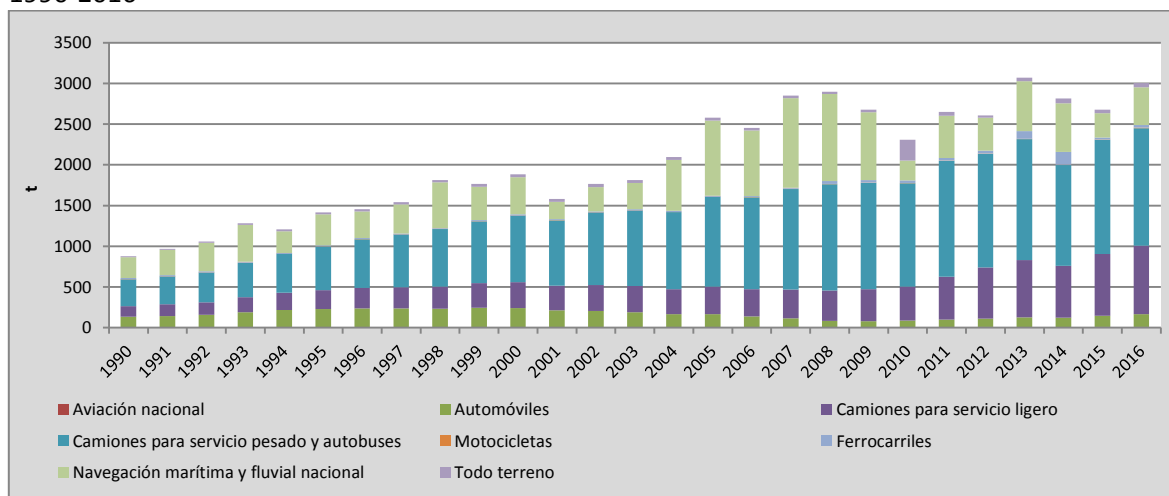
Figura 6. Sector Energía: emisiones de carbono negro (t) por componente, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico Ministerio Medio Ambiente

La subcategoría *Transporte* se analiza a nivel de subcomponente, debido a que contiene 8 tipos de transportes. Para el 2016, *Camiones para servicio pesado y autobuses* aportó con un 48,0 %, seguido por *Camiones para servicio ligero* con un 28,0 %, *Navegación marítima y fluvial nacional* con un 15,5 %, *Automóviles* con un 5,2 %, y el resto de los subcomponentes representó un 3,3 % de la emisión de Transporte. Esto reafirma que las fuentes móviles que utilizan principalmente petróleo diésel, como son los camiones y buses, y petróleo combustible, como son los buques, son las principales fuentes emisoras de carbono negro, que en conjunto aportaron con un 91,5 %.

Figura 7. Subcategoría *Transporte*: emisiones de carbono negro (t) por subcomponente, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico Ministerio Medio Ambiente

### 5.2.3. Aspectos metodológicos del sector

La categoría *Actividades de quema de combustible (1A)* es la única categoría emisora que se estimó del sector *Energía*. Las emisiones de la categoría *Emisiones fugitivas provenientes de la fabricación de combustibles* y *Transporte y almacenamiento de dióxido de carbono* no fueron estimadas.

Para la estimación de las emisiones de carbono negro de la categoría *Actividades de Quema de combustible* se aplicó el método Nivel 1, de acuerdo a la Guía EMEP 2016 con factores de emisión por defecto y utilizando la Ecuación 9. Debido a que existen muy pocas determinaciones directas de CN, se utiliza la fracción de especiación en el material particulado fino- MP2,5. Los factores de emisión y la fracción de especiación para CN en el material particulado se encuentran disponibles en la Guía EMEP 2016.

Ecuación 9. Actividades de quema de combustible: emisiones de CN procedentes de la combustión Nivel 1

#### Ecuación 1 ESTIMACIÓN DE CARBONO NEGRO – APLICANDO FE DE MP2,5

$$E_{CN} = Q \cdot FE_{MP2,5} \times FS_{CN/MP2,5} \cdot FC$$

Fuente: MMA (financiado por PNUD), de 2018, “Elaboración de una propuesta metodológica para integrar los contaminantes climáticos de vida corta al inventario nacional de gases de efecto invernadero de Chile”.

Donde:

- $E_{CN}$  = emisión de CN en el período cubierto por el dato estadístico (un año),
- $FE_{MP2,5}$  = factor de emisión de  $MP_{2,5}$ ,
- $FS_{CN/MP2,5}$  = fracción de especiación de CN en el  $MP_{2,5}$ ,
- $Q$  = nivel de actividad (dato estadístico de consumo de combustible), y
- $FC$  = factor de conversión (constante) para llevar el valor del FE a una unidad compatible con “Q”.

El cálculo de las emisiones para esta subcategoría se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico del Ministerio del Medio Ambiente.

#### 5.2.4. Datos de actividad del sector

En el sector Energía los datos de actividad son las cantidades de combustible quemado o procesado, lo que es suficiente para una estimación de las emisiones de carbono aplicando un método Nivel 1. Esta información es recopilada, analizada y publicada bajo el nombre de estadísticas de energía o balances de energía y es utilizada en el inventario de GEI nacional. En el Anexo 06.01 se encuentra un resumen de los datos de actividad utilizados para la estimación de emisiones del sector Energía del INGEI2018, los cuales también se utilizaron para la estimación de emisiones de CN.

Cabe señalar que se realizó la conversión de unidades de los factores de emisión en las unidades energéticas correspondientes de acuerdo a los datos de actividad del sector Energía del INGEI.

#### 5.2.5. Factores de emisión

Los factores de emisión de los combustibles que se utilizaron para la estimación de las emisiones de CN para la quema de combustible son factores por defecto de la Guía EMEP 2016, los cuales se presentan en la Tabla 13, Tabla 14, Tabla 15 y Tabla 16 que corresponden a las subcategorías: *Industrias de la energía, Industrias manufactureras y de la construcción, Transporte y Vehículo todo terreno y otra maquinaria y Pesca combustión móvil, Comercial /Institucional y Residencial* respectivamente

Tabla 13. Factores de emisión –de nivel 1- de CN a partir de los factores de emisión MP2,5 y fracciones de especiación de CN en MP2,5 para *Industrias de la energía* para cada tipo de combustible.

Combustible	Factor emisión MP2,5 (kg MP2,5/TJ)	Fracción especiación de CN en MP2,5 (% de MP2,5)	Factor de Emisión CN (kg/TJ)
Carbón bituminoso, coque	3,4	2,2	0,07
Coque lignito	3,2	1	0,03
Gas natural, gas licuado de petróleo, gas de fábrica de gas	0,89	2,5	0,02
Gas de refinería	0,89	18,4	0,16
Petróleo combustible o fuelóleo residual	19,3	5,6	1,08
Diésel	0,8	33,5	0,27
Biomasa	133	3,3	4,39

Fuente: Guía EMEP 2016, 1.A.1. Energy industries, Tablas 3-2 a 3-7 y 4-2. Página 16 a 21, y 44.

Tabla 14. Factores de emisión –de nivel 1- de CN a partir de los factores de emisión MP2,5 y fracciones de especiación de CN en MP2,5 para Industrias manufactureras y de la construcción para cada tipo de combustible

Combustible	Factor emisión MP2,5 (kg MP2,5/TJ)	Fracción especiación de CN en MP2,5 (% de MP2,5)	Factor de Emisión CN (kg/TJ)
Alquitrán, carbón bituminoso, coque	108	6,4	6,91
Queroseno, diésel, fuelóleo residual, nafta, petróleo	20	56	11,20
GLP, gas de refinería, gas de fábrica de gas, gas de alto horno, gas natural	0,78	4,0	0,03
Biomasa	140	28	39,20

Fuente: Guía EMEP 2016, 1.A.2. Manufacturing industries and construction Tablas 3-2 a 3-5, Páginas 15 a 18.

Tabla 15. Factores de emisión –de nivel 1- de CN a partir de los factores de emisión MP2,5 y fracciones de especiación de CN en MP2,5 para Transporte y Vehículo todo terreno y otra maquinaria y Pesca combustión móvil para cada tipo de combustible

Modo Transporte	Combustible	Factor Emisión MP2,5 (g MP <sub>2,5</sub> /kg combustible)	Poder Calorífico Inferior(TJ/Gg)	Factor emisión MP2,5 (kg MP <sub>2,5</sub> /TJ)	Fracción de CN en MP2,5	Factor de Emisión CN (kg/TJ)
1.A.3.a Aviación	Todos	0,055	44,15	1,25	0,3	0,37
1.A.3.b.i Automóviles	Gasolina	0,03	44,55	0,67	0,12	0,08
	Diésel	1,1	43,35	25,37	0,57	14,46
1.A.3.b.ii Camiones ligeros	Gasolina	0,02	44,55	0,45	0,05	0,02
	Diésel	1,52	43,35	35,06	0,55	19,28
1.A.3.b.iii Camiones pesados y autobuses	Diésel	0,94	43,35	21,68	0,53	11,49
1.A.3.b.iv Motocicletas	Gasolina	2,2	44,55	49,39	0,11	5,43
1.A.3.c Ferroviario	Diésel	1,37	43,35	31,60	0,55	17,38
1.A.3.d Naviero	Gasolina	9,5	44,55	213,26	0,12	25,59
	Diésel	1,4	43,35	32,29	0,53	17,11
	Petróleo combustible o Fuelóleo residual	5,6	41,76	134,09	0,53	71,07
1.A.3.e Otro tipo de transporte	Gasolina	0,157	44,55	3,52	0,0501	0,18
	GLP	0,225	45,59	4,93	0,0489	0,24
	Diésel	2,104	43,35	48,53	0,6208	30,13

En el caso del poder calorífico para todos los combustibles de aviación se asignó el del Queroseno ya que es el más utilizado en el modo de transporte de la aviación. Se utilizaron los poderes caloríficos inferior de los combustibles que son utilizados en el balance de energía.

Fuente: Guía EMEP 2016, Transporte terrestre: “1.A.3.b.i-iv. Road transport 2016 - July 2017”; Aviación: “1.A.3.a.Aviation 2017 - July 2017” y “1.A.3.a. Aviation-Annex 5-Master Emissions Calculator 2016”; Ferroviario: “1.A.3.c. Railways 2016”; Naviero: “1.A.3.d. Navigation - Shipping 2016”; Otro tipo de transporte: “1.A.4. Non road mobile machinery 2016 update May 2017”.

Tabla 16. Factores de emisión –de Nivel 1- de CN a partir de los factores de emisión MP2,5 y fracciones de especiación de CN en MP2,5 para Comercial /Institucional y Residencial para cada tipo de combustible

Combustible	Factor emisión MP2,5 (kg MP <sub>2,5</sub> /TJ)	Fracción especiación de CN en MP2,5 (% de MP <sub>2,5</sub> )	Factor de Emisión CN (kg/TJ)	Fuente
Gasolina para la aviación, queroseno para motor a reacción, otro queroseno.	20	56	11,20	Factor de emisión de CN a partir de los factores de emisión MP2,5 y fracciones de especiación de CN en MP2,5 para 1.A.2
Diésel	0,8	33,5	0,27	Factor de emisión de CN a partir de los factores de emisión MP2,5 y fracciones de especiación de CN en
Petróleo combustible o Fuelóleo residual	19,3	5,6	1,08	



Combustible	Factor emisión MP2,5 (kg MP2,5/TJ)	Fracción especiación de CN en MP2,5 (% de MP2,5)	Factor de Emisión CN (kg/TJ)	Fuente
Gas licuado de petróleo, gas de fábrica de gas, gas natural, Otro biogás.	0,89	2,5	0,02	MP2,5 para 1.A.1
Biomasa	380	16	60,80	Guía EMEP 2016, 1.A.4 Small combustion, artefacto usado cocinas y hornos, Tabla 3.41 y Tabla 3.6

Fuente: Equipo Técnico Ministerio Medio Ambiente en base a Guía EMEP 2016

### 5.2.6. Comentarios acerca de las estimaciones de carbono negro

Los valores de incertidumbre asociadas a los datos de actividad están dados por la incertidumbre de los datos del balance de energía, donde se observa que a veces se asigna el consumo de un tipo de combustible que no es propio de la categoría, por ejemplo, en la categoría motocicletas se reporta un consumo de diésel cuando se sabe que ese tipo de motor no opera a diésel.

Los valores de los factores de emisión para carbono negro no solo depende del tipo de combustible sino que para reducir la incertidumbre es necesario conocer el tipo de tecnología de la fuente emisora, por ejemplo, en transporte terrestre se podría afinar mejor los factores de emisión si se contara con una tipificación de las tecnologías de los vehículos livianos, medianos y pesados. Por otra parte, debido al peso que tiene el factor de emisión por la quema de biomasa en la industria de celulosa y papel sería interesante conocer si cuentan con equipo de abatimiento de partículas, lo cual reduciría la emisión debido a un factor de emisión de CN bastante menor de lo que se considera en esta primera estimación con nivel 1. Así como también al mejorar los datos de consumo de biomasa debido a la calefacción residencial de leña se mejora la estimación de emisiones.

En conclusión, la incertidumbre se reduciría si se contara con una mayor desagregación para poder aplicar factores de emisión de nivel 2 para aumentar la exactitud de la estimación.

Por otra parte, en el sector Energía no se estimó las emisiones fugitivas de combustibles 1.B. como es el venteo en la refinación del petróleo y gas natural debido a que no se cuenta con estos datos de actividad, tampoco se contabilizó la quema de biomasa en la producción artesanal de ladrillos en hornos (localizados en la región de Maule).

### 5.2.7. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se usaron los mismos datos de actividad del inventario de GEI. La principal fuente de datos, es el BNE, el cual contiene variaciones en su elaboración a lo largo del tiempo. Por lo tanto, el Equipo Técnico de Energía ha tenido que realizar cambios y ajustes.

Para algunas subcategorías que no contaban con todos los factores de emisión para ciertos combustibles, los cuales no se esperaban que fueran reportados en esa categoría, se homologo los factores de emisión de otra categoría, como se describe en la Tabla 17.

Tabla 17. Homologación de factores de emisión de combustibles sin FE por defecto

Combustible	Descripción de la homologación
Queroseno	Se utilizó el factor de emisión para queroseno de Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2) como factor de emisión para Industrias de la energía (1.A.1)
Gasolina para motor	Se utilizó el factor de emisión para queroseno de Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2) como factor de emisión para gasolina para motor de Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2)
Gasolina para motor	Se utilizó el factor de emisión para Gasolina de Camiones ligeros (1.A.3.b.ii) en Camiones pesados y autobuses (1.A.3.b.iii), ya que es probable que se equivocaron de subcomponente al reportar.
Diésel	Se utilizó el factor de emisión para gasolina de Motocicletas (1.A.3.b.iv) para el combustible diésel porque todas las motocicletas utilizan gasolina.
Gasolina para motor	Se utilizó el factor de emisión para diésel de Naviero (1.A.3.d) para la gasolina de motor de Ferrocarriles (1.A.3. c), ya que los motores de ferrocarriles utilizan diésel o petróleo combustible (si son muy antiguos este último).
Petróleo Combustible	Se utilizó el factor de emisión para petróleo combustible de Naviero (1.A.3.d) para el petróleo combustible de Ferrocarriles (1.A.3. c)
Queroseno	Se utilizó el factor de emisión para diésel de Naviero (1.A.3.d) para queroseno.
Gases licuados de petróleo y gas natural	Se utilizó el factor de emisión para GLP de Otro Transporte (1.A.3.e) para gases licuados de petróleo y gas natural de Naviero (1.A.3.d)
Petróleo Combustible	Se utilizó el factor de emisión para de Naviero (1.A.3.d) para petróleo combustible de Otro transporte (1.A.3.e)
Gasolina y queroseno	Se utilizó el factor de emisión para gasolina y queroseno de Industrias manufactureras y de la construcción (1.A.2)
Diésel y petróleo combustible	Se utilizó el factor de emisión para diésel y petróleo combustible de Industrias de la energía (1.A.1) para Comercial, Institucional y Residencial (1.A.4)
Diésel	Se utilizó el factor de emisión para diésel de camiones(1.A.3.iii) para Vehículo todo terreno y otra maquinaria de Comercial, Institucional y Residencial (1.A.4)
Gasolina	Se utilizó el factor de emisión para gasolina de Otro Transporte (1.A.3.e) para Pesca (combustión móvil) de Comercial, Institucional y Residencial (1.A.4).

Fuente: Equipo Técnico Ministerio Medio Ambiente

## 5.2.8. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

### 5.2.8.1. Garantía de la calidad

#### 5.2.8.1.1. Verificación

El procedimiento de verificación consistió en comparar el inventario de emisiones del año 2013 para el sector Energía del estudio denominado: “Apoyo a la iniciativa para el plan de mitigación de los contaminantes climáticos de vida corta (CCVC) en Chile”, elaborado por GreenLabUC, Ingeniería DICTUC y la Universidad Técnica Federico Santa María para el Ministerio del Medio Ambiente (en adelante inventario DICTUC), con la estimación de las emisiones del año 2013 de este informe. Cabe indicar que el estudio mencionado utilizó un enfoque bottom-up, mientras en este informe se utiliza un enfoque top down que no permite diferenciar por tecnología utilizada y solo considera el consumo de combustible. En la Tabla 18 se presenta el resultado de la comparación entre las dos estimaciones que utilizan diferentes metodologías.

Para la subcategoría *Industrias de la energía*, el inventario DICTUC considera un consumo energético un 60 % (aprox. 670.000 TJ) más que el consumo considerado en este informe (aprox.

418.000 TJ), esto debido a qué se consideró la generación eléctrica reportada por central termoeléctrica por la CNE, metodología bottom-up, y luego se consideró una eficiencia térmica promedio de 33,9 % y además de considero la autogeneración. Los factores de emisión utilizados para ambos inventarios son de la Guía EMEP, sin embargo el inventario DICTUC considero la eficiencia de abatimiento de emisiones para termoeléctricas.

Para la subcategoría *Industrias manufactureras y de la construcción*, el inventario DICTUC considera el consumo diésel destinado a maquinaria fuera de ruta del BNE en el transporte, lo cual corresponde a 1.267.084 m<sup>3</sup> de diésel para el año 2013 que equivale al 43,8 % del consumo diésel en la subcategoría Industrias manufactureras y de la construcción del BNE, y lo cual impacta la emisión de carbono negro de la subcategoría debido a que el factor de emisión del combustible diésel es el más relevante dentro de los combustibles fósiles. Además, el consumo energético de biomasa en la industria de papel y celulosa reportado para el año 2013 (50.589 Tcal) es 3,6 veces más que el reportado en esa industria para el inventario de DICTUC (13.789 Tcal, ver Tabla 3-7). Por lo anteriormente descrito se da principalmente la diferencia en la estimación de la subcategoría de este informe.

Para la subcategoría de *Transporte*, para la estimación de emisiones de transporte terrestre el inventario de DICTUC aplicó un enfoque bottom-up utilizando un modelo de transporte STEP 2 y para el ferroviario, aéreo y marítimo se aplica un enfoque top-down, basado en la demanda regional de transporte de pasajeros y toneladas de carga, considerando dentro del transporte el transporte fuera de ruta de la actividad industrial, el cual utiliza principalmente petróleo diésel, principal combustible que al quemarse emite más carbono negro que la gasolina, gas natural, GLP o carbón. Además, los factores de emisión utilizados en el inventario DICTUC son los reportados por Bond et al. Del 2013, Ntziachristos, 2007, y Wang, 2012, mientras los factores utilizados en este informe son de la Guía EMEP para Tier 1 basados en un factor de emisión promedio de las categorías de transporte de Europa según tipo de combustible.

Para la subcategoría de *Otros Sectores* que considera la quema de combustible del sector residencial debido a la calefacción, se observa una diferencia significativa debido principalmente a que en el primer inventario se considera distintos factores de emisión para diferentes tecnologías para calefactores residenciales, en cambio el Inventario de este informe se utiliza un factor de emisión promedio que no permitiría capturar las emisiones de los calefactores más ineficientes que se utilizan en Chile.

Tabla 18. Comparación de las subcategorías del sector Energía del inventario de emisiones de carbono negro para el año 2013 en toneladas.

Subcategorías	Inventario DICTUC 2013 (t)	Inventario 2013 NIR (t)	Diferencia (t)
1.A.1. Industrias de la energía	297	170	-127
1.A.2. Industrias manufactureras y de la construcción	5.246	10.590	5.344
1.A.3. Transporte	5.099	3.070	-2.029
1.A.4. Otros sectores	10.244	4.590	-5.654
<b>Total</b>	<b>20.886</b>	<b>18.420</b>	<b>-2.466</b>

Fuente: Equipo Técnico Ministerio de Medio Ambiente.

### 5.2.9. Plan de mejoramiento

En respuesta al análisis propio del Equipo Técnico, las mejoras planificadas del sector son las siguientes:

- Sería recomendable explorar la desagregación de la tecnología de vehículos livianos, mediano y pesados que utilizan petróleo diésel a nivel nacional de Chile, así como también verificar que los combustibles consumidos por ciertas categorías sean las adecuadas con el Ministerio de Energía y el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones;
- Sería recomendable explorar cómo mejorar la estimación de las emisiones de carbono negro debido al consumo residencial de biomasa en conjunto con el Ministerio de Energía;
- Sería recomendable explorar algunas reuniones de trabajo, con la asociación gremial que agrupa a las empresas de celulosa y papel, con el fin de conocer si cuentan con tecnología de control de partículas que permita precisar los factores de emisión de CN de la industria para mejorar la estimación de las emisiones de carbono negro en la industria de celulosa y papel.
- Revisar el factor de emisión de biomasa que se utiliza para la industria de celulosa y papel debido a que es la fuente emisora más relevante en el sector Energía.

### 5.3. Sector Procesos industriales y uso de productos (2)

#### 5.3.1. Descripción del sector

El sector Procesos industriales y uso de productos (IPPU) incluye las emisiones de CN generadas por actividades industriales que transforman materias primas por medios químicos o físicos. En el caso de Chile, las fuentes emisoras de carbono negro son: la producción de cemento, producción de cal, producción de vidrio, producción de hierro y acero, y la producción de ferroaleaciones.

Es importante destacar que las emisiones del sector de IPPU serán presentadas en toneladas debido al bajo nivel de emisiones.

#### 5.3.2. Tendencia de las emisiones de carbono negro

En 2016, sus emisiones de carbono negro contabilizaron 11,01 t, representando un 0,06 % de las emisiones totales de CN del país, incrementándose en un 34,3 % desde 1990 y en un 6,3 % desde 2013. La principal causa del incremento es el aumento de la producción de cemento y cal. Respecto a las categorías, la *Industria de los minerales* es la de mayor relevancia con un 85,5 %, seguida de un 14,5 % de la *Industria de los metales* (Tabla 19).

Tabla 19. Sector IPPU: emisiones de carbono negro (t) por categoría, serie 1990-2016

Categoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
2.A. Industria de los minerales	5,40	8,77	9,87	9,52	9,07	8,88	9,41
2.C. Industria de los metales	2,79	2,54	1,75	0,83	0,62	1,55	1,60
<b>Total</b>	<b>8,20</b>	<b>11,31</b>	<b>11,61</b>	<b>10,35</b>	<b>9,69</b>	<b>10,43</b>	<b>11,01</b>

Fuente: Equipo Técnico Ministerio Medio Ambiente

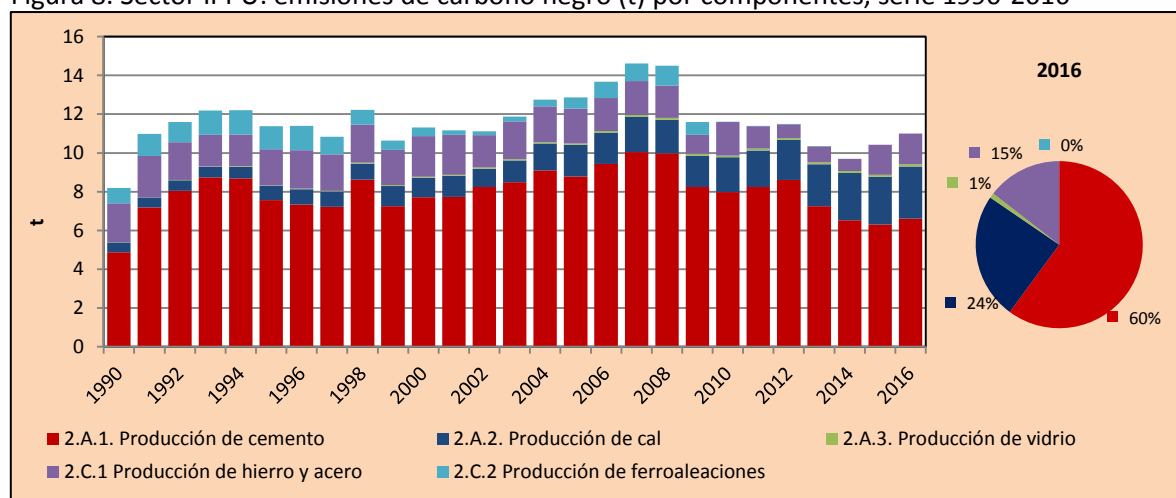
A nivel de subcategorías, la *Producción de cemento* es la de mayor relevancia con un 60,1 %, seguida de un 24,5 % de *Producción de cal*, un 14,5 % de *Producción de hierro y acero* y 1,0 % de *Producción de vidrio* (Tabla 20 y Figura 8).

Tabla 20. Sector IPPU: emisiones de carbono negro (t) por componente, serie 1990-2016

Componente	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
2.A.1. Producción de cemento	4,87	7,71	7,99	7,25	6,53	6,31	6,61
2.A.2. Producción de cal	0,52	1,01	1,80	2,18	2,45	2,46	2,69
2.A.3. Producción de vidrio	0,01	0,05	0,08	0,09	0,10	0,10	0,11
2.C.1 Producción de hierro y acero	1,99	2,10	1,74	0,83	0,62	1,55	1,60
2.C.2 Producción de ferroatleaciones	0,80	0,43	0,01	0,00	NE	NE	NE
<b>Total</b>	<b>8,20</b>	<b>11,31</b>	<b>11,61</b>	<b>10,35</b>	<b>9,69</b>	<b>10,43</b>	<b>11,01</b>

Fuente: Equipo Técnico Ministerio Medio Ambiente

Figura 8. Sector IPPU: emisiones de carbono negro (t) por componentes, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico Ministerio del Medio Ambiente

### 5.3.3. Aspectos metodológicos del sector

Para la estimación de las emisiones de CN del sector IPPU se aplicó Nivel 1 de la Guía EMEP 2016, utilizando la siguiente ecuación en función de las toneladas producidas para el sector de IPPU:

Ecuación 10. Sector IPPU: emisiones de CN de Nivel 1 aplicando FE de MP<sub>2,5</sub>

$$E_{CN} = Q \cdot FE_{MP_{2,5}} \cdot FS_{CN/MP_{2,5}} \cdot FC$$

Fuente: MMA (financiado por PNUD), de 2018, "Elaboración de una propuesta metodológica para integrar los contaminantes climáticos de vida corta al inventario nacional de gases de efecto invernadero de Chile".

Donde:

- $E_{CN}$  = emisión de CN en el período cubierto por el dato estadístico (un año),
- $FE_{MP_{2,5}}$  = factor de emisión de MP<sub>2,5</sub>,
- $FS_{CN/MP_{2,5}}$  = fracción de especiación de CN en el MP<sub>2,5</sub>,
- $Q$  = nivel de actividad (dato estadístico de producción), y
- $FC$  = factor de conversión (constante) para llevar el valor del FE a una unidad compatible con "Q".

#### 5.3.4. Datos de actividad del sector

En el sector IPPU los datos de actividad son la producción de los diferentes procesos industriales que emiten carbono negro. Por lo tanto, se cuenta con una cantidad de fuentes de datos de actividad estadísticas que incluyen tanto al sector privado (empresas, asociaciones gremiales, etc.) como al sector público (encuestas, anuarios estadísticos, etc.). Para la estimación de las emisiones del sector se usan las toneladas de la sustancia producida. Los datos de actividad utilizados son los mismos del INGEI2018 de Chile (ver capítulo 4).

Cabe señalar, que para los años 2014, 2015 y 2016 no se estimaron las emisiones de CN para la producción de ferroaleaciones debido a que no se contó con los datos de actividad para esos años.

#### 5.3.5. Industria de los minerales (2.A.)

##### 5.3.5.1. Descripción de la categoría

La categoría *Industria de los minerales* incluye las emisiones de CN relacionadas con los procesos que resultan del uso de una variedad de productos minerales industriales. Las subcategorías asociadas en el contexto nacional para las emisiones de CN son las siguientes:

- 2.A.1. *Producción de cemento.*
- 2.A.2. *Producción de cal.*
- 2.A.3. *Producción de vidrio.*

##### 5.3.5.2. Aspectos metodológicos de las categorías

Para estimar las subcategorías de *Industria de los minerales* se utilizó la Ecuación 10. Sector IPPU: emisiones de CN de Nivel 1 aplicando FE de MP2,5.

###### 5.3.5.2.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Los datos de actividad, tanto estadísticos y paramétricos, de la producción de cemento, cal y vidrio son los mismos utilizados en el INGEI (ver capítulo 4)..

###### 5.3.5.2.2. Factores de emisión

Los factores de emisión utilizados corresponden a los de la Guía EMEP 2016 que se muestran en la Tabla 21.

Tabla 21. Factores de emisión de CN a partir de los factores de emisión de MP2,5 y fracciones de especiación, de nivel 1 para las subcategorías de la Industria de los minerales, 2.A.1, 2.A.2. y 2.A.3

Producto	Factor de Emisión MP2,5 (g MP2,5/Mg producto)	Fracción especiación de CN en MP2,5 (% de MP2,5)	Factor de Emisión CN (g CN/Mg producto)
Clinker	130	3	3,90
Cal	700	0,46	3,22
Vidrio	240	0,062	0,15

Fuente: Guía EMEP 2016, "2.A.1. Cement production", "2.A.1. Cement production", "2.A.3. Glass production", Tabla 3.1.

### **5.3.5.3. Consistencia de la serie temporal**

Para mantener la consistencia de la serie 1990-2016, se usaron los datos de actividad del inventario de GEI. La principal fuente de los datos de actividad son las tres grandes empresas productoras nacionales de cemento, el Instituto del Cemento y del Hormigón de Chile y el Servicio Nacional de Aduanas. Estos datos de actividad fueron tratados en el sector IPPU del INGEI.

### **5.3.5.4. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación**

#### **5.3.5.4.1. Verificación**

En esta primera estimación de las emisiones de carbono negro, no se consideran necesario la verificación de las emisiones del Sector IPPU, las cuales representan solamente el 0,06 % de las emisiones totales de CN.

### **5.3.5.5. Plan de mejoramiento**

Debido a que las emisiones del Sector IPPU representan solamente el 0,06 % de las emisiones totales de CN, lo cual es bastante marginal, no se contempla mejoras específicas para mejorar los factores de emisión y de actividad, quizás en una fase posterior al mejoramiento de los otros sectores más relevantes como es el Sector Energía.

### **5.3.6. Industria de los metales (2.C.)**

#### **5.3.6.1. Descripción de la categoría**

La categoría *Industria de los metales* incluye las emisiones de CN relacionadas que resultan de la producción de hierro y acero, y de ferroaleaciones. Las subcategorías asociadas a estos procesos productivos a nivel nacional corresponde a:

- 2.C.1. *Producción de hierro y acero*
- 2.C.2. *Producción de ferroaleaciones*

#### **5.3.6.2. Aspectos metodológicos de la categoría**

Para estimar las subcategorías *de Industria de los minerales* se utilizó la Ecuación 10. Sector IPPU: emisiones de CN de Nivel 1 aplicando FE de MP2,5.

##### **5.3.6.2.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos**

Los datos de actividad, tanto estadísticos y paramétricos, de la producción de cemento, cal y vidrio son los mismos utilizados en el inventario de GEI (ver capítulo 4).

##### **5.3.6.2.2. Factores de emisión**

Los factores de emisión utilizados corresponden a la Guía EMEP 2016 que se muestran en la Tabla 22.

Tabla 22. Factores de emisión de CN a partir de los factores de emisión de MP2,5 y fracciones de especiación, de nivel 1 para las subcategorías de la Industria de los metales 2.C.1 y 2.C.2

Producto	Factor de Emisión MP2,5 (g MP2,5/Mg producto)	Fracción especiación de CN en MP2,5 (% de MP2,5)	Factor de Emisión CN (g CN/Mg producto)
Hierro	140	0,36	0,50
Ferroaleaciones	600	10	60,00
Acero BOF	28	0,36	0,101
Acero EAF	21	0,36	0,076

Fuente: Guía EMEP 2016, "2.C.1. Iron and steel production" Tabla 3.1, Tabla 3.14. Basic oxygen furnace y Tabla 3.15. Electric furnace steel plant, "2.C.2. Ferroalloys production", Tabla 3.1.

### 5.3.6.3. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie 1990-2016, se utilizaron los datos de actividad del inventario de GEI.

### 5.3.6.4. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

#### 5.3.6.4.1. Verificación

No se considera necesario la verificación de las emisiones del Sector IPPU, las cuales representan solamente el 0,06% de las emisiones totales de CN.

### 5.3.6.5. Plan de mejoramiento

Debido a que las emisiones del Sector IPPU representan solamente el 0,06% de las emisiones totales de CN, lo cual es bastante marginal, no se contempla mejoras específicas para mejorar los factores de emisión y de actividad, quizás en una fase posterior al mejoramiento de los otros sectores más relevantes como es el Sector Energía.

## 5.4. Sector Agricultura (3)

### 5.4.1. Descripción del sector

El sector Agricultura incluye las emisiones de CN asociadas a la quema de residuos agrícolas en el campo y donde se han aplicado prácticas para la realización de esta actividad, representó el 1,7 % de las emisiones totales de CN del país en el año 2016.

### 5.4.2. Tendencia de las emisiones carbono negro

La *Quema de residuos agrícolas en el campo* es la única categoría emisora de carbono negro del sector Agricultura. En 2016, sus emisiones contabilizaron 0,3 kt, disminuyéndose en un 76,6 % desde 1990 y en un 25,8 % desde 2013 (Tabla 23 y Figura 9). Esto se debe a la disminución en la quema de residuos agrícolas por la adopción de mejores prácticas agrícolas.

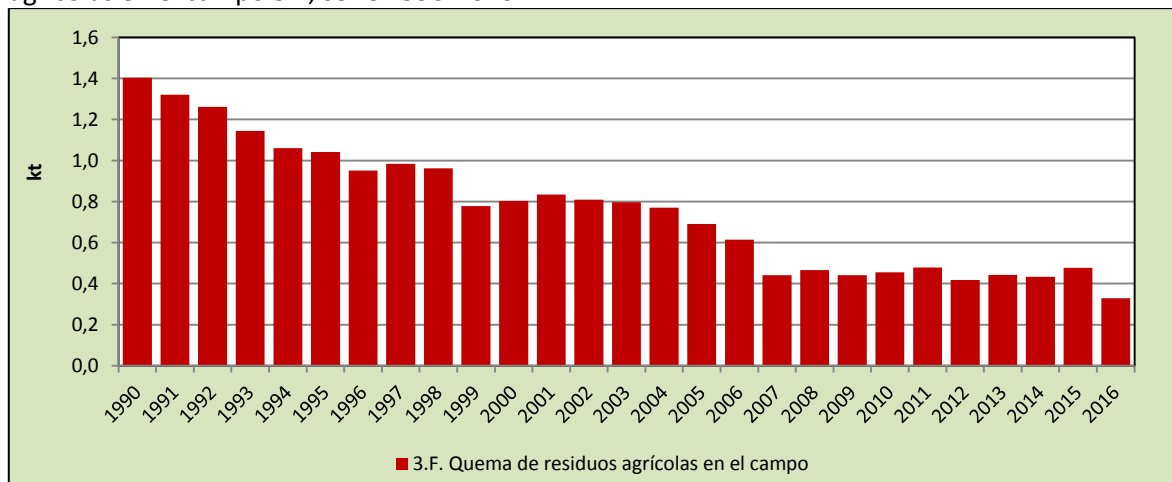


Tabla 23. Sector Agricultura: emisiones (kt) de carbono negro por categoría, serie 1990-2016

Categoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
3.F. Quema de residuos agrícolas en el campo	1,4	0,8	0,5	0,4	0,4	0,5	0,3
<b>Total</b>	<b>1,4</b>	<b>0,8</b>	<b>0,5</b>	<b>0,4</b>	<b>0,4</b>	<b>0,5</b>	<b>0,3</b>

Fuente: Equipo Técnico Ministerio del Medio Ambiente.

Figura 9. Sector Agricultura: emisiones (kt) de carbono negro de la categoría: Quema de residuos agrícolas en el campo 3.F, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico Ministerio del Medio Ambiente

#### 5.4.3. Aspectos metodológicos del sector

Para la estimación de las emisiones de carbono negro del sector se aplicó un método Nivel 1 para la categoría *Quema de residuos agrícolas en el campo*, mediante datos de actividad desagregados por regiones administrativas que se utilizaron en el inventario de emisiones de GEI y factor de emisión de CN para la quema de biomasa abierta Nivel 1 del estudio de Akagi et al (2011).

Para determinar las emisiones de CN de Nivel 1 se utilizó la siguiente ecuación a partir del factor de emisión de CN:

Ecuación 11. Sector Agricultura: emisiones de CN de Nivel 1 aplicando FE de CN directo

$$E_{CN} = Q \cdot FE_{CN} \cdot FC$$

Donde:

- $E_{CN}$  = emisión de CN en el período cubierto por el dato estadístico (generalmente, un año),
- $FE_{CN}$  = factor de emisión de CN,
- $Q$  = nivel de actividad (dato estadístico de una actividad).
- $FC$  = factor de conversión (constante) para llevar "Q" a una unidad física compatible con el FE empleado o bien, para llevar el valor del FE a una unidad compatible con "Q".

El cálculo de las emisiones para el sector se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico del Ministerio del Medio Ambiente.

#### 5.4.3.1. Datos de actividad del sector

Los datos de actividad del sector Agricultura son los mismos utilizados para el inventario de emisiones de GEI. Ver el capítulo 5 de Agricultura en Informe del Inventario Nacional del INGEI2018.

#### 5.4.3.2. Factores de emisión

El factor de emisión utilizado para la quema de residuos agrícolas fue tomado del estudio de Akagi et al. (2011).

Tabla 24. Factores de emisión de CN de Nivel 1 para las categoría 3.F. del sector Agricultura

Categoría	Factor de Emisión CN (g /kg biomasa quemada)
3.F. Quema de residuos agrícolas	0,75

Fuente: Akagi et al (2011), " Emission factors for open and domestic biomass burning", Atmos. Chem. Phys., 11, en la Table 1. Emission Factors (g/kg) for species emitted from different types of biomass burning, página 4046.

#### 5.4.4. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se utilizó la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos, del inventario de emisiones de GEI.

#### 5.4.5. Procedimientos de garantía y control de la calidad y verificación

##### 5.4.5.1. Verificación

El procedimiento de verificación no se considera necesario en esta etapa debido a que esta categoría solo representa el 1,7 % de las emisiones totales de CN.

#### 5.4.6. Plan de mejoramiento

Debido a que las emisiones del Sector de Agricultura representan solamente el 1,7% de las emisiones totales de CN, lo cual es bastante marginal, no se contempla mejoras específicas para mejorar los factores de emisión y de actividad, quizás en una fase posterior al mejoramiento de los otros sectores más relevantes como es el Sector Energía.

### 5.5. Sector Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (4)

#### 5.5.1. Descripción del sector

El sector Uso de la tierra, cambios en el uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) incluye las emisiones de CN generadas debido a la quema abierta de biomasa, que representa un 7,5 % de las emisiones totales de CN, siendo el segundo sector más relevante después del sector Energía.

En el caso nacional, las emisiones de carbono negro en el sector están asociadas a incendios forestales en tierras forestales (Plantaciones y Bosque nativo), cultivos y pastizales.

### 5.5.2. Tendencia de las emisiones de carbono negro

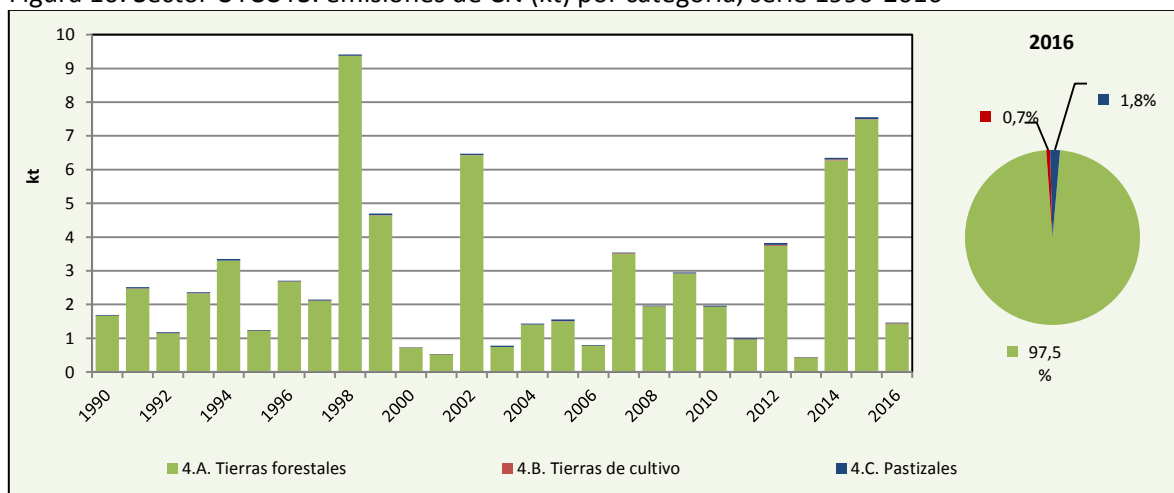
En 2016, las emisiones de CN del sector UTCUTS contabilizaron 1,5 kt, disminuyendo en un 14,3 % desde 1990 y aumentando en un 234,4 % desde 2013 (Tabla 25). Los principales causantes de la tendencia son los incendios en tierras forestales. En términos generales, en el período comprendido entre 1990 a 2016, los incendios forestales no muestran una tendencia o patrón (Figura 10).

Tabla 25. Sector UTCUTS: emisiones de carbono negro (kt) por categoría, serie 1990-2016

Categoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
4.A. Tierras forestales	1,669	0,714	1,934	0,428	6,276	7,486	1,431
4.B. Tierras de cultivo	0,004	0,003	0,003	0,001	0,022	0,010	0,010
4.C. Pastizales	0,016	0,012	0,035	0,014	0,052	0,059	0,027
<b>Total</b>	<b>1,7</b>	<b>0,7</b>	<b>2,0</b>	<b>0,4</b>	<b>6,3</b>	<b>7,6</b>	<b>1,5</b>

Fuente: Equipo Técnico Ministerio del Medio Ambiente.

Figura 10. Sector UTCUTS: emisiones de CN (kt) por categoría, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico Ministerio del Medio Ambiente.

### 5.5.3. Aspectos metodológicos del sector

Para la estimación de las emisiones de carbono negro del sector UTCUTS y las tres categorías que realizan quemas abiertas de biomasa se aplicó un método Nivel 1, mediante datos de actividad desagregados por regiones administrativas que se utilizaron en el inventario de emisiones de GEI y factor de emisión de CN para la quema de biomasa abierta nivel 1 del estudio de Akagi et al (2011).

Si bien se trata de contabilizar emisiones de CN por dos procesos de combustión abierta debido a quemas autorizadas de residuos forestales, e incendios forestales afectando distintas formaciones vegetacionales, el procedimiento metodológico de estimación de emisiones es el mismo.

Se aplica una ecuación simple para determinar las emisiones de CN de Nivel 1 a partir del factor de emisión de CN como se muestra a continuación:

Ecuación 12. Sector UTCUTS: emisiones de CN de Nivel 1 aplicando FE de CN directo

$$E_{CN} = Q \cdot FE_{CN} \cdot FC$$

Donde:

- $E_{CN}$  = emisión de CN en el período cubierto por el dato estadístico (generalmente, un año),
- $FE_{CN}$  = factor de emisión de CN,
- $Q$  = nivel de actividad (dato estadístico de una actividad).
- $FC$  = factor de conversión (constante) para llevar "Q" a una unidad física compatible con el FE empleado o bien, para llevar el valor del FE a una unidad compatible con "Q".

En referencia a los humedales, cabe dejar establecido que Chile no cuenta con estadísticas sobre la incidencia de incendios en estas formaciones vegetacionales, por lo tanto, sus emisiones no pueden ser estimadas.

El cálculo de las emisiones para el sector se realizó a través de libros de cálculo elaborados por el Equipo Técnico del Ministerio del Medio Ambiente.

#### 5.5.3.1. Datos de actividad estadísticos y paramétricos

Los datos de actividad del sector UTCUTS son los mismos utilizados para el inventario de emisiones de GEI. Ver el capítulo de UTCUTS en INGEI. En referencia a los humedales, cabe dejar establecido que Chile no cuenta con estadísticas sobre la incidencia de incendios en estas formaciones vegetacionales.

#### 5.5.3.2. Factores de emisión

Los factores de emisión utilizados para la quema de biomasa del sector UTCUTS fueron tomados del paper de Akagi et al. (2011) y se presentan a continuación.

Tabla 26. Sector UTCUTS: Factores de emisión de CN de nivel 1 para las categorías 4.A, 4.B y 4.C

Categoría	Factor de Emisión CN (g /kg biomasa quemada)
4.A.1 Tierras forestales que permanecen como tales	
Bosque nativo y plantaciones forestales	0,56
Residuos forestales	0,75
4.B.1 Tierras de cultivo que permanecen como tales	
Quema de rastrojos	0,75
4.C.1.Pastizales que permanecen como tales	
Praderas	0,91
Matorrales	0,37

Fuente: Akagi et al (2011), " Emission factors for open and domestic biomass burning", Atmos. Chem. Phys., 11, en la Table 1. Emission Factors (g/kg) for species emitted from different types of biomass burning, página 4046.

#### 5.5.4. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se utilizó la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos, del inventario de emisiones de GEI.

## 5.5.5. Procedimiento de garantía y control de la calidad y verificación

### 5.5.5.1. Verificación

El procedimiento de verificación no se considera necesario en esta etapa debido a que el sector solo representa el 7,5 % de las emisiones totales de CN.

### 5.5.5.2. Plan de mejoramiento

La mejora que se podría explorar a futuro es verificar si los factores de emisión aplicados para la quema abierta de biomasa del sector UTCUTS es la adecuada, entrevistando a expertos nacionales en la materia de quema abierta de plantaciones forestales y residuos agrícolas.

## 5.6. Sector Residuos (5)

### 5.6.1. Descripción del sector

En el sector Residuos las categorías asociadas a emisiones de CN son las siguientes:

- Disposición de residuos sólidos (5.A), e
- Incineración y quema abierta de residuos (5.C.).

Respecto a la categoría *Disposición de residuos sólidos* (5.A) la actividad vinculada es la quema del biogás capturado en sitios de disposición de residuos sólidos, para la cual la Guía EMEP no cuenta con un factor de emisión ni tampoco se cuenta con un factor de emisión como referencial internacional o del país, por lo que esta categoría no se estimó.

Respecto a la categoría *Incineración y quema abierta de residuos*, la actividad vinculada es la incineración -en ambiente cerrado- de residuos sólidos, donde se considera la cremación e incineración de residuos hospitalarios que corresponde a la subcategoría "Incineración de residuos" (5.C.1). La subcategoría *Incineración abierta de residuos* (5.C.2) no se estimó ya que no se cuenta con datos de actividad.

### 5.6.2. Tendencia de las emisiones carbono negro

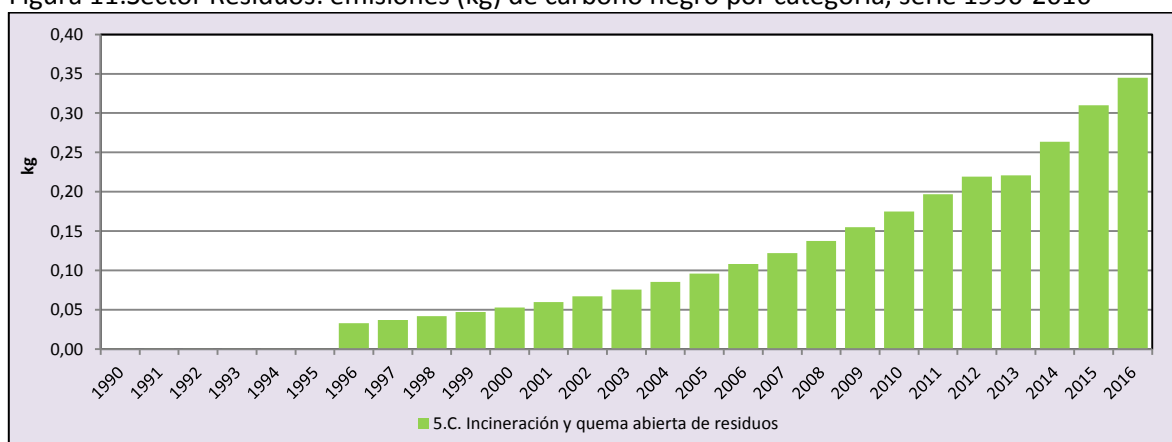
La subcategoría *Incineración de residuos* es la única categoría emisora de carbono negro del sector Residuos. En 2016, sus emisiones son marginales contabilizándose 0,00034 t (0,34 kg), lo cual representa 0,000002 % de las emisiones totales de CN, incrementándose en un 56,1 % desde 2013 (Tabla 27 y Figura 11).

Tabla 27. Sector Residuos: emisiones (kg) de carbono negro por categoría, serie 1990-2016

Categoría	1990	2000	2010	2013	2014	2015	2016
5.C. Incineración y quema abierta de residuos	0,0001	0,05	0,17	0,22	0,26	0,31	0,34
<b>Total</b>	<b>0,00</b>	<b>0,05</b>	<b>0,17</b>	<b>0,22</b>	<b>0,26</b>	<b>0,31</b>	<b>0,34</b>

Fuente: Equipo Técnico Ministerio de Medio Ambiente

Figura 11. Sector Residuos: emisiones (kg) de carbono negro por categoría, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico Ministerio del Medio Ambiente.

### 5.6.3. Aspectos metodológicos del sector

Para la estimación de las emisiones de carbono negro del sector se aplicó un método Nivel 1 para la categoría Incineración y quema abierta de residuos fue estimada utilizando la siguiente ecuación:

Ecuación 13. Sector Residuos: emisiones de CN de Nivel 1 aplicando FE de CN directo

$$E_{CN} = Q \cdot FE_{CN} \cdot FC$$

Dónde:

- $E_{CN}$  = emisión de CN en el período cubierto por el dato estadístico (generalmente, un año),
- $FE_{CN}$  = factor de emisión de CN,
- $Q$  = nivel de actividad (dato estadístico de una actividad).
- $FC$  = factor de conversión (constante) para llevar "Q" a una unidad física compatible con el FE empleado o bien, para llevar el valor del FE a una unidad compatible con "Q".

#### 5.6.3.1. Datos de actividad del sector

Los datos de actividad para subcategoría *Incineración de residuos* se recolectaron desde el sector privado en el caso de hospitalarios, y cementerios para las cremaciones de cadáveres y restos humanos. Para años con vacíos de datos por falta de registros, pérdida de información por parte de las entidades a cargo u otras razones, se estimaron en base a una regresión lineal de los datos disponibles.

#### 5.6.3.2. Factores de emisión

Los factores de emisión utilizados para estimar las emisiones de subcategoría Incineración de residuos se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 28. Incineración de residuos 5.C.1: Factores de emisión

Ámbito	Factor de Emisión de CN (g de CN/t incinerado)
Cremación <sup>a</sup>	0,0017
Residuos hospitalarios <sup>b</sup>	0,3910

Fuente: a. MMA & UNDP (2018), "Elaboración de una propuesta metodológica para integrar los contaminantes climáticos de vida corta al inventario nacional de gases de efecto invernadero de Chile", numeral 6.3.3, calculado a partir Aasestad(2013) y Sadmo (2016); b. Guía EMEP 2016, 5.C.1.b.iii Clinical waste incineration 2016.

#### 5.6.4. Consistencia de la serie temporal

Para mantener la consistencia de la serie temporal 1990-2016 se utilizó la misma fuente de datos de actividad, tanto estadísticos como paramétricos, del inventario de emisiones de GEI.

#### 5.6.5. Procedimientos de garantía y control de la calidad y verificación

##### 5.6.5.1. Verificación

El procedimiento de verificación no se considera necesario en esta etapa debido a que las emisiones de CN del sector de Residuos son insignificantes.

##### 5.6.6. Plan de mejoramiento

No se contemplan mejoras específicas para el sector de Residuos debido a que sus emisiones de carbono negro son insignificantes.

**ANEXO 06.01. SECTOR ENERGÍA: CONSUMO DE  
ENERGÉTICOS DE ACTIVIDADES DE LA QUEMA  
DE COMBUSTIBLE**



Tabla 29. Datos de actividad de la categoría Actividades de la quema de combustible (Tcal), serie 1990-2016

Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Actividades de quema de combustible (método sectorial)	496.453,2	491.110,0	520.546,1	542.854,5	579.206,6	628.800,0	706.454,3	788.434,2	816.325,0	857.035,7	836.167,5	822.007,2	832.129,2	837.627,3	906.385,1	935.625,9	939.374,1	1.053.953,4	1.067.628,4	1.044.046,6	1.027.207,4	1.130.496,3	1.294.266,5	1.334.524,7	1.333.421,5	1.345.735,6	1.410.180,5
	Gasolina para motor	61.217,1	63.345,0	69.832,3	73.674,5	82.739,1	89.484,9	95.817,0	99.643,3	103.680,5	105.768,6	106.035,1	96.986,4	96.409,7	93.633,4	94.063,7	93.837,8	92.619,0	99.098,0	102.347,2	111.048,7	122.720,6	114.514,7	121.538,9	130.421,4	136.511,2	137.215,1	146.522,2
	Gasolina para la aviación	268,1	265,2	253,9	253,9	253,9	253,9	285,7	285,7	317,4	253,9	222,2	222,2	222,2	158,7	189,8	185,8	191,0	179,3	187,9	223,8	334,6	173,2	893,9	840,8	193,8	280,4	261,9
	Queroseno para motor a reacción	7.614,5	4.352,7	6.205,7	7.823,4	6.243,2	8.873,7	10.223,8	13.893,5	13.431,7	11.094,4	9.252,9	12.355,3	10.387,7	8.143,7	9.554,8	11.735,8	12.059,0	13.566,6	17.934,6	12.246,8	11.798,0	11.850,5	21.569,7	20.935,1	24.924,5	27.194,6	24.702,9
	Otro queroseno	7.795,8	9.701,0	11.562,5	12.266,5	12.023,9	11.988,1	14.112,0	14.084,6	12.791,5	11.164,7	9.231,7	7.903,2	7.290,7	5.309,9	4.729,7	4.150,2	3.154,6	4.104,4	3.488,3	5.352,8	5.602,7	5.395,8	4.456,1	4.991,5	4.319,3	6.332,1	4.461,0
	Gas / Diésel oil	97.350,5	98.790,9	102.374,0	114.315,1	125.268,8	137.333,4	150.812,8	170.786,0	168.247,0	183.626,0	172.272,9	175.332,7	180.796,0	180.809,6	195.094,9	214.706,4	221.856,5	340.320,5	355.171,0	326.862,8	295.901,5	322.156,7	319.299,1	323.006,1	310.477,4	337.447,1	356.888,9
	Fuelóleo residual	54.055,5	54.442,1	60.116,1	65.565,3	66.719,7	74.369,0	77.180,4	75.358,3	66.104,8	56.551,1	49.596,4	35.839,9	32.586,6	31.494,6	29.357,3	37.026,4	38.386,5	63.755,7	67.948,9	54.312,1	45.883,6	54.088,1	46.005,5	45.105,5	43.769,4	32.400,5	31.019,6
	Gases licuados de petróleo	25.781,5	27.578,5	30.636,1	33.475,2	34.307,8	37.724,7	40.848,3	42.628,9	46.158,6	47.220,9	47.404,9	45.370,7	44.181,5	44.390,7	46.286,6	44.800,3	44.987,3	56.273,5	56.854,5	61.091,5	57.361,7	54.820,5	57.824,3	54.163,2	60.210,0	52.871,3	57.375,1
1.A.	Nafta	43,8	51,7	59,7	151,2	234,7	449,5	183,0	580,7	652,3	1.905,2	3.221,7	4.076,9	8.746,4	5.425,3	7.832,1	5.330,3	7.589,1	6.573,1	4.552,0	4.206,7	1.287,0	330,6	94,5	137,2	1.191,3	5.346,1	0,1
	Alquitrán	-	556,8	580,7	690,5	680,2	715,9	799,5	730,3	751,7	735,8	696,1	680,2	715,9	727,9	761,3	676,7	781,4	707,8	700,2	652,0	243,2	703,9	686,7	638,2	616,9	777,4	683,1
	Gas de refinería	4.832,6	5.174,7	5.850,8	6.439,5	7.008,3	8.487,9	10.965,9	9.429,1	13.988,7	13.563,1	8.118,0	9.164,1	9.949,5	10.151,0	10.115,1	12.259,6	12.944,4	7.825,4	13.921,5	14.328,2	354,3	248,0	298,4	1.549,0	6,2	5,9	5,9
	Otros productos del petróleo	604,6	409,7	624,5	731,9	1.077,9	938,7	1.010,3	1.227,2	1.244,9	1.229,0	1.400,1	1.205,2	1.595,0	-	-	2.022,2	2.199,0	2.069,8	2.053,8	1.778,2	-	-	-	-	-	-	-
	Otro carbón bituminoso	89.906,5	64.160,4	56.320,8	55.441,8	68.977,1	74.505,8	110.676,8	151.088,6	140.428,2	145.511,4	107.897,5	80.392,1	82.430,6	76.583,4	91.687,6	89.546,5	90,2	142,6	154,4	141,9	165,5	209,2	245,3	238,1	236,8	285,2	298,4
	Coque para horno de coque y coque de lignito	7.056,0	11.212,2	8.265,2	9.001,0	9.891,9	11.323,8	10.914,2	11.238,5	12.839,2	18.610,5	14.653,0	14.736,5	18.877,0	25.801,8	30.174,1	32.235,9	29.100,5	29.810,7	30.807,7	36.261,5	16.936,1	19.816,4	24.963,4	22.455,6	15.325,9	14.405,3	15.898,8
	Gas de fábrica de gas	4.800,6	5.704,9	6.111,9	6.741,2	6.790,2	7.182,0	7.329,0	7.092,1	6.974,8	5.629,6	5.625,8	5.490,2	4.940,0	5.343,2	4.937,6	4.909,0	5.864,6	5.480,3	5.074,2	4.573,1	3.437,6	4.482,4	4.576,2	4.424,7	3.501,0	3.373,5	3.407,9
	Gas de alto horno	3.187,8	3.854,8	4.702,6	4.989,0	4.250,4	3.738,0	4.450,2	4.269,2	4.416,2	4.442,6	4.118,6	4.193,9	4.160,0	4.239,1	5.081,5	4.525,7	4.216,2	4.007,9	3.770,1	3.315,0	2.238,2	4.547,9	4.202,9	2.789,0	2.356,8	2.650,8	2.387,5
	Gas natural	24.785,7	23.311,1	25.825,0	30.049,8	25.341,5	24.995,9	24.574,6	40.481,4	67.912,4	87.426,6	127.201,6	159.165,7	157.264,3	183.318,4	205.045,3	194.763,7	158.384,7	79.287,3	44.826,0	61.867,2	156.232,5	170.371,7	160.079,4	164.274,0	137.637,9	146.862,2	153.806,9

Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
	Madera y desechos de madera	107.152,8	118.198,2	131.224,4	121.244,9	127.398,0	136.434,8	146.271,1	145.616,9	156.306,2	161.986,0	169.219,3	168.892,2	171.576,1	162.096,8	171.473,6	182.913,6	188.137,9	198.240,8	203.525,0	203.964,1	141.339,9	157.755,1	282.469,8	320.326,1	353.477,0	290.191,2	311.549,5	
	Otro biogás	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	305,9	2.092,7	3.132,6	2.725,1	
1.A.1.	Industrias de la energía	70.939,2	57.436,9	38.289,4	55.431,4	56.390,0	92.677,0	142.380,7	159.779,2	198.725,9	228.758,6	192.227,3	183.650,5	194.031,2	216.939,2	263.048,0	250.320,0	250.610,4	321.095,8	319.724,0	302.305,4	316.105,1	392.189,5	413.631,9	418.736,0	381.501,5	437.645,7	455.948,6	
	Gasolina para motor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,8	3,9	1,4	-	-	4.447,1	3.433,1	-	-	-	
	Gasolina para la aviación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Queroseno para motor a reacción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5	-	-	-	-	7,8	-
	Otro queroseno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	9,0	3,6	1,4	-	-	-	-	-	188,9	-	-	0,0	-
	Gas / Diésel oil	5.470,4	3.613,5	1.651,9	1.760,0	1.760,9	2.391,5	3.204,0	7.566,2	6.905,3	20.625,8	5.117,6	2.584,1	1.867,5	1.428,1	3.285,5	9.273,1	4.765,8	100.822,8	104.043,0	78.555,1	51.649,8	37.196,4	31.850,0	24.799,3	27.484,2	20.062,2	18.635,8	
	Fuelóleo residual	8.918,7	10.013,2	8.501,1	8.076,3	7.760,2	8.610,7	20.733,7	12.011,4	13.006,9	6.681,7	2.088,2	2.414,3	1.479,6	1.042,1	1.336,0	3.276,9	2.627,8	10.480,7	10.217,7	8.841,5	5.784,6	4.679,9	3.136,4	5.144,2	4.012,2	2.664,7	2.988,6	
	Gases licuados de petróleo	36,4	67,4	35,2	36,9	25,5	17,2	99,8	110,1	115,9	157,1	24,6	6,2	4,8	127,9	1.188,5	49,2	190,8	3.392,8	5.068,9	7.654,8	3.214,0	2.522,3	532,6	1.699,0	635,5	593,2	504,4	
	Nafta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,95	3,83	8,49	5,29	7,75	5,23	7,57	6.540,4	4.469,8	4.206,7	1.287,0	319,4	94,5	137,2	1.191,3	5.346,1	0,1	
	Alquitrán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	761,3	676,7	781,4	707,8	700,2	652,0	243,2	703,9	686,7	638,2	616,9	777,4	683,1	
	Gas de refinería	4.812,7	5.154,8	5.819,0	6.411,7	6.980,4	8.464,0	10.938,0	9.403,1	13.960,9	13.563,1	8.118,0	9.140,2	9.925,6	10.127,1	10.096,1	12.245,0	12.944,4	7.812,5	13.909,3	14.315,0	345,4	247,9	298,4	1.549,0	6,2	5,9	5,9	
	Otros productos del petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro carbón bituminoso	34.753,5	21.191,9	4.291,7	16.845,5	22.743,1	56.794,2	89.055,3	109.507,9	115.569,1	120.521,0	86.931,4	52.709,3	60.600,6	58.039,1	70.493,2	71.472,0	98.748,3	124.949,9	138.393,1	133.269,8	155.586,9	200.387,3	237.834,9	232.642,5	227.450,0	274.496,3	289.033,5	
	Coque para horno de coque y coque de lignito	-	1.340,2	-	-	-	-	1.344,4	1.340,2	1.841,6	7.087,8	5.739,5	5.453,1	9.744,8	14.660,9	22.229,9	21.579,9	18.523,9	18.672,6	19.185,0	20.016,1	9.713,8	12.291,5	13.770,4	12.180,4	5.362,7	5.589,2	6.669,9	
	Gas de fábrica de gas	233,6	339,1	165,8	256,2	237,4	448,4	335,4	474,9	474,8	256,2	380,6	248,7	267,5	309,0	992,7	971,2	1.468,9	1.181,5	1.292,3	1.018,2	893,6	1.188,7	1.359,1	1.044,9	1.000,0	885,1	830,9	
	Gas de alto horno	1.036,2	1.311,3	1.533,6	1.827,5	1.635,4	1.194,5	1.450,7	1.443,1	1.563,8	1.590,2	1.458,3	1.575,1	1.447,0	1.544,9	3.695,3	3.427,1	3.243,5	3.044,8	3.110,5	2.691,0	1.962,6	3.348,0	3.114,4	2.292,3	2.001,1	2.081,8	1.900,0	
	Gas natural	15.677,6	14.405,5	16.291,1	20.217,4	15.247,0	14.756,6	14.022,3	16.222,3	44.042,8	57.106,3	78.340,1	519,9	99.346,8	431,4	720,8	304,3	99.065,3	42.491,8	18.473,8	31.083,9	85.424,3	129.302,7	109.529,7	111.211,4	86.422,2	88.378,5	92.638,8	
Madera y desechos de madera	-	-	-	-	-	-	1.157,4	1.170,0	1.241,4	1.164,9	1.079,4	1.167,9	1.169,4	851,851	934,934	492,492	805,805	672,672	986,4986,4	856,6856,6	-	-	-	6.788	21.65	23.300,9	34.242,6	39.517,1	

Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
														2	7	9	1	0						,9	8,6				
	Otro biogás	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	305,9	2.018,3	2.515,0	2.540,5	
1.A.1. a.	Producción de electricidad y calor como actividad principal	42.6 13,2	28.4 25,0	8.15 5,1	21.6 07,0	27.5 63,6	64.3 19,7	110. 889,3	130. 618,8	164. 892,9	197. 254,9	165. 643,0	152. 168,8	153. 474,3	179. 824,7	216. 511,6	202. 618,8	204. 077,5	288.8 94,4	286.6 14,0	267.8 46,8	292.9 96,0	366.1 36,3	390.7 50,2	375.6 86,5	356.4 58,8	416.8 40,5	443.7 74,3	
	Gasolina para motor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gasolina para la aviación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Queroseno para motor a reacción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,0	-	
	Otro queroseno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,5	-	-	-	
	Gas / Diésel oil	4.39 9,8	2.65 3,6	811, 9	1.05 9,6	1.07 0,4	1.72 6,7	2.45 0,5	6.92 4,2	6.33 2,8	19.5 18,6	4.75 7,0	1.81 7,7	1.20 9,2	1.03 8,1	3.10 0,3	9.09 4,4	4.61 9,9	99.69 7,4	102.7 28,3	78.29 0,8	51.47 3,3	37.06 5,0	31.41 9,3	22.98 1,4	25.96 4,2	19.85 2,7	18.62 4,6	
	Fuelóleo residual	2.15 7,0	3.23 5,6	1.18 2,6	2.22 9,4	1.73 0,4	3.65 4,8	14.5 56,7	8.81 6,5	7.15 2,1	3.85 3,8	1.30 0,6	1.01 0,3	238, 7	262, 5	462, 0	1.92 1,2	1.23 1,4	7.658 ,1	7.598 ,8	5.457 ,5	3.960 ,0	4.419 ,0	3.136 ,4	3.654 ,2	1.649 ,2	514,4	683,8	
	Gases licuados de petróleo	2,5	3,8	3,8	-	-	-	-	6,8	7,5	-	-	-	-	-	4,0	0,7	-	-	106,9	453,1	-	23,1	-	-	5,8	14,9	15,3	
	Nafta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Alquitrán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de refinería	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otros productos del petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro carbón bituminoso	34.7 53,5	21.1 91,9	4.29 1,7	16.8 45,5	22.7 43,1	56.7 94,2	89.0 55,3	109. 507,9	115. 569,1	120. 521,0	86.9 31,4	52.7 09,3	60.6 00,6	58.0 39,1	70.4 65,8	71.4 67,2	98.7 45,8	124.9 48,0	138.3 93,1	133.2 69,8	155.5 86,9	200.3 87,3	237.8 34,9	232.6 42,5	227.4 50,0	274.4 96,3	289.0 33,5	
	Coque para horno de coque y coque de lignito	-	1.34 0,2	-	-	-	-	1.34 4,4	1.34 0,2	1.84 1,6	7.08 7,8	5.73 9,5	5.45 3,1	9.74 4,8	14.6 60,9	22.2 29,9	21.5 79,9	18.5 23,9	18.67 6,2	19.18 5,0	20.01 6,1	9.713 ,8	12.29 1,5	13.77 0,4	12.18 0,4	5.362 ,7	5.589 ,2	6.669 ,9	
	Gas de fábrica de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de alto horno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas natural	1.30 0,4	-	1.86 5,2	1.47 2,6	2.01 9,7	2.14 4,1	2.32 4,9	2.32 3,1	32.7 45,0	45.1 04,4	65.8 36,6	90.0 09,1	80.8 29,9	104. 889,4	119. 755,7	97.7 49,0	80.2 84,5	36.92 8,3	17.74 5,4	30.35 9,6	72.26 2,0	111.9 50,5	97.78 5,0	82.26 3,6	70.70 7,6	79.60 8,4	86.68 9,7	
Madera y desechos de madera	-	-	-	-	-	-	1.15 7,4	1.70 0,1	1.24 4,9	1.16 9,4	1.07 7,9	1.16 9,4	851, 2	934, 7	492, 9	805, 1	672, 0	986,4	856,6	-	-	-	-	6.788 ,9	21.65 8,6	23.30 0,9	34.24 2,6	39.51 7,1	
Otro biogás	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	305,9	2.018,3	2.515,0	2.540,5		
1.A.1. a.i.	Generación de electricidad	42.6 13,2	28.4 25,0	8.15 5,1	21.6 07,0	27.5 63,6	64.3 19,7	110. 889,3	130. 618,8	164. 892,9	197. 254,9	165. 643,0	152. 168,8	153. 474,3	179. 824,7	216. 511,6	202. 618,8	204. 077,5	288.8 94,4	286.6 14,0	267.8 46,8	292.9 96,0	366.1 36,3	390.7 50,2	375.6 86,5	356.4 58,8	416.8 40,5	443.7 74,3	

Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
								3	8	9	9	0	8	3	7	6	8	5								58,8	40,5	74,3	
	Gasolina para motor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Gasolina para la aviación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Queroseno para motor a reacción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,0	-	
	Otro queroseno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,5	-	-	-	-	
	Gas / Diésel oil	4.39 9,8	2.65 3,6	811, 9	1.05 9,6	1.07 0,4	1.72 6,7	2.45 0,5	6.92 4,2	6.33 2,8	19.5 18,6	4.75 7,0	1.81 7,7	1.20 9,2	1.03 8,1	3.10 0,3	9.09 4,4	4.61 9,9	99.69 7,4	102.7 28,3	78.29 0,8	51.47 3,3	37.06 5,0	31.41 9,3	22.98 1,4	25.96 4,2	19.85 2,7	18.62 4,6	
	Fuelóleo residual	2.15 7,0	3.23 5,6	1.18 2,6	2.22 9,4	1.73 0,4	3.65 4,8	14.5 56,7	8.81 6,5	7.15 2,1	3.85 3,8	1.30 0,6	1.01 0,3	238, 7	262, 5	462, 0	1.92 1,2	1.23 1,4	7.658 ,1	7.598 ,8	5.457 ,5	3.960 ,0	4.419 ,0	3.136 ,4	3.654 ,2	1.649 ,2	514,4	683,8	
	Gases licuados de petróleo	2,5	3,8	3,8	-	-	-	-	6,8	7,5	-	-	-	-	-	4,0	0,7	-	-	106,9	453,1	-	23,1	-	-	5,8	14,9	15,3	
	Nafta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,1	1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Alquitrán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Gas de refinería	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Otros productos del petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Otro carbón bituminoso	34.7 53,5	21.1 91,9	4.29 1,7	16.8 45,5	22.7 43,1	56.7 94,2	89.0 55,3	109. 507, 9	115. 569, 1	120. 521, 0	86.9 31,4	52.7 09,3	60.6 00,6	58.0 39,1	70.4 65,8	71.4 67,2	98.7 45,8	124.9 48,0	138.3 93,1	133.2 69,8	155.5 86,9	200.3 87,3	237.8 34,9	232.6 42,5	227.4 50,0	274.4 96,3	289.0 33,5	
	Coque para horno de coque y coque de lignito	-	1.34 0,2	-	-	-	-	1.34 4,4	1.34 0,2	1.84 1,6	7.08 7,8	5.73 9,5	5.45 3,1	9.74 4,8	14.6 60,9	22.2 29,9	21.5 79,9	18.5 23,9	18.67 6,2	19.18 5,0	20.01 6,1	9.713 ,8	12.29 1,5	13.77 0,4	12.18 0,4	5.362 ,7	5.589 ,2	6.669 ,9	
	Gas de fábrica de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Gas de alto horno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Gas natural	1.30 0,4	-	1.86 5,2	1.47 2,6	2.01 9,7	2.14 4,1	2.32 4,9	2.32 3,1	32.7 45,0	45.1 04,4	65.8 36,6	90.0 09,1	80.8 29,9	104. 889, 4	119. 755, 7	97.7 49,0	80.2 84,5	36.92 8,3	17.74 5,4	30.35 9,6	72.26 2,0	111.9 50,5	97.78 5,0	82.26 3,6	70.70 7,6	79.60 8,4	86.68 9,7	
	Madera y desechos de madera	-	-	-	-	-	-	1.15 7,4	1.70 0,1	1.24 4,9	1.16 9,4	1.07 7,9	1.16 9,4	851, 2	934, 7	492, 9	805, 1	672, 0	986,4	856,6	-	-	-	-	6.788 ,9	21.65 8,6	23.30 0,9	34.24 2,6	39.51 7,1
	Otro biogás	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	305,9	2.018 ,3	2.515 ,0	2.540 ,5	
1.A.1. a.ii.	Generación combinada de calor y energía (CHP)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Gasolina para motor																												
	Gasolina para la aviación																												
	Queroseno para motor a reacción																												

Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016			
	Otro queroseno																														
	Gas / Diésel oil																														
	Fuelóleo residual																														
	Gases licuados de petróleo																														
	Nafta																														
	Alquitrán																														
	Gas de refinería																														
	Otros productos del petróleo																														
	Otro carbón bituminoso																														
	Coque para horno de coque y coque de lignito																														
	Gas de fábrica de gas																														
	Gas de alto horno																														
	Gas natural																														
	Madera y desechos de madera																														
Otro biogás																															
1.A.1. a.iii.	Plantas generadoras de energía	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Gasolina para motor																														
	Gasolina para la aviación																														
	Queroseno para motor a reacción																														
	Otro queroseno																														
	Gas / Diésel oil																														
	Fuelóleo residual																														
	Gases licuados de petróleo																														
	Nafta																														
	Alquitrán																														
	Gas de refinería																														

Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016		
1.A.1. b.	Otros productos del petróleo																													
	Otro carbón bituminoso																													
	Coque para horno de coque y coque de lignito																													
	Gas de fábrica de gas																													
	Gas de alto horno																													
	Gas natural																													
	Madera y desechos de madera																													
	Otro biogás																													
	Refinación del petróleo	27.0 72,8	27.3 86,0	28.4 62,0	31.7 58,8	26.9 79,1	26.7 40,6	29.6 94,3	27.2 27,5	31.8 04,2	29.6 31,5	24.6 39,8	29.5 76,7	38.7 68,1	35.0 70,4	40.8 78,5	42.2 28,5	40.3 18,7	26.13 3,0	26.86 1,2	28.32 5,3	18.95 6,0	20.81 2,0	17.64 8,0	36.46 6,9	17.81 3,1	14.79 7,4	6.455 ,4		
	Gasolina para motor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,8	3,9	1,4	-	-	4.447 ,1	3.433 ,1	-	-	-	
	Gasolina para la aviación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Queroseno para motor a reacción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,5	-	-	-	0,8	-	
	Otro queroseno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	9,0	3,6	1,4	-	-	-	-	173,4	-	-	-	-	
	Gas / Diésel oil	1.06 4,8	957 7	838 3	699 0	688 7	662 9	751 8	639 6	570 1	1.10 2,9	360 6	766 4	646 4	390 0	163 0	158 8	138 8	1.118 ,4	1.314 ,6	260,4	176,5	131,0	369,8	641,3	271,4	206,1	11,2		
	Fuelóleo residual	6.76 1,7	6.77 7,6	7.31 8,5	5.84 6,9	6.02 9,8	4.95 5,9	6.17 7,0	3.19 4,9	5.85 4,8	2.82 8,0	787 5	1.40 4,0	1.24 1,0	779 6	874 0	1.06 4,3	899 6	1.771 ,7	1.545 ,7	1.683 ,2	772,1	260,9	-	68,3	-	-	-		
	Gases licuados de petróleo	18,8	52,8	22,6	15,1	15,1	15,1	90,4	90,8	98,0	124, 4	18,8	-	3,8	-	1.09 4,3	2,1	17,5	3.365 ,0	4.937 ,0	7.177 ,9	3.214 ,0	2.499 ,2	520,0	1.690 ,1	629,7	556,1	489,1		
	Nafta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.95 1,3	3.83 0,3	8.49 5,9	5.29 4,0	7.75 3,8	5.22 9,1	7.57 4,7	6.540 ,4	4.469 ,8	4.206 ,7	1.287 ,0	319,4	94,5	137,2	1.191 ,3	5.346 ,1	0,1		
	Alquitrán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Gas de refinaria	4.81 2,7	5.15 4,8	5.81 9,0	6.41 1,7	6.98 0,4	8.46 4,0	10.9 38,0	9.40 3,1	13.9 60,9	13.5 63,1	8.11 8,0	9.14 0,2	9.92 5,6	10.1 27,1	10.0 96,1	12.2 45,0	12.9 44,4	7.812 ,5	13.90 9,3	14.31 5,0	345,4	247,9	298,4	1.549 ,0	6,2	5,9	5,9		
	Otros productos del petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Otro carbón bituminoso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Coque para horno de coque y coque de lignito	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Gas de fábrica de gas	37,7	37,7	37,7	41,5	37,7	30,1	-	-	22,6	11,3	-	-	-	-	2,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Gas de alto horno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas natural	14.3 77,2	14.4 05,5	14.4 25,9	18.7 44,8	13.2 27,3	12.6 12,5	11.7 37,0	13.8 99,2	11.2 97,9	12.0 01,9	12.4 03,6	14.4 35,8	18.4 55,5	18.4 79,7	20.8 93,9	23.5 20,2	18.7 40,0	5.516 ,8	680,8	680,8	13.16 1,0	17.35 2,2	11.74 4,7	28.94 7,9	15.71 4,6	8.682 ,5	5.949 ,1
	Madera y desechos de madera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro biogás	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	1.25 3,1	1.62 5,9	1.67 2,3	2.06 5,6	1.84 7,3	1.61 6,7	1.79 7,1	1.93 2,9	2.02 8,8	1.87 2,2	1.94 4,5	1.90 5,0	1.78 8,9	2.04 4,0	5.65 8,0	5.47 2,7	6.21 4,2	6.068 ,5	6.248 ,8	6.133 ,4	4.153 ,1	5.241 ,1	5.233 ,7	6.582 ,6	7.229 ,6	6.007 ,8	5.718 ,8
	Gasolina para motor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gasolina para la aviación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Queroseno para motor a reacción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro queroseno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-
	Gas / Diésel oil	5,9	2,2	1,7	1,4	1,8	1,9	1,6	2,4	2,4	4,4	-	-	12,0	-	22,2	20,0	7,0	7,0	-	3,9	-	0,5	60,9	1.176 ,7	1.248 ,6	3,4	-
	Fuelóleo residual	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	291, 4	496, 8	1.051 ,0	1.073 ,2	1.700 ,8	1.052 ,4	-	-	1.421 ,8	2.363 ,0	2.150 ,3	2.304 ,8
	Gases licuados de petróleo	15,1	10,9	8,8	21,8	10,4	2,1	9,4	12,5	10,4	32,8	5,7	6,2	1,0	127, 9	90,2	46,4	173, 4	27,8	25,0	23,8	-	-	12,6	8,9	-	22,3	-
1.A.1. c.	Nafta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Alquitrán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	761, 3	676, 7	781, 4	707,8	700,2	652,0	243,2	703,9	686,7	638,2	616,9	777,4	683,1
	Gas de refinería	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otros productos del petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro carbón bituminoso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27,5	4,8	2,4	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Coque para horno de coque y coque de lignito	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de fábrica de gas	195, 9	301, 5	128, 1	214, 8	199, 7	418, 3	335, 4	474, 9	452, 2	244, 9	380, 6	248, 7	267, 5	309, 0	990, 2	971, 2	1.46 8,9	1.181 ,5	1.292 ,3	1.018 ,2	893,6	1.188 ,7	1.359 ,1	1.044 ,9	1.000 ,0	885,1	830,9
	Gas de alto horno	1.03 6,2	1.31 1,3	1.53 3,6	1.82 7,5	1.63 5,4	1.19 4,5	1.45 0,7	1.44 3,1	1.56 3,8	1.59 0,2	1.45 8,3	1.57 5,1	1.44 7,0	1.54 4,9	3.69 5,3	3.42 7,1	3.24 3,5	3.044 ,8	3.110 ,5	2.691 ,0	1.962 ,6	3.348 ,0	3.114 ,4	2.292 ,3	2.001 ,1	2.081 ,8	1.900 ,0
	Gas natural	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	99,9	75,0	61,3	62,2	71,2	35,0	40,7	46,7	47,7	43,6	1,3	-	-	-	-	87,6	-
	Madera y desechos de madera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Otro biogás	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Manufactura de combustibles sólidos	-	1.625,9	1.672,3	2.065,6	1.847,3	1.616,7	1.797,1	1.932,9	2.028,8	1.872,2	1.944,5	1.905,0	1.788,9	2.044,0	5.627,7	5.460,8	6.197,5	6.026,5	6.248,8	6.129,4	4.153,1	5.241,1	5.233,7	6.582,6	6.015,4	5.989,1	5.718,8
	Gasolina para motor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gasolina para la aviación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Queroseno para motor a reacción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro queroseno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	
	Gas / Diésel oil	5,9	2,2	1,7	1,4	1,8	1,9	1,6	2,4	2,4	4,4	-	-	12,0	-	19,4	12,9	-	-	-	-	-	0,5	60,9	1.176,7	34,4	-	-
	Fuelóleo residual	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	291,4	489,6	1.017,8	1.073,2	1.700,8	1.052,4	-	-	1.421,8	2.363,0	2.150,3	2.304,8
	Gases licuados de petróleo	15,1	10,9	8,8	21,8	10,4	2,1	9,4	12,5	10,4	32,8	5,7	6,2	1,0	127,9	90,2	46,4	173,4	27,8	25,0	23,8	-	-	12,6	8,9	-	6,9	-
	Nafta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Alquitrán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	761,3	676,7	781,4	707,8	700,2	652,0	243,2	703,9	686,7	638,2	616,9	777,4	683,1
	Gas de refinería	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otros productos del petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro carbón bituminoso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Coque para horno de coque y coque de lignito	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de fábrica de gas	195,9	301,5	128,1	214,8	199,7	418,3	335,4	474,9	452,2	244,9	380,6	248,7	267,5	309,0	990,2	971,2	1.468,9	1.181,5	1.292,3	1.018,2	893,6	1.188,7	1.359,1	1.044,9	1.000,0	885,1	830,9
	Gas de alto horno	1.036,2	1.311,3	1.533,6	1.827,5	1.635,4	1.194,5	1.450,7	1.443,1	1.563,8	1.590,2	1.458,3	1.575,1	1.447,0	1.544,9	3.695,3	3.427,1	3.243,5	3.044,8	3.110,5	2.691,0	1.962,6	3.348,0	3.114,4	2.292,3	2.001,1	2.081,8	1.900,0
	Gas natural	-	-	-	-	-	-	-	-	-	99,9	75,0	61,3	62,2	71,2	35,0	40,7	46,7	47,7	43,6	1,3	-	-	-	-	-	87,6	-
	Madera y desechos de madera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro biogás	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.1. c.ii.	Otras industrias de la energía	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30,3	11,9	16,7	42,0	-	3,9	-	-	-	-	1.214,3	18,7	-
	Gasolina para motor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
	Gasolina para la aviación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Queroseno para motor a reacción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Otro queroseno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Gas / Diésel oil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,8	7,1	7,0	7,0	-	3,9	-	-	-	-	1.214,2	3,4	-	
	Fuelóleo residual	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,2	33,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Gases licuados de petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15,4	-	
	Nafta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Alquitrán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de refinería	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otros productos del petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro carbón bituminoso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27,5	4,8	2,4	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Coque para horno de coque y coque de lignito	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de fábrica de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-
	Gas de alto horno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas natural	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Madera y desechos de madera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Otro biogás	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción	172.799,9	167.346,0	194.190,0	177.674,1	191.506,0	181.938,5	186.440,6	225.048,1	214.902,8	216.631,1	223.897,7	228.627,3	221.936,0	212.258,9	217.551,9	241.209,4	250.368,1	267.005,3	266.211,4	255.747,3	268.110,4	269.898,2	409.345,3	421.158,8	474.171,6	399.981,6	415.797,1	
	Gasolina para motor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98,9	-	-	-	-	-	-
	Gasolina para la aviación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	2,1	1,0	24,5	31,6	27,3	-
	Queroseno para motor a reacción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	930,1	579,4	608,5	1.454,3	5.634,5	2.798,5	1.730,7
	Otro queroseno	2.088,2	2.601,3	2.239,3	2.481,9	1.849,5	2.664,9	6.523,0	6.029,8	5.866,8	2.700,7	2.398,4	1.964,9	1.622,8	1.471,7	1.063,4	999,9	1.043,7	1.210,8	1.137,4	1.611,1	1.289,4	689,2	1.039,9	619,9	1.030,6	630,3	443,0	
	Gas / Diésel oil	28.284,2	25.527,3	27.447,4	29.754,6	31.810,0	37.501,7	43.985,4	51.548,3	48.160,5	47.302,4	45.654,5	55.903,7	53.413,5	55.333,8	58.809,0	58.638,5	73.369,8	85.625,0	87.055,3	86.297,1	82.181,0	95.055,0	104.050,5	100.534,3	116.994,6	121.675,1	125.357,5	
	Fuelóleo residual	40.580,9	39.621,6	45.401,4	50.145,8	53.401,2	58.823,2	49.102,5	51.945,1	44.920,8	41.855,2	38.374,3	28.862,6	24.682,0	25.118,4	18.974,4	21.686,9	25.068,5	38.20	40.76	31.14	27.37	33.66	33.59	28.70	27.191,2	23.481,9	18.843,2	

Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
																			8,5	8,0	6,5	7,0	3,0	8,1	0,4				
	Gases licuados de petróleo	2.36 3,9	2.41 5,4	2.84 1,2	4.06 2,0	3.53 0,7	4.55 5,7	4.78 9,3	5.62 1,3	9.23 1,9	7.34 7,8	6.43 6,0	4.64 9,9	6.08 8,6	5.50 0,2	5.61 9,5	6.46 9,8	6.86 4,0	12.70 3,9	13.03 3,1	12.23 1,1	12.87 1,1	9.652 ,4	12.56 7,7	11.59 8,6	19.14 2,8	11.61 3,6	11.38 5,2	
	Nafta	43,8	51,7	59,7	151, 2	234, 7	449, 5	183, 0	580, 7	652, 3	1.90 5,2	270, 5	246, 6	250, 6	131, 3	75,0	55,2	9,3	22,8	69,7	-	-	2,4	-	-	-	-	-	-
	Alquitrán	-	556, 8	580, 7	690, 5	680, 2	715, 9	799, 5	730, 3	751, 7	735, 8	696, 1	680, 2	715, 9	727, 9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de refinería	19,9	19,9	31,8	27,8	27,8	23,9	27,8	26,1	27,8	-	-	23,9	23,9	23,9	19,0	14,6	0,0	12,9	12,2	13,2	8,9	0,0	-	-	0,0	-	-	-
	Otros productos del petróleo	604, 6	409, 7	624, 5	731, 9	1.07 7,9	938, 7	1.01 0,3	1.22 7,2	1.24 4,9	1.22 9,0	1.40 0,1	1.20 5,2	1.59 5,0	-	-	2.02 2,2	2.19 9,0	2.069 ,8	2.053 ,8	1.778 ,2	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro carbón bituminoso	52.7 54,5	42.6 90,1	48.3 97,7	35.8 47,9	43.6 68,5	16.1 20,6	18.0 65,6	38.7 39,7	23.5 22,7	23.9 60,2	20.4 37,1	27.2 61,2	21.1 10,1	18.2 18,1	19.9 34,2	17.3 90,7	17.5 67,8	17.23 8,3	15.60 8,3	8.346 ,6	9.745 ,0	8.752 ,5	7.373 ,5	5.421 ,7	9.228 ,2	10.61 7,9	9.385 ,0	
	Coque para horno de coque y coque de lignito	7.05 6,0	6.48 3,3	8.26 5,2	9.00 1,0	9.89 1,9	11.3 23,8	9.56 9,8	9.89 8,3	10.9 97,7	11.5 22,7	8.91 3,5	9.28 3,4	9.13 2,3	11.1 40,9	7.94 4,2	10.6 56,0	10.5 76,5	11.13 4,5	11.62 2,7	16.24 5,4	7.222 ,2	7.525 ,0	11.19 3,0	10.27 5,1	9.963 ,2	8.816 ,0	9.228 ,9	
	Gas de fábrica de gas	2.49 8,3	3.23 3,0	3.59 8,6	4.06 5,8	4.03 9,4	4.16 0,0	4.30 3,2	3.94 5,6	3.65 1,3	3.57 9,7	3.62 8,7	3.66 2,6	3.44 7,8	3.79 4,5	3.12 8,8	3.14 0,5	3.35 9,8	3.148 ,9	2.822 ,0	2.672 ,5	1.975 ,0	2.619 ,0	2.462 ,5	2.705 ,6	2.122 ,0	2.194 ,2	2.409 ,2	
	Gas de alto horno	2.15 1,6	2.54 3,5	3.16 9,0	3.16 1,5	2.61 5,1	2.54 3,5	2.99 9,4	2.82 6,1	2.85 2,5	2.85 2,5	2.66 0,3	2.61 8,8	2.71 3,1	2.69 4,2	1.38 6,2	1.09 8,7	972, 6	963,1	659,7	624,0	275,7	1.199 ,9	1.088 ,5	496,7	355,7	569,0	487,5	
	Gas natural	2.57 4,2	1.99 8,7	2.48 7,5	2.58 6,3	2.74 6,6	2.60 5,2	2.69 0,0	15.8 71,5	15.8 05,5	20.8 31,7	35.9 93,3	37.8 47,5	40.2 90,3	41.3 85,6	44.9 62,9	52.5 42,5	38.0 62,3	14.18 7,9	6.056 ,7	8.760 ,2	48.54 7,3	19.11 5,6	27.81 7,1	29.64 6,8	25.18 0,1	32.54 3,0	34.80 0,2	
	Madera y desechos de madera	31.7 79,9	39.1 93,9	49.0 46,1	34.9 65,9	35.9 32,4	39.5 12,1	42.3 91,8	36.0 58,2	47.2 16,4	50.8 08,1	57.0 35,0	54.4 16,9	56.8 50,2	46.7 18,6	55.6 35,5	66.4 94,0	71.2 74,9	80.47 9,0	85.31 2,6	86.02 1,5	75.68 7,7	90.94 3,9	207.5 44,0	229.7 04,5	257.2 33,3	185.0 10,5	201.6 99,6	
	Otro biogás	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71,0	-	-	
1.A.2. a.	Hierro y acero	12.6 71,4	12.7 15,9	15.6 46,5	16.1 39,3	14.5 89,7	14.9 87,6	15.5 99,1	16.5 74,3	16.8 22,2	17.2 17,0	17.1 84,9	16.6 00,0	16.8 60,5	17.0 22,5	12.6 29,8	14.4 31,4	14.8 17,3	15.26 6,5	14.67 5,8	13.43 5,4	3.056 ,5	5.970 ,6	8.363 ,2	3.348 ,2	3.958 ,9	4.171 ,3	3.460 ,0	
	Gasolina para motor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gasolina para la aviación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Queroseno para motor a reacción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro queroseno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	23,6	26,6	1,7	-	1,9	20,4	-	-	-	-	-	-	0,0
	Gas / Diésel oil	81,5	62,3	72,8	71,9	81,0	69,3	68,5	142, 5	118, 7	156, 5	131, 3	69,9	48,0	4,0	80,8	54,4	47,3	116,1	95,8	40,5	13,9	-	38,4	-	5,4	2,9	331,5	
	Fuelóleo residual	1.51 1,6	529, 5	806, 8	519, 4	801, 1	1.37 1,4	1.55 0,2	1.72 2,7	1.59 1,6	1.46 5,3	1.40 8,0	51,7	290, 4	244, 3	725, 2	714, 7	730, 0	1.189 ,4	1.780 ,0	1.700 ,8	409,3	1.958 ,7	1.987 ,8	-	-	-	-	-

Codig o IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Gases licuados de petróleo	8,8	3,8	7,5	7,5	11,3	7,5	7,5	7,5	-	-	-	-	21,9	10,0	16,7	71,1	50,0	71,5	240,6	386,6	167,7	184,7	-	145,9	125,3	107,3	57,2
	Nafta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Alquitrán	-	556,8	580,7	690,5	680,2	715,9	799,5	690,5	712,0	696,1	696,1	680,2	715,9	727,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de refinera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otros productos del petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro carbón bituminoso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,4	1,9	1,5	1,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Coque para horno de coque y coque de lignito	6.562,8	5.998,0	7.716,3	8.014,6	6.821,3	6.666,2	6.443,5	7.684,5	7.911,2	8.376,5	8.404,4	8.563,5	8.368,6	8.503,8	6.172,4	8.482,2	9.258,8	9.289,1	9.077,8	8.009,1	-	-	2.786,1	-	-	-	-
	Gas de fábrica de gas	2.355,1	3.022,0	3.293,3	3.673,9	3.579,7	3.613,6	3.730,4	3.500,6	3.560,9	3.538,3	3.583,5	3.662,6	3.447,8	3.658,8	3.128,8	3.140,4	3.359,8	3.148,9	2.822,0	2.672,5	1.975,0	2.618,9	2.462,5	2.705,6	2.101,2	2.189,8	2.395,1
	Gas de alto horno	2.151,6	2.543,5	3.169,0	3.161,5	2.615,1	2.543,5	2.999,4	2.826,1	2.852,5	2.852,5	2.660,3	2.618,8	2.713,1	2.694,2	1.386,2	1.098,7	972,6	963,1	659,7	624,0	275,7	1.199,9	1.088,5	496,7	355,7	569,0	487,5
	Gas natural	-	-	-	-	-	-	-	-	75,4	131,9	301,5	953,3	1.254,8	1.179,4	1.109,6	844,2	370,8	485,1	-	-	194,6	8,4	-	-	1.371,3	1.302,3	188,7
	Madera y desechos de madera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,9	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro biogás	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.2. b.	Metales no ferrosos	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gasolina para motor																											
	Gasolina para la aviación																											
	Queroseno para motor a reacción																											
	Otro queroseno																											
	Gas / Diésel oil																											
	Fuelóleo residual																											
	Gases licuados de petróleo																											
	Nafta																											
	Alquitrán																											
	Gas de refinera																											
	Otros productos del petróleo																											

Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
	Otro carbón bituminoso																												
	Coque para horno de coque y coque de lignito																												
	Gas de fábrica de gas																												
	Gas de alto horno																												
	Gas natural																												
	Madera y desechos de madera																												
	Otro biogás																												
1.A.2. c.	Sustancias químicas	2.50 0,6	1.88 5,7	2.78 5,1	2.85 4,9	2.82 2,1	2.52 5,9	2.40 9,9	4.98 3,7	5.24 2,9	7.94 3,6	8.38 8,4	8.46 6,8	7.37 7,3	7.36 9,5	6.31 0,2	22.0 76,7	10.4 08,5	4.824 ,6	3.624 ,2	3.253 ,7	10.07 4,4	8.703 ,5	14.31 0,4	13.72 6,1	8.802 ,2	3.010 ,4	5.933 ,0	
	Gasolina para motor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	-	-	-	
	Gasolina para la aviación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Queroseno para motor a reacción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Otro queroseno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	
	Gas / Diésel oil	31,9	85,5	87,0	6,9	3,7	21,3	7,3	22,3	176, 0	20,9	41,4	9,1	15,2	400, 3	18,3	81,0	71,8	14,4	13,4	5,4	16,9	20,5	40,1	41,2	15,3	11,9	217,1	
	Fuelóleo residual	-	-	477, 3	473, 3	493, 2	290, 4	171, 0	11,9	-	15,9	11,9	11,9	8,0	8,0	-	37,8	43,2	40,9	44,5	-	-	26,0	-	-	-	-	-	
	Gases licuados de petróleo	18,8	-	-	-	-	-	-	-	15,1	15,1	7,5	49,0	33,9	7,5	2,6	59,6	0,3	23,6	-	25,2	2.809 ,2	34,3	7.323 ,8	6.612 ,0	5.373 ,2	147,6	-	
	Nafta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Alquitrán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Gas de refinería	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	23,9	23,9	23,9	19,0	14,6	0,0	12,9	12,2	13,2	8,9	0,0	-	-	0,0	-	-	
	Otros productos del petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.02 2,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro carbón bituminoso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41,2	-	
	Coque para horno de coque y coque de lignito	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Gas de fábrica de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	
	Gas de alto horno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Gas natural	2.44 9,8	1.80 0,2	2.22 0,8	2.37 4,8	2.32 5,3	2.21 4,2	2.23 1,7	4.94 9,4	5.05 1,9	7.89 1,8	8.32 7,5	8.37 3,0	7.29 6,4	6.92 9,9	6.27 0,3	19.8 61,4	10.2 93,2	4.732	3.554	3.209	7.239	8.622	6.946	7.072	3.372	2.850	5.715	

Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016		
																			,9	,1	,9	,5	,6	,5	,8	,4	,9	,9		
	Madera y desechos de madera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Otro biogás	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
1.A.2. d.	Pulpa, papel e imprenta	31.2 66,0	40.6 36,9	48.1 45,1	33.3 29,2	35.7 90,1	38.2 99,7	38.2 12,5	32.2 77,3	44.3 80,6	46.8 68,4	54.3 19,7	48.5 23,9	52.1 59,7	41.2 60,9	50.5 22,6	61.7 14,0	69.4 49,2	80.26 6,6	81.99 0,1	86.13 6,1	71.31 3,8	84.64 6,5	213.2 31,5	215.5 23,1	248.7 51,5	180.2 30,3	200.2 69,0		
	Gasolina para motor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Gasolina para la aviación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Queroseno para motor a reacción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Otro queroseno	127, 3	302, 3	-	-	186, 9	15,9	-	-	-	51,7	-	-	-	-	0,3	0,5	-	-	0,5	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	48,4	0,2	0,2	
	Gas / Diésel oil	277, 5	222, 9	6.49 5,2	157, 0	201, 7	184, 8	159, 6	230, 5	188, 3	451, 2	122, 7	95,5	268, 4	380, 5	290, 6	202, 2	176, 6	515,6	497,0	435,6	488,5	72,0	425,5	109,0	149,4	126,2	900,2		
	Fuelóleo residual	5.92 8,2	7.90 1,7	3.01 5,8	8.88 7,2	10.4 18,4	10.7 82,1	8.98 1,5	8.80 4,8	8.68 7,9	6.94 8,7	8.26 5,9	6.40 5,8	6.62 4,4	5.34 0,8	4.41 2,3	6.19 8,4	7.24 8,5	10.78 3,4	10.79 8,0	11.15 7,8	5.574 ,7	5.244 ,0	12.42 8,1	10.88 9,0	14.16 0,0	10.44 5,7	8.936 ,0		
	Gases licuados de petróleo	26,4	45,2	33,9	30,1	45,2	56,5	113, 0	56,5	67,8	52,8	37,7	67,8	105, 5	98,0	126, 4	230, 6	246, 1	621,8	721,5	536,8	217,9	210,1	403,7	349,7	247,9	290,1	364,3		
	Nafta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	-	0,1	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Alquitrán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de refinería	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Otros productos del petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Otro carbón bituminoso	183, 0	362, 0	302, 3	51,7	43,8	75,6	47,7	35,8	19,9	1.07 3,9	1.07 3,9	11,9	8,0	8,0	-	-	0,7	17,6	1,3	192,7	-	200,9	260,0	251,5	263,9	-	363,7		
	Coque para horno de coque y coque de lignito	-	-	-	-	-	11,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Gas de fábrica de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	
	Gas de alto horno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Gas natural	3,8	3,1	3,0	4,3	3,1	2,8	2,4	13,4	1,25 0,4	949, 8	1,23 6,3	1,23 6,3	3,49 7,1	4,31 0,7	5,52 8,1	3,88 6,6	5,53 2,2	3,406 ,9	99,0	2,054 ,0	3,678 ,5	3,290 ,2	6,297 ,8	2,706 ,7	3,048 ,9	3,836 ,4	6,569 ,7		
	Madera y desechos de madera	24.7 19,9	31.7 99,8	38.2 95,0	24.1 98,9	24.8 90,9	27.1 70,0	28.9 08,2	23.1 36,3	34.1 66,4	37.3 40,4	43.5 83,2	40.7 06,6	41.6 56,3	31.1 23,0	40.1 64,9	51.1 95,9	56.2 45,1	64.92 0,8	69.87 3,0	71.75 9,1	61.35 4,0	75.62 9,2	193.4 16,2	201.2 17,2	230.8 32,9	165.5 31,7	183.1 35,0		
	Otro biogás	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.A.2. e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	38.1 52,1	28.5 75,4	32.7 23,8	21.0 72,9	32.9 50,9	6.14 2,9	5.36 2,8	4.81 3,3	5.49 8,3	5.50 3,1	5.00 4,6	4.83 6,3	5.27 9,8	3.43 7,5	4.19 2,4	4.41 6,2	3.85 0,1	3.443	2.667	1.760	2.768	4.151	3.468	3.018	3.080	3.088	3.455		

Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
																				,9	,8	,8	,5	,5	,0	,0	,8	,8	,6
	Gasolina para motor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gasolina para la aviación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Queroseno para motor a reacción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro queroseno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas / Diésel oil	2,1	0,8	0,6	0,5	0,6	0,7	0,6	0,9	0,9	1,6	-	-	-	19,9	-	-	-	-	12,8	12,6	22,8	24,6	25,2	18,7	18,8	16,7	11,0	
	Fuelóleo residual	0,7	48,3	92,1	84,3	156,1	367,0	481,8	493,8	414,3	684,9	437,5	59,7	326,2	365,9	442,4	395,6	381,3	290,3	737,4	-	-	4,5	544,7	33,2	25,6	23,9	18,6	
	Gases licuados de petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,5	8,4	9,5	9,1	8,3	11,8	8,0	28,0	29,7	25,8	8,7	12,6	12,7	10,7	
	Nafta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Alquitrán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de refinería	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otros productos del petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro carbón bituminoso	37,5 12,9	27,8 78,0	31,5 93,0	20,4 27,3	32,5 47,6	5,40 1,4	4,63 7,7	4,10 3,9	4,83 6,6	4,55 4,2	4,39 6,0	4,57 3,8	4,74 6,8	2,90 4,9	3,60 0,7	3,85 9,7	3,29 9,3	3,004 ,3	1,817 ,8	1,666 ,9	2,597 ,4	3,933 ,8	2,679 ,9	2,746 ,0	2,834 ,1	2,838 ,0	3,200 ,1	
	Coque para horno de coque y coque de lignito	226,7	198,9	290,4	258,5	246,6	282,4	242,6	214,8	246,6	262,5	171,0	202,9	206,8	139,2	140,9	151,5	160,4	141,0	88,1	73,3	120,3	133,5	161,9	172,1	167,3	165,5	169,2	
	Gas de fábrica de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de alto horno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas natural	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,0	21,7	0,0	32,1	38,8	
	Madera y desechos de madera	409,7	449,5	747,8	302,3	-	91,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	25,4	29,5	17,7	22,5	-	7,4	
	Otro biogás	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.2.f.	Minerales no metálicos	6.15 3,5	5.54 2,5	7.55 8,3	7.45 6,3	8.18 8,4	9.99 6,3	8.87 5,4	9.10 4,7	7.49 1,5	8.15 5,0	8.10 5,1	8.11 2,6	7.17 2,1	9.84 4,2	10.9 53,5	9.58 1,8	9.47 3,3	10.26 9,4	11.61 2,5	10.97 6,1	9.756 ,0	8.770 ,3	9.509 ,5	10.00 1,5	8.609 ,2	9.279 ,7	9.923 ,3	
	Gasolina para motor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gasolina para la aviación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Queroseno para motor a reacción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,5

Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Otro queroseno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	0,3	-	
	Gas / Diésel oil	208,2	139,7	133,7	261,2	246,1	131,9	196,0	226,1	429,5	450,9	462,1	498,3	472,8	273,8	221,1	279,6	237,5	317,1	475,8	427,0	502,0	411,4	267,3	68,4	283,7	241,5	329,5
	Fuelóleo residual	532,0	470,7	539,7	524,9	635,8	756,1	915,4	705,0	845,3	1.439,6	922,8	286,4	139,2	87,5	929,2	966,2	1.210,1	1.365,1	728,1	841,4	472,0	1.066,4	886,9	251,8	140,7	-	20,6
	Gases licuados de petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	17,1	10,0	5,9	8,0	18,7	25,8	-	54,9	98,5	0,4	19,3	46,4	86,0
	Nafta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Alquitrán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de refinería	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otros productos del petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro carbón bituminoso	5.413,3	4.932,1	6.885,0	6.204,8	4.729,2	4.959,9	5.210,5	6.435,5	4.725,2	5.910,5	6.634,4	5.735,5	5.127,0	6.435,5	6.847,7	5.542,5	6.585,0	7.312,4	8.523,8	2.061,4	2.130,6	40,6	122,0	3,4	2,1	27,6	307,9
	Coque para horno de coque y coque de lignito	-	-	-	465,4	2.577,4	4.148,5	2.553,5	1.738,2	1.491,6	354,0	55,7	186,9	95,5	1.125,6	1.254,4	1.679,6	959,6	1.205,3	1.848,7	7.590,1	6.506,3	6.925,6	7.795,7	9.471,0	7.891,9	8.029,5	8.357,3
	Gas de fábrica de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de alto horno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas natural	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30,1	1.405,5	1.337,7	1.921,7	1.487,3	1.103,9	475,2	61,5	17,4	30,4	145,1	176,0	196,9	168,5	158,6	395,1	413,8
	Madera y desechos de madera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	196,8	-	-	-	-	-	-	95,5	142,2	38,1	112,2	539,3	398,8
	Otro biogás	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.2.8.	Equipo de transporte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gasolina para motor																											
	Gasolina para la aviación																											
	Queroseno para motor a reacción																											
	Otro queroseno																											
	Gas / Diésel oil																											
	Fuelóleo residual																											
	Gases licuados de petróleo																											

Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016			
	Nafta																														
	Alquitrán																														
	Gas de refinería																														
	Otros productos del petróleo																														
	Otro carbón bituminoso																														
	Coque para horno de coque y coque de lignito																														
	Gas de fábrica de gas																														
	Gas de alto horno																														
	Gas natural																														
	Madera y desechos de madera																														
	Otro biogás																														
1.A.2. h.	Maquinaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	Gasolina para motor																														
	Gasolina para la aviación																														
	Queroseno para motor a reacción																														
	Otro queroseno																														
	Gas / Diésel oil																														
	Fuelóleo residual																														
	Gases licuados de petróleo																														
	Nafta																														
	Alquitrán																														
	Gas de refinería																														
	Otros productos del petróleo																														
	Otro carbón bituminoso																														
	Coque para horno de coque y coque de lignito																														
Gas de fábrica de gas																															



Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
	Gas de alto horno																												
	Gas natural																												
	Madera y desechos de madera																												
	Otro biogás																												
1.A.2. i.	Minería (con excepción de combustibles) y cantería	48.7 83,2	44.9 31,5	45.2 26,8	48.3 81,4	50.3 96,7	52.6 33,0	52.9 40,6	58.5 51,9	56.4 10,6	58.8 90,6	59.9 82,5	58.9 76,9	61.9 44,3	54.9 81,2	57.5 99,9	61.2 49,9	65.0 16,0	68.38 1,7	68.61 2,1	75.60 1,1	114.9 46,3	86.61 3,1	78.93 7,9	80.73 9,9	96.87 6,9	106.1 38,1	107.7 64,9	
	Gasolina para motor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98,8	-	-	-	-	-	
	Gasolina para la aviación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Queroseno para motor a reacción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	293,6	-	280,4	586,5	4.354 ,3	399,6	581,6
	Otro queroseno	993, 3	1.06 7,2	991, 0	1.01 2,4	797, 4	862, 4	1.51 0,1	1.04 6,1	783, 6	990, 4	600, 6	632, 4	385, 8	600, 6	451, 4	889, 8	608, 1	543,4	546,6	551,9	723,5	530,1	706,3	425,2	77,7	332,0	287,1	
	Gas / Diésel oil	16.2 11,1	15.0 36,1	13.2 33,7	16.4 47,4	18.4 79,4	20.9 80,8	24.4 72,3	28.1 49,0	30.5 08,1	31.2 80,0	33.2 87,7	36.1 50,0	38.1 36,9	33.0 34,0	35.2 93,7	39.3 89,2	44.7 78,1	51.01 1,8	51.97 0,7	58.68 6,8	64.10 2,2	67.79 8,4	60.66 5,5	64.22 0,4	81.20 1,6	89.03 7,8	89.79 6,6	
	Fuelóleo residual	27.2 69,0	24.5 12,8	26.9 30,2	26.3 16,1	27.6 61,6	28.1 28,4	23.5 20,1	24.7 90,6	21.6 60,0	22.0 70,5	20.6 54,0	15.4 08,8	13.8 33,6	10.0 59,0	9.27 7,7	8.12 4,3	8.67 8,7	11.37 8,4	11.74 1,1	11.67 9,2	14.12 2,7	10.39 7,4	8.925 ,4	7.908 ,5	5.298 ,7	6.669 ,8	6.317 ,9	
	Gases licuados de petróleo	103, 7	104, 7	138, 2	167, 2	139, 0	171, 7	149, 0	171, 1	113, 1	324, 1	569, 0	293, 9	520, 0	437, 1	297, 7	210, 3	200, 5	267,2	329,1	292,0	913,4	968,6	838,7	504,7	596,5	168,3	355,2	
	Nafta	6,5	7,7	8,9	22,5	34,9	66,8	27,2	159, 1	135, 2	163, 1	198, 9	222, 7	226, 7	131, 3	74,6	54,7	4,5	22,7	69,6	-	-	2,4	-	-	-	-	-	-
	Alquitrán	-	-	-	-	-	-	-	39,8	39,8	39,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de refinaria	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otros productos del petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro carbón bituminoso	4.04 9,6	4.07 5,7	3.71 4,9	4.20 1,2	3.14 9,4	2.29 3,4	3.16 8,4	4.18 2,7	2.59 7,3	2.23 9,3	2.39 4,4	2.43 4,2	2.70 8,7	2.76 0,4	2.85 5,5	2.46 1,9	4.24 2,2	2.254 ,0	2.331 ,6	1.412 ,1	2.285 ,8	2.150 ,7	2.143 ,2	-	966,3	2.029 ,5	3.115 ,5	
	Coque para horno de coque y coque de lignito	111, 4	115, 4	99,4	103, 4	87,5	83,5	39,8	4,0	290, 4	83,5	234, 7	186, 9	314, 2	576, 7	334, 3	304, 9	154, 4	425,9	556,4	339,6	431,8	314,1	399,0	614,7	117,6	184,3	143,3	
	Gas de fábrica de gas	0,0	-	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	0,0	0,1	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	2,7
	Gas de alto horno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas natural	6,9	-	15,0	11,8	23,8	22,1	26,0	-	199, 7	1.61 6,5	2.02 7,3	3.64 0,0	5.81 0,4	7.37 4,2	9.01 5,1	9.81 4,9	6.34 9,5	2.478 ,4	1.067 ,0	2.639 ,5	32.07 3,4	4.352 ,6	4.979 ,4	6.480 ,0	4.264 ,3	7.280 ,3	7.165 ,0	
	Madera y desechos de madera	31,8	11,9	95,5	99,4	23,9	23,9	27,8	9,6	83,5	83,5	15,9	8,0	8,0	8,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	36,6	-

Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016			
	Otro biogás	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
1.A.2. j.	Madera y productos de la madera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	Gasolina para motor																														
	Gasolina para la aviación																														
	Queroseno para motor a reacción																														
	Otro queroseno																														
	Gas / Diésel oil																														
	Fuelóleo residual																														
	Gases licuados de petróleo																														
	Nafta																														
	Alquitrán																														
	Gas de refinería																														
	Otros productos del petróleo																														
	Otro carbón bituminoso																														
	Coque para horno de coque y coque de lignito																														
	Gas de fábrica de gas																														
	Gas de alto horno																														
	Gas natural																														
Madera y desechos de madera																															
Otro biogás																															
1.A.2. k.	Construcción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	Gasolina para motor																														
	Gasolina para la aviación																														
	Queroseno para motor a reacción																														
	Otro queroseno																														
	Gas / Diésel oil																														

Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016			
	Fuelóleo residual																														
	Gases licuados de petróleo																														
	Nafta																														
	Alquitrán																														
	Gas de refinería																														
	Otros productos del petróleo																														
	Otro carbón bituminoso																														
	Coque para horno de coque y coque de lignito																														
	Gas de fábrica de gas																														
	Gas de alto horno																														
	Gas natural																														
	Madera y desechos de madera																														
	Otro biogás																														
1.A.2. l.	Textiles y cueros	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	Gasolina para motor																														
	Gasolina para la aviación																														
	Queroseno para motor a reacción																														
	Otro queroseno																														
	Gas / Diésel oil																														
	Fuelóleo residual																														
	Gases licuados de petróleo																														
	Nafta																														
	Alquitrán																														
	Gas de refinería																														
	Otros productos del petróleo																														
Otro carbón bituminoso																															

Codig o IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
	Coque para horno de coque y coque de lignito																												
	Gas de fábrica de gas																												
	Gas de alto horno																												
	Gas natural																												
	Madera y desechos de madera																												
	Otro biogás																												
1.A.2. m.	Industria no especificada	33.2 73,1	33.0 58,2	42.1 04,3	48.4 40,1	46.7 68,1	57.3 53,2	63.0 40,4	98.7 43,0	79.0 56,7	72.0 53,3	70.9 12,6	83.1 10,7	71.1 42,4	78.3 43,2	75.3 43,6	67.7 39,4	77.3 53,8	84.55 2,6	83.02 9,0	64.58 4,1	56.19 5,0	71.04 2,7	81.52 4,8	94.80 2,0	104.0 92,1	94.06 3,0	84.99 1,4	
	Gasolina para motor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Gasolina para la aviación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,0	2,1	1,0	24,5	31,6	27,3	
	Queroseno para motor a reacción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	636,5	579,4	328,2	867,7	1.280 ,2	2.398 ,9	1.139 ,6
	Otro queroseno	967, 6	1.23 1,8	1.24 8,3	1.46 9,5	865, 2	1.78 6,6	5.01 2,9	4.98 3,8	5.08 3,2	1.65 8,6	1.79 7,8	1.33 2,5	1.23 7,0	871, 1	603, 7	86,2	409, 1	665,2	590,5	1.057 ,1	545,3	158,9	333,4	194,6	903,9	297,8	155,8	
	Gas / Diésel oil	11.4 72,0	9.98 0,1	7.42 4,4	12.8 09,8	12.7 97,7	16.1 12,9	19.0 81,2	22.7 77,0	16.7 39,1	14.9 41,4	11.6 09,3	19.0 80,9	14.4 72,2	21.2 21,4	22.9 04,6	18.6 32,0	28.0 58,5	33.65 0,0	33.98 9,8	26.68 9,1	17.03 4,7	26.72 8,0	42.58 8,4	36.07 6,6	35.32 0,5	32.23 8,1	33.77 1,7	
	Fuelóleo residual	5.33 9,4	6.15 8,5	13.5 39,6	13.3 40,7	13.2 35,1	17.1 27,9	13.4 82,5	15.4 16,4	11.7 21,8	9.23 0,4	6.67 4,2	6.63 8,4	3.46 0,4	9.01 2,9	3.18 7,6	5.24 9,9	6.77 6,7	13.16 1,0	14.93 9,0	5.767 ,3	6.798 ,3	14.96 6,2	8.825 ,2	9.617 ,9	7.566 ,3	6.342 ,6	3.550 ,1	
	Gases licuados de petróleo	2.20 6,2	2.26 1,7	2.66 1,5	3.85 7,2	3.33 5,2	4.31 9,9	4.51 9,8	5.38 6,2	9.03 6,0	6.95 6,0	5.82 1,8	4.23 9,1	5.40 7,3	4.94 0,0	5.15 0,6	5.87 8,7	6.35 2,1	11.70 3,5	11.71 1,5	10.95 6,7	8.735 ,0	8.170 ,2	3.877 ,3	3.977 ,3	12.76 7,9	10.84 1,2	10.51 1,8	
	Nafta	37,3	44,0	50,8	128, 7	199, 8	382, 7	155, 8	421, 6	517, 1	1.74 2,1	71,6	23,9	23,9	-	0,3	0,5	4,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Alquitrán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de refinería	19,9	19,9	31,8	27,8	27,8	23,9	27,8	26,1	27,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otros productos del petróleo	604, 6	409, 7	624, 5	731, 9	1.07 7,9	938, 7	1.01 0,3	1.22 7,2	1.24 4,9	1.22 9,0	1.40 0,1	1.20 5,2	1.59 5,0	-	-	-	-	2.19 9,0	2.069 ,8	2.053 ,8	1.778 ,2	-	-	-	-	-	-	
	Otro carbón bituminoso	5.59 5,7	5.44 2,3	5.90 2,6	4.96 2,9	3.19 8,7	3.39 0,4	5.00 1,3	23.9 81,7	11.3 43,7	10.1 82,3	5.93 8,4	14.5 05,8	8.51 9,7	6.10 9,4	6.62 9,0	5.52 4,9	3.43 9,1	4.648 ,4	2.933 ,9	3.013 ,5	2.731 ,2	2.426 ,6	2.168 ,3	2.420 ,9	5.120 ,6	5.722 ,9	2.397 ,8	
	Coque para horno de coque y coque de lignito	155, 1	171, 0	159, 1	159, 1	159, 1	131, 3	290, 4	256, 9	1.05 8,0	2.44 6,1	47,7	-	143, 2	147, 2	795, 5	42,2	37,9	43,4	73,3	51,7	233,3	163,9	151,8	50,2	17,4	1.786 ,3	436,7	559,1
	Gas de fábrica de gas	143, 2	211, 0	305, 2	391, 9	459, 7	546, 4	572, 7	445, 0	90,4	41,5	45,2	-	-	135, 7	-	0,0	-	0,0	-	-	-	-	0,1	-	-	20,7	4,3	11,4

Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
	Gas de alto horno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Gas natural	113,7	195,4	248,8	195,4	394,4	366,0	430,0	10,908,7	9,228,1	10,241,8	24,070,8	22,239,4	21,093,9	19,669,6	21,552,6	17,031,6	15,041,3	3,023,2	1,319,3	826,4	5,216,3	2,665,9	9,395,6	13,197,0	12,964,6	16,845,9	14,708,3	
	Madera y desechos de madera	6,618,5	6,932,7	9,907,9	10,365,3	11,017,6	12,226,7	13,455,8	12,912,4	12,966,5	13,384,2	13,435,9	13,702,4	15,185,9	15,587,7	15,272,9	15,297,9	15,015,0	15,558,2	15,439,6	14,262,4	14,333,7	15,193,7	13,956,1	28,431,5	26,265,7	18,903,0	18,158,5	
	Otro biogás	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71,0	-	-	
1.A.3.	Transporte	126,195,1	131,593,6	142,813,4	158,225,5	171,245,2	189,307,4	205,899,6	218,367,2	229,862,8	232,268,9	235,512,8	222,753,0	229,766,7	226,486,8	234,749,7	257,999,4	252,749,5	273,692,8	286,410,9	286,739,9	283,520,3	295,059,5	309,298,7	336,065,6	319,087,5	344,932,6	364,492,4	
	Gasolina para motor	60,921,9	63,054,3	69,527,4	73,368,9	82,413,4	89,174,6	95,525,0	99,377,1	103,438,4	105,561,6	105,860,6	96,846,3	96,290,9	93,544,5	93,989,9	93,774,2	92,564,2	99,050,5	102,307,8	111,005,2	122,580,3	114,378,5	117,051,1	126,943,8	136,473,0	137,170,8	146,482,2	
	Gasolina para la aviación	268,1	253,9	253,9	253,9	253,9	253,9	285,7	285,7	317,4	253,9	222,2	222,2	222,2	158,7	189,8	185,8	191,0	179,3	187,9	223,8	334,6	149,5	829,2	774,8	139,8	241,7	230,6	
	Queroseno para motor a reacción	7,614,5	4,352,7	6,205,7	7,823,4	6,243,2	8,873,7	10,223,8	13,893,5	13,431,7	11,094,4	9,252,9	12,355,3	10,387,7	8,143,7	9,554,8	11,735,8	12,059,0	13,566,6	17,934,6	12,246,8	10,609,5	10,996,2	19,388,1	17,527,8	17,440,2	22,783,3	22,849,6	
	Otro queroseno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	177,7	608,0	60,8	90,7	55,5	273,9	20,0	30,6	32,0	196,6	123,9	289,4	238,0	
	Gas / Diésel oil	56,097,2	62,840,2	64,969,6	73,366,3	81,535,9	88,523,4	98,986,7	103,531,6	108,365,1	112,373,6	115,890,1	112,560,4	120,296,4	121,392,1	124,024,0	140,573,5	137,947,0	147,437,1	153,236,0	152,898,4	143,068,8	160,946,3	163,838,3	178,979,2	151,771,1	178,374,2	186,579,4	
	Fuelóleo residual	1,055,8	806,0	1,687,2	3,190,7	5,388,8	2,221,8	6,223,3	1,060,8	4,080,3	2,748,0	3,959,2	350,8	1,616,2	2,279,5	5,632,8	9,805,7	8,472,1	12,250,3	12,002,0	8,991,0	5,881,6	7,242,1	5,556,4	8,914,9	10,322,8	3,557,8	5,795,9	
	Gases licuados de petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72,0	25,6	104,9	163,4	135,3	259,4	282,8	597,9	1,377,6	1,551,2	1,413,8	1,397,5	1,291,6	
	Nafta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	0,6	0,2	9,8	-	-	8,9	-	-	-	-	-	
	Alquitrán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de refinería	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otros productos del petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro carbón bituminoso	4,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,6	0,4	2,7	1,5	0,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Coque para horno de coque y coque de lignito	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de fábrica de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,0	-	-	-	-	-	
Gas de alto horno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Gas natural	233,6	286,4	169,6	222,3	260,0	260,0	256,2	218,6	229,9	237,4	327,8	418,3	953,3	968,4	1,107,2	1,290,2	1,347,2	953,2	541,2	841,4	742,7	709,5	1,225,9	1,177,3	1,402,8	1,118,0	1,025,0		

Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Madera y desechos de madera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro biogás	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Aviación civil	7.88 2,5	4.60 6,7	6.45 9,6	8.07 7,3	6.49 7,1	9.12 7,6	10.5 09,4	14.1 79,2	13.7 49,1	11.3 48,3	9.47 5,1	12.5 77,5	10.6 09,9	8.30 2,4	9.74 9,5	13.1 19,2	12.3 02,5	13.60 5,7	18.14 3,5	12.48 2,2	10.95 9,4	11.17 7,3	20.23 4,2	18.37 5,2	17.70 0,2	25.77 5,5	23.22 3,8
	Gasolina para motor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	7,4	6,0	2,8	-	1,4	-	4,9	10,3	12,0	2,2	72,6	6,1	
	Gasolina para la aviación	268, 1	253, 9	253, 9	253, 9	253, 9	253, 9	285, 7	285, 7	317, 4	253, 9	222, 2	222, 2	222, 2	158, 7	189, 1	185, 1	190, 4	178,6	186,0	223,0	333,8	148,7	828,4	774,0	139,1	241,1	230,5
	Queroseno para motor a reacción	7.61 4,5	4.35 2,7	6.20 5,7	7.82 3,4	6.24 3,2	8.87 3,7	10.2 23,8	13.8 93,5	13.4 31,7	11.0 94,4	9.25 2,9	12.3 55,3	10.3 87,7	8.14 3,7	9.55 3,0	11.7 31,2	12.0 52,8	13.38 0,0	17.92 7,9	12.23 1,5	10.60 0,4	10.98 6,4	19.35 3,5	17.52 4,8	17.43 5,5	22.77 7,2	22.84 4,8
	Otro queroseno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	0,1	0,1
	Gas / Diésel oil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,1	1.09 8,1	53,3	44,3	29,6	26,3	25,1	36,0	41,9	61,6	120,2	2.684 ,4	124,4
	Fuelóleo residual	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,2
	Gases licuados de petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-	2,8	0,0	0,1	4,6
1.A.3. a.	Nafta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Alquitrán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de refinería	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otros productos del petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro carbón bituminoso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Coque para horno de coque y coque de lignito	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de fábrica de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de alto horno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas natural	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,0	-	-
	Madera y desechos de madera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro biogás	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.3. a.i.	Aviación internacional (tanques internacionales)	4.67 9,9	7.77 0,4	7.95 5,8	8.26 9,3	9.16 9,9	8.97 1,2	8.98 0,1	10.3 88,5	14.9 27,1	15.3 33,2	14.6 35,7	14.6 44,5	16.6 47,9	14.9 93,9	15.8 37,7	15.4 92,5	16.9 44,2	19.02 6,3	19.85 5,1	18.59 5,6	18.68 7,7	20.10 7,4	19.24 6,8	19.22 4,3	19.43 5,2	19.58 9,3	20.69 5,0
	Gasolina para motor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gasolina para la aviación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Queroseno para motor a reacción	4.67 9,9	7.77 0,4	7.95 5,8	8.26 9,3	9.16 9,9	8.97 1,2	8.98 0,1	10.3 88,5	14.9 27,1	15.3 33,2	14.6 35,7	14.6 44,5	16.6 47,9	14.9 93,9	15.8 37,7	15.4 92,5	16.9 44,2	19.02 6,3	19.85 5,1	18.59 5,6	18.68 7,7	20.10 7,4	19.24 6,8	19.22 4,3	19.43 5,2	19.58 9,3	20.69 5,0
	Otro queroseno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas / Diésel oil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Fuelóleo residual	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gases licuados de petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nafta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Alquitrán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de refinería	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otros productos del petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro carbón bituminoso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Coque para horno de coque y coque de lignito	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de fábrica de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de alto horno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas natural	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Madera y desechos de madera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro biogás	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.3. a.ii.	Aviación de cabotaje	7.88 2,5	4.60 6,7	6.45 9,6	8.07 7,3	6.49 7,1	9.12 7,6	10.5 09,4	14.1 79,2	13.7 49,1	11.3 48,3	9.47 5,1	12.5 77,5	10.6 09,9	8.30 2,4	9.74 9,5	13.1 19,2	12.3 02,5	13.60 5,7	18.14 3,5	12.48 2,2	10.95 9,4	11.17 7,3	20.23 4,2	18.37 5,2	17.70 0,2	25.77 5,5	23.22 3,8
	Gasolina para motor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	7,4	6,0	2,8	-	1,4	-	4,9	10,3	12,0	2,2	72,6	6,1	
	Gasolina para la aviación	268, 1	253, 9	253, 9	253, 9	253, 9	253, 9	285, 7	285, 7	317, 4	253, 9	222, 2	222, 2	158, 7	189, 1	185, 1	190, 4	178,6	186,0	223,0	333,8	148,7	828,4	774,0	139,1	241,1	230,5	
	Queroseno para motor a reacción	7.61 4,5	4.35 2,7	6.20 5,7	7.82 3,4	6.24 3,2	8.87 3,7	10.2 23,8	13.8 93,5	13.4 31,7	11.0 94,4	9.25 2,9	12.3 55,3	10.3 87,7	8.14 3,7	9.55 3,0	11.7 31,2	12.0 52,8	13.38 0,0	17.92 7,9	12.23 1,5	10.60 0,4	10.98 6,4	19.35 3,5	17.52 4,8	17.43 5,5	22.77 7,2	22.84 4,8
	Otro queroseno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	0,1	0,1
	Gas / Diésel oil	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,1	1.09 8,1	53,3	44,3	29,6	26,3	25,1	36,0	41,9	61,6	120,2	2.684 ,4	124,4	
	Fuelóleo residual	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,2
	Gases licuados de petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,2	-	2,8	0,0	0,1	4,6

Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016			
	Nafta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
	Alquitrán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Gas de refinería	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Otros productos del petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Otro carbón bituminoso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Coque para horno de coque y coque de lignito	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Gas de fábrica de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Gas de alto horno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Gas natural	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,1	-	0,0	-	-	-	
	Madera y desechos de madera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Otro biogás	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.A.3. b.	Transporte terrestre	102.759,6	107.313,9	116.688,0	128.993,7	145.419,5	159.000,3	171.796,5	179.834,8	189.090,7	197.629,5	203.303,1	190.621,9	197.755,1	197.548,3	197.094,2	212.396,3	211.542,8	226.207,7	234.624,0	243.462,0	253.382,1	265.626,4	271.586,9	293.842,0	277.958,4	300.866,6	319.206,8			
	Gasolina para motor	58.455,3	60.415,2	66.518,4	70.084,6	78.596,1	84.909,4	90.808,2	94.312,5	97.998,6	99.631,2	99.625,0	90.881,9	90.138,6	87.462,5	87.762,1	87.955,6	87.022,3	93.143,6	96.692,5	104.796,3	116.089,6	108.416,2	110.911,8	120.367,3	129.772,2	130.674,4	139.776,6			
	Gasolina para la aviación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Queroseno para motor a reacción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Otro queroseno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Gas / Diésel oil	44.304,3	46.898,7	50.169,6	58.909,1	66.823,4	74.090,9	80.988,3	85.522,3	91.092,1	97.998,3	103.678,1	99.740,0	107.616,5	110.085,8	109.332,1	124.440,6	124.520,5	133.064,2	137.931,5	138.665,7	137.292,4	157.210,3	160.675,1	173.474,7	148.186,2	170.192,2	179.430,2			
	Fuelóleo residual	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	Gases licuados de petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nafta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Alquitrán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de refinería	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otros productos del petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro carbón bituminoso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Coque para horno de coque y coque de lignito	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Gas de fábrica de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de alto horno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas natural	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Madera y desechos de madera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro biogás	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.3. b.i.	Automóviles	33.2 61,3	34.8 34,0	38.2 86,6	41.8 75,9	47.4 05,5	51.9 32,9	56.1 06,4	58.6 41,3	61.3 14,6	64.8 30,3	65.6 71,8	60.1 85,9	59.7 37,4	58.3 64,1	58.4 72,2	59.6 90,7	58.5 41,6	61.29 1,9	62.39 0,8	68.84 8,2	79.22 4,2	77.82 4,7	84.51 6,4	94.59 0,1	101.3 30,8	105.3 27,9	114.2 83,9
	Gasolina para motor	24.3 57,2	25.1 71,0	27.7 11,3	29.1 95,3	32.7 40,3	36.5 35,1	40.2 41,0	42.9 32,7	45.7 23,7	48.3 83,8	49.4 48,4	45.9 59,6	46.0 86,2	45.7 74,1	47.4 47,6	48.8 69,3	49.5 65,0	54.03 8,6	57.35 8,3	64.00 7,1	73.94 2,7	71.53 0,4	77.63 9,8	86.62 0,4	93.82 1,5	96.27 4,0	104.0 51,3
	Gasolina para la aviación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Queroseno para motor a reacción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro queroseno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas / Diésel oil	8.90 4,1	9.66 3,0	10.5 75,3	12.6 80,7	14.6 65,2	15.3 97,8	15.8 65,4	15.7 08,6	15.5 90,9	16.4 46,4	16.2 23,4	14.2 26,3	13.6 51,1	12.5 89,9	11.0 24,6	10.8 21,5	8.97 6,6	7.253 ,4	5.032 ,5	4.841 ,1	5.281 ,5	6.294 ,3	6.876 ,6	7.969 ,7	7.509 ,3	9.053 ,9	10.23 2,6
	Fuelóleo residual	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gases licuados de petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nafta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Alquitrán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de refinería	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otros productos del petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro carbón bituminoso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Coque para horno de coque y coque de lignito	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de fábrica de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de alto horno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas natural	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Madera y desechos de madera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro biogás	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016		
1.A.3. b.1.1.	Automóviles de pasajeros con catalizadores tridireccionales	-	-	-	-	-	4.04 1,2	8.39 2,7	12.7 05,6	17.1 25,7	21.6 16,0	25.3 50,8	26.3 43,5	29.0 37,6	31.2 64,3	34.6 35,0	38.1 53,6	40.8 74,9	46.76 0,5	51.98 4,5	59.10 9,4	69.76 0,8	70.05 1,2	77.48 0,7	88.03 8,0	95.52 0,9	100.3 28,9	109.7 77,4		
	Gasolina para motor	-	-	-	-	-	3.94 0,5	8.16 9,9	12.3 48,4	16.6 12,2	20.8 75,0	24.3 82,4	25.2 37,6	27.6 65,3	29.6 24,9	32.7 55,5	35.6 83,6	38.0 19,8	43.30 2,2	47.79 1,4	54.95 3,1	65.11 0,2	64.38 5,6	71.04 8,3	80.44 9,1	88.29 6,1	91.55 0,4	99.79 6,0		
	Gasolina para la aviación																													
	Queroseno para motor a reacción																													
	Otro queroseno																													
	Gas / Diésel oil	-	-	-	-	-	100, 8	222, 9	357, 3	513, 5	741, 0	968, 5	1.10 5,9	1.37 2,3	1.63 9,3	1.87 9,5	2.47 0,0	2.85 5,1	3.458 ,3	4.193 ,2	4.156 ,3	4.650 ,6	5.665 ,6	6.432 ,3	7.588 ,9	7.224 ,8	8.778 ,4	9.981 ,4		
	Fuelóleo residual																													
	Gases licuados de petróleo																													
	Nafta																													
	Alquitrán																													
	Gas de refinera																													
	Otros productos del petróleo																													
	Otro carbón bituminoso																													
	Coque para horno de coque y coque de lignito																													
	Gas de fábrica de gas																													
	Gas de alto horno																													
	Gas natural																													
Madera y desechos de madera																														
Otro biogás																														
1.A.3. b.1.2.	Automóviles de pasajeros sin catalizadores tridireccionales	33.2 61,3	34.8 34,0	38.2 86,6	41.8 75,9	47.4 05,5	47.8 91,7	47.7 13,7	45.9 35,7	44.1 88,8	43.2 14,3	40.3 21,0	33.8 42,4	30.6 99,8	27.0 99,8	23.8 37,1	21.5 37,1	17.6 66,8	14.53 1,5	10.40 6,3	9.738 ,7	9.463 ,4	7.773 ,5	7.035 ,8	6.552 ,1	5.809 ,9	4.999 ,0	4.506 ,5		
	Gasolina para motor	24.3 57,2	25.1 71,0	27.7 11,3	29.1 95,3	32.7 40,3	32.5 94,7	32.0 71,1	30.5 84,3	29.1 11,5	27.5 08,8	25.0 66,0	20.7 21,9	18.4 21,0	16.1 49,2	14.6 92,1	13.1 85,6	11.5 45,2	10.73 6,4	9.566 ,9	9.054 ,0	8.832 ,5	7.144 ,8	6.591 ,4	6.171 ,3	5.525 ,4	4.723 ,5	4.255 ,3		
	Gasolina para la aviación																													
	Queroseno para motor a reacción																													
	Otro queroseno																													

Codig o IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Gas / Diésel oil	8.90 4,1	9.66 3,0	10.5 75,3	12.6 80,7	14.6 65,2	15.2 97,0	15.6 42,6	15.3 51,3	15.0 77,4	15.7 05,4	15.2 55,0	13.1 20,4	12.2 78,9	10.9 50,6	9.14 5,1	8.35 1,5	6.12 1,6	3.795 ,1	839,4	684,8	630,9	628,7	444,3	380,8	284,4	275,5	251,2
	Fuelóleo residual																											
	Gases licuados de petróleo																											
	Nafta																											
	Alquitrán																											
	Gas de refinería																											
	Otros productos del petróleo																											
	Otro carbón bituminoso																											
	Coque para horno de coque y coque de lignito																											
	Gas de fábrica de gas																											
	Gas de alto horno																											
	Gas natural																											
	Madera y desechos de madera																											
	Otro biogás																											
	Camiones para servicio ligero	25.5 37,7	26.7 49,8	29.4 14,2	32.1 80,1	36.4 54,5	39.4 36,8	42.1 72,7	43.7 15,7	45.4 38,8	48.0 36,0	49.0 58,7	45.1 67,1	46.0 96,1	45.1 59,0	43.5 85,2	44.9 54,5	44.1 67,2	46.63 2,5	48.46 1,2	51.31 3,6	55.31 2,0	57.26 4,8	60.34 1,2	65.34 5,6	62.64 4,8	68.14 6,2	73.48 6,2
	Gasolina para motor	18.6 79,9	19.3 47,6	21.3 52,6	22.5 56,3	25.3 69,3	27.3 64,2	29.2 20,8	30.3 03,7	31.4 43,1	32.4 36,2	32.5 72,2	29.6 19,5	29.5 84,0	28.5 02,2	27.7 92,8	27.3 78,1	26.7 44,7	28.31 2,7	29.14 5,3	30.97 1,3	33.59 2,5	29.99 2,2	27.78 1,3	28.99 2,8	29.70 3,9	28.83 7,1	29.89 6,1
	Gasolina para la aviación	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Queroseno para motor a reacción	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro queroseno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.3. b.ii.	Gas / Diésel oil	6.85 7,8	7.40 2,1	8.06 1,6	9.62 3,8	11.0 85,2	12.0 72,7	12.9 51,9	13.4 11,9	13.9 95,7	15.5 99,8	16.4 86,5	15.5 47,6	16.5 12,0	16.6 56,9	15.7 92,4	17.5 76,3	17.4 22,5	18.31 9,8	19.31 5,8	20.34 2,3	21.71 9,5	27.27 2,6	32.55 9,9	36.35 2,8	32.94 0,9	39.30 9,1	43.59 0,1
	Fuelóleo residual	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gases licuados de petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Nafta	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Alquitrán	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	Gas de refinería	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otros productos del petróleo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro carbón bituminoso	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Coque para horno de coque y coque de lignito	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de fábrica de gas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas de alto horno	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Gas natural	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Madera y desechos de madera	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Otro biogás	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Camiones para servicio ligero con catalizadores tridireccionales	-	-	-	-	0,0	2.53 4,6	5.32 5,7	8.15 2,5	11.1 33,4	14.4 52,8	17.4 81,7	18.5 97,0	21.5 21,8	23.6 22,2	25.3 12,6	28.7 85,0	31.0 10,9	35.71 5,8	40.41 5,8	43.67 2,5	47.83 9,0	51.02 1,3	54.52 4,1	59.72 5,7	57.45 1,1	63.43 3,8	69.00 8,8
	Gasolina para motor	-	-	-	-	-	2.02 6,4	4.20 1,4	6.35 0,3	8.54 3,0	10.7 20,3	12.5 80,5	13.0 06,6	14.4 78,0	15.3 11,6	16.1 96,8	17.1 44,8	17.8 57,7	20.02 7,4	21.72 2,2	23.84 5,0	26.59 6,9	24.23 2,9	22.46 0,3	23.84 2,7	24.87 0,9	24.47 8,8	25.75 5,4
	Gasolina para la aviación																											
	Queroseno para motor a reacción																											
	Otro queroseno																											
	Gas / Diésel oil	-	-	-	-	0,0	508, 2	1.12 4,3	1.80 2,2	2.59 0,4	3.73 2,5	4.90 1,2	5.59 0,4	7.04 3,9	8.31 0,5	9.11 5,8	11.6 40,2	13.1 53,2	15.68 8,3	18.69 3,7	19.82 7,4	21.24 2,2	26.78 8,5	32.06 3,8	35.88 3,1	32.58 0,2	38.95 5,0	43.25 3,4
	Fuelóleo residual																											
1.A.3. b.ii.1.	Gases licuados de petróleo																											
	Nafta																											
	Alquitrán																											
	Gas de refinería																											
	Otros productos del petróleo																											
	Otro carbón bituminoso																											
	Coque para horno de coque y coque de lignito																											
	Gas de fábrica de gas																											
	Gas de alto horno																											

Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
	Gas natural																												
	Madera y desechos de madera																												
	Otro biogás																												
1.A.3. b.ii.2.	Camiones para servicio ligero sin catalizadores tridireccionales	25.5 37,7	26.7 49,8	29.4 14,2	32.1 80,1	36.4 54,5	36.9 02,2	36.8 47,0	35.5 63,2	34.3 05,4	33.5 83,2	31.5 77,0	26.5 70,1	24.5 74,2	21.5 36,9	18.2 72,6	16.1 69,5	13.1 56,3	10.91 6,7	8.045 ,3	7.641 ,2	7.472 ,9	6.243 ,5	5.817 ,2	5.619 ,9	5.193 ,7	4.712 ,4	4.477 ,4	
	Gasolina para motor	18.6 79,9	19.3 47,6	21.3 52,6	22.5 56,3	25.3 69,3	25.3 37,7	25.0 19,3	23.9 53,4	22.9 00,1	21.7 16,0	19.9 91,7	16.6 12,9	15.1 06,1	13.1 90,6	11.5 96,0	10.2 33,3	8.88 7,0	8.285 ,3	7.423 ,2	7.126 ,3	6.995 ,6	5.759 ,4	5.321 ,0	5.150 ,1	4.833 ,0	4.358 ,3	4.140 ,7	
	Gasolina para la aviación																												
	Queroseno para motor a reacción																												
	Otro queroseno																												
	Gas / Diésel oil	6.85 7,8	7.40 2,1	8.06 1,6	9.62 3,8	11.0 85,2	11.5 64,5	11.8 27,7	11.6 09,8	11.4 05,3	11.8 67,2	11.5 85,3	9.95 7,2	9.46 8,2	8.34 6,3	6.67 6,6	5.93 6,1	4.26 9,4	2.631 ,4	622,2	514,9	477,3	484,1	496,2	469,8	360,7	354,1	336,8	
	Fuelóleo residual																												
	Gases licuados de petróleo																												
	Nafta																												
	Alquitrán																												
	Gas de refinería																												
	Otros productos del petróleo																												
	Otro carbón bituminoso																												
	Coque para horno de coque y coque de lignito																												
	Gas de fábrica de gas																												
	Gas de alto horno																												
	Gas natural																												
	Madera y desechos de madera																												
	Otro biogás																												
1.A.3. b.iii.	Camiones para servicio pesado y autobuses	43.5 53,2	45.3 20,5	48.5 47,7	54.4 85,5	61.0 63,4	67.1 46,2	73.0 48,8	77.0 37,2	81.9 22,4	84.3 65,9	88.2 35,0	84.9 86,0	91.6 69,7	93.7 94,5	94.8 33,9	107. 524, 5	108. 530, 6	117.8 16,5	123.1 52,5	122.5 73,0	118.0 17,4	129.7 26,6	125.7 70,5	132.8 03,2	112.7 20,8	126.1 09,6	130.0 96,5	
	Gasolina para motor	15.0 10,7	15.4 87,0	17.0 15,1	17.8 81,0	19.9 90,5	20.5 25,8	20.8 77,9	20.6 35,5	20.4 16,9	18.4 13,9	17.2 66,9	15.0 20,1	14.2 16,5	12.9 55,6	12.3 18,9	11.4 81,9	10.4 09,5	10.32	9.571	9.093	7.729	6.084	4.532	3.651	4.985	4.281	4.489	

Código IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
																			6,0	,5	,5	,0	,3	,8	,1	,1	,4	,7
	Gasolina para la aviación																											
	Queroseno para motor a reacción																											
	Otro queroseno																											
	Gas / Diésel oil	28.5 42,4	29.8 33,6	31.5 32,6	36.6 04,6	41.0 72,9	46.6 20,4	52.1 70,9	56.4 01,7	61.5 05,5	65.9 52,0	70.9 68,1	69.9 65,9	77.4 53,2	80.8 38,9	82.5 15,0	96.0 42,6	98.1 21,1	107.4 90,5	113.5 81,0	113.4 79,5	110.2 88,4	123.6 42,3	121.2 37,7	129.1 52,2	107.7 35,8	121.8 28,2	125.6 06,8
	Fuelóleo residual																											
	Gases licuados de petróleo																											
	Nafta																											
	Alquitrán																											
	Gas de refinería																											
	Otros productos del petróleo																											
	Otro carbón bituminoso																											
	Coque para horno de coque y coque de lignito																											
	Gas de fábrica de gas																											
	Gas de alto horno																											
	Gas natural																											
	Madera y desechos de madera																											
	Otro biogás																											

Tabla 30. Datos de actividad de la categoría Emisiones fugitivas de combustibles

1.B.1.		Combustibles sólidos																								
Categoría IPCC	Nombre IPCC	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
1.B.1.a	Minería carbonífera y manejo del carbón																									
1.B.1.a.i	Minas subterráneas																									
1.B.1.a.i.1	Minería	1.597.430,0	1.477.720,0	1.133.200,0	971.800,0	629.540,0	502.980,0	377.030,0	250.870,0	225.880,0	167.060,0	240.600,0	145.270,0	129.940,0	136.500,0	140.190,0	138.056,0	98.673,0	184.122,0	212.375,0	118.305,0	106.018,0	131.430,0	141.120,0	144.313,0	
1.B.1.a.i.2	post minería	1.597.430,0	1.477.720,0	1.133.200,0	971.800,0	629.540,0	502.980,0	377.030,0	250.870,0	225.880,0	167.060,0	240.600,0	145.270,0	129.940,0	136.500,0	140.190,0	138.056,0	98.673,0	184.122,0	212.375,0	118.305,0	106.018,0	131.430,0	141.120,0	144.313,0	
1.B.1.a.ii	Minas de superficie	2.263.740,0	2.525.700,0	1.949.780,0	1.642.540,0	2.066.840,0	1.963.880,0	2.134.100,0	2.324.600,0	2.093.030,0	680.580,0	525.500,0	845.640,0	643.380,0	421.560,0	196.240,0	1.188.618,0	1.150.142,0	207.742,0	642.834,0	1.035.538,0	1.025.550,0	1.045.344,0	1.141.188,0	5.516.262,0	
1.B.1.a.ii.1	Minería	1.131.870,0	1.262.850,0	974.890,0	821.270,0	1.033.420,0	981.940,0	1.067.050,0	1.162.300,0	1.046.515,0	340.290,0	262.750,0	422.820,0	321.690,0	210.780,0	98.120,0	594.309,0	575.071,0	103.871,0	321.417,0	517.769,0	512.775,0	522.672,0	570.594,0	2.758.131,0	
1.B.1.a.ii.2	post minería	1.131.870,0	1.262.850,0	974.890,0	821.270,0	1.033.420,0	981.940,0	1.067.050,0	1.162.300,0	1.046.515,0	340.290,0	262.750,0	422.820,0	321.690,0	210.780,0	98.120,0	594.309,0	575.071,0	103.871,0	321.417,0	517.769,0	512.775,0	522.672,0	570.594,0	2.758.131,0	
1.B.1.b.	Combustión espontánea y vertederos para quema de carbón																									

1.B.2.		Petróleo y gas natural																												
Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	Descripción	Unidad	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1.B.2.a	Petróleo																													
1.B.2.a.i	Venteo	Producción anual de petróleo	10 <sup>6</sup> m3	1,0	0,9	0,7	0,7	0,7	0,5	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,3	0,2







# **ANEXO 06.02. SECTOR ENERGÍA:CONSUMO DE COMBUSTIBLE DEL PARQUE AUTOMOTRIZ NACIONAL**

Tabla 31. Consumo de diésel (l) nacional desagregado según las categorías *Directrices del IPCC de 2006*, serie 1990-2016

Diésel									
Categorías IPCC	1A3bi1 automóviles catalíticos	1A3bi2 automóviles no catalíticos	1A3bii1 cam livianos catalíticos	1A3bii2 cam livianos no catalíticos	1A3biii Camiones y Buses	1A3biv Motos	todo terreno	agrícola	TOTAL
1990	-	317.047.647	-	244.185.529	1.016.307.420	-	12.942.870	5.772.372	<b>1.596.255.838</b>
1991	-	342.017.559	-	261.995.847	1.055.947.896	-	14.595.804	5.800.024	<b>1.680.357.130</b>
1992	-	367.874.603	-	280.431.414	1.096.897.259	-	16.386.879	5.824.372	<b>1.767.414.527</b>
1993	-	394.644.589	-	299.510.334	1.139.196.189	-	18.326.056	5.845.535	<b>1.857.522.704</b>
1994	-	422.354.010	0	319.251.188	1.182.886.607	-	20.423.965	5.863.629	<b>1.950.779.398</b>
1995	2.639.309	400.717.997	13.312.955	302.940.564	1.221.258.887	336	20.530.381	5.862.574	<b>1.967.263.003</b>
1996	5.386.345	378.022.974	27.169.295	285.831.233	1.260.778.972	640	20.591.423	5.859.307	<b>1.983.640.190</b>
1997	8.244.406	354.234.728	41.585.656	267.897.390	1.301.479.998	915	20.602.020	5.853.914	<b>1.999.899.026</b>
1998	11.216.878	329.318.088	56.579.124	249.112.507	1.343.396.045	1.162	20.556.693	5.846.479	<b>2.016.026.976</b>
1999	14.969.057	317.263.823	75.400.428	239.728.917	1.332.291.088	1.477	21.816.956	5.789.787	<b>2.007.261.533</b>
2000	17.873.744	281.540.685	90.455.735	213.814.525	1.309.763.047	1.539	21.443.853	5.465.524	<b>1.940.358.651</b>
2001	21.294.121	252.628.567	107.640.582	191.721.999	1.347.166.404	1.732	21.522.987	5.565.456	<b>1.947.541.846</b>
2002	24.655.210	220.611.688	126.555.569	170.112.060	1.391.583.979	1.862	21.303.633	5.523.660	<b>1.960.347.660</b>
2003	28.318.248	189.164.556	143.558.913	144.177.557	1.396.439.202	2.057	20.435.110	4.958.423	<b>1.927.054.066</b>
2004	33.465.424	162.829.916	162.308.384	118.878.180	1.469.199.077	2.150	19.330.167	4.961.049	<b>1.970.974.347</b>
2005	39.619.970	133.961.438	186.714.099	95.218.244	1.540.566.736	2.868	17.609.978	5.302.795	<b>2.018.996.128</b>
2006	46.238.591	99.140.720	213.019.892	69.144.172	1.589.104.563	4.590	16.264.813	5.807.938	<b>2.038.725.279</b>
2007	53.211.431	58.393.137	241.390.507	40.488.901	1.653.915.568	7.730	14.781.410	5.146.654	<b>2.067.335.338</b>
2008	61.390.074	12.289.083	273.685.549	9.108.806	1.662.889.015	31.216	13.406.292	5.696.052	<b>2.038.496.086</b>
2009	63.416.481	10.448.371	302.526.453	7.855.913	1.731.465.310	43.780	12.300.972	6.102.032	<b>2.134.159.313</b>
2010	78.357.653	10.629.589	357.906.818	8.042.307	1.858.234.913	50.618	14.930.389	6.084.958	<b>2.334.237.245</b>
2011	90.005.300	9.987.786	425.572.158	7.690.904	1.964.229.435	18.058	15.511.831	6.929.169	<b>2.519.944.642</b>
2012	110.827.039	7.655.273	552.450.736	8.548.573	2.088.895.310	15.444	16.401.405	7.928.943	<b>2.792.722.723</b>
2013	130.852.573	6.566.024	618.716.418	8.100.447	2.226.916.505	238	17.156.453	7.584.618	<b>3.015.893.276</b>
2014	152.854.327	6.017.965	689.292.464	7.632.067	2.279.345.218	4.752	17.923.831	8.369.071	<b>3.161.439.694</b>
2015	168.828.955	5.298.160	749.190.706	6.810.502	2.343.025.872	20.196	19.119.954	8.706.755	<b>3.301.001.101</b>
2016	185.503.542	4.668.426	803.857.014	6.258.573	2.334.383.077	11.167	19.439.616	8.090.196	<b>3.362.211.612</b>

Tabla 32. Consumo de gasolina (l) nacional desagregado según las categorías *Directrices del IPCC de 2006*, serie 1990-2016

Gasolina									
Categorías IPCC	1A3bi1 automóviles catalíticos	1A3bi2 automóviles no catalíticos	1A3bii1 cam livianos catalíticos	1A3bii2 cam livianos no catalíticos	1A3biii Camiones y Buses	1A3biv Motos	todo terreno	agrícola	TOTAL
1990	-	648.316.612	-	497.201.920	399.541.074	10.844.909	65.654.630	7.856.324	<b>1.629.415.469</b>
1991	-	634.722.293	-	487.878.164	390.525.399	10.328.485	66.549.046	7.331.094	<b>1.597.334.481</b>
1992	-	620.303.084	-	477.966.766	380.873.215	9.836.652	67.355.742	6.823.440	<b>1.563.158.900</b>
1993	-	605.030.978	-	467.447.623	370.558.519	9.368.240	68.063.007	6.332.876	<b>1.526.801.244</b>
1994	-	588.877.170	-	456.300.058	359.554.376	8.922.134	68.658.140	5.858.926	<b>1.488.170.803</b>
1995	69.127.866	571.812.031	35.549.822	444.502.801	360.086.647	8.496.359	74.824.379	5.443.801	<b>1.569.843.704</b>
1996	141.077.277	553.805.092	72.550.657	432.033.977	360.519.803	8.090.903	81.449.506	5.042.703	<b>1.654.569.918</b>
1997	215.934.608	534.825.020	111.046.924	418.871.090	360.850.545	7.704.796	88.564.746	4.655.241	<b>1.742.452.970</b>
1998	293.788.582	514.839.596	151.084.251	404.991.002	361.075.514	7.337.114	96.203.337	4.281.035	<b>1.833.600.431</b>
1999	392.064.342	516.658.261	201.343.117	407.858.959	345.841.367	7.461.239	111.381.789	3.887.953	<b>1.986.497.027</b>
2000	468.142.904	481.269.135	241.545.572	383.842.279	331.526.233	6.478.584	119.725.140	3.350.079	<b>2.035.879.925</b>
2001	557.728.211	457.936.288	287.434.579	367.130.102	331.930.274	6.248.537	131.806.575	3.096.700	<b>2.143.311.265</b>
2002	645.760.685	429.980.255	337.943.607	352.604.187	331.839.402	5.878.236	143.607.203	2.771.857	<b>2.250.385.433</b>
2003	741.701.702	404.317.464	383.347.943	330.243.747	324.361.295	5.771.737	152.271.279	2.226.593	<b>2.344.241.760</b>
2004	876.514.748	393.150.069	433.414.991	310.301.418	329.644.603	5.428.150	160.023.464	1.974.673	<b>2.510.452.115</b>
2005	1.037.712.488	383.450.341	498.586.010	297.594.762	333.903.919	6.583.566	162.947.189	1.848.968	<b>2.722.627.242</b>
2006	1.211.065.126	367.755.206	568.830.842	283.081.122	331.580.148	9.655.382	169.462.503	1.747.616	<b>2.943.177.944</b>
2007	1.393.695.319	345.554.715	644.589.404	266.664.218	332.346.407	15.009.092	174.987.154	1.310.493	<b>3.174.156.803</b>
2008	1.607.907.500	321.871.383	730.827.433	249.747.262	322.027.488	20.769.716	182.378.914	1.195.000	<b>3.436.724.695</b>
2009	1.730.949.957	285.187.816	751.086.432	224.468.496	286.433.410	22.816.692	190.604.593	1.325.000	<b>3.492.872.396</b>
2010	1.913.513.615	259.577.235	781.650.777	205.592.449	227.146.312	24.259.469	190.754.507	1.645.000	<b>3.604.139.364</b>
2011	2.131.262.446	236.503.781	802.144.955	190.643.775	201.401.293	26.784.956	192.007.061	1.232.500	<b>3.781.980.767</b>
2012	2.354.176.060	218.406.650	744.218.186	176.311.708	150.193.426	31.739.449	197.207.500	1.350.000	<b>3.873.602.979</b>
2013	2.572.724.386	197.354.500	762.476.941	164.697.740	116.759.247	35.276.404	199.532.500	1.425.000	<b>4.050.246.718</b>
2014	2.791.071.266	174.660.901	786.179.504	152.772.479	157.579.734	39.881.620	202.827.500	1.207.500	<b>4.306.180.504</b>
2015	2.934.884.459	151.424.950	784.730.640	139.715.412	137.252.834	41.094.344	205.440.000	1.420.000	<b>4.395.962.640</b>
2016	3.096.950.596	132.054.095	799.263.472	128.497.288	139.327.101	41.567.887	207.032.500	1.240.000	<b>4.545.932.938</b>

# **ANEXO 07.01. SECTOR IPPU: DATOS DE ACTIVIDAD DE LA INDUSTRIA DEL HIERRO Y ACERO**

Tabla 33. Cantidad de Hierro producido (t) y contenido de carbono (t C/ t hierro)

Año	Cantidad de carbón inyectado directamente (t)	Contenido de carbono de carbón (t C/ t carbón)	Cantidad de piedra caliza consumida en la producción (t)	Contenido de carbono de piedra caliza consumida en la producción (t C/ t caliza)	Cantidad de cal hidratada consumida en la producción (t)	Contenido de carbono de cal hidratada consumida en la producción (t C/ t dolomita)	Cantidad de otros carbonáceo y material de proceso, consumidos en la producción (t)	Cantidad de pellet producido (t)	Cantidad de hierro producido no convertido en acero (t)	Contenido de carbono de hierro producido no convertido en acero (t C/ t hierro)
1990	73.841,65	0,74	108.904,10	0,12	36.984,82	0,00	2.819,94	3.944.010,00	3.573.361,00	-
1991	75.496,80	0,75	142.226,00	0,12	22.783,02	0,01	3.396,00	4.093.640,00	3.841.531,00	-
1992	71.030,00	0,75	134.840,00	0,13	19.570,39	0,01	2.565,00	3.875.880,00	3.439.255,00	-
1993	68.602,00	0,76	122.050,60	0,13	13.831,80	0,01	2.382,30	3.368.400,00	2.845.323,00	-
1994	66.411,10	0,76	117.747,00	0,13	17.645,72	0,01	4.558,30	3.346.880,00	2.883.258,00	-
1995	72.980,10	0,74	124.584,00	0,13	17.515,85	0,01	3.298,80	3.770.790,00	3.301.477,00	-
1996	80.784,00	0,74	154.794,00	0,13	18.430,15	0,01	3.791,00	4.207.340,00	3.451.659,00	-
1997	76.944,40	0,73	148.172,00	0,13	19.003,31	0,00	4.174,90	4.002.050,00	3.264.308,00	-
1998	84.569,00	0,74	154.893,00	0,13	21.589,27	0,00	2.461,58	4.217.008,00	3.432.098,00	-
1999	74.745,00	0,74	111.923,00	0,13	21.061,16	0,00	3.351,28	3.886.190,00	3.125.957,00	-
2000	81.212,07	0,78	120.060,10	0,13	21.881,52	0,00	1.832,73	4.374.490,00	3.668.144,00	-
2001	77.243,00	0,78	132.565,60	0,13	19.260,74	0,00	2.197,38	4.144.170,00	3.598.646,00	-
2002	67.792,00	0,76	122.574,90	0,13	17.867,70	0,00	2.326,93	3.649.070,00	2.856.805,00	-
2003	83.103,00	0,75	124.720,00	0,13	20.544,67	0,00	2.250,57	4.256.000,00	3.347.643,00	-
2004	85.492,00	0,78	122.098,00	0,13	21.093,44	0,00	2.817,16	4.229.790,00	3.136.236,00	-
2005	82.586,00	0,74	109.560,00	0,12	19.322,55	0,00	4.179,12	4.072.160,00	3.053.214,00	-
2006	80.131,00	0,76	109.581,00	0,13	18.405,66	0,00	3.780,35	3.908.340,00	2.837.922,00	-
2007	77.337,00	0,78	119.135,35	0,13	22.087,74	0,01	6.872,74	4.039.570,00	2.904.317,00	-
2008	81.241,00	0,78	121.614,00	0,13	22.462,62	0,01	3.638,91	3.980.350,00	2.782.957,00	-
2009	48.573,00	0,76	68.719,00	0,13	14.041,69	0,00	2.745,55	2.486.130,00	1.544.243,00	-
2010	76.037,00	0,75	114.220,67	0,13	20.106,82	0,00	4.160,84	3.668.480,00	3.015.123,00	-
2011	63.116,29	0,76	90.182,84	0,13	16.542,08	0,00	4.516,72	2.983.440,00	1.817.612,00	-
2012	45.158,49	0,77	62.358,93	0,13	13.903,54	0,00	3.684,50	2.135.420,00	955.632,00	-
2013	46.060,20	0,72	52.852,66	0,12	13.772,74	0,00	4.156,46	2.249.550,00	1.253.559,00	-
2014	34.700,25	0,74	53.485,22	0,13	9.162,89	0,00	2.256,91	1.780.240,00	908.074,00	-
2015	71.858,80	0,75	107.144,00	0,13	17.192,14	0,00	4.245,18	3.527.500,00	2.632.727,00	-
2016	73.321,88	0,75	109.798,47	0,13	20.047,10	0,00	4.425,24	3.606.240,00	2.709.014,00	-

Tabla 34. Cantidad de Acero BOF producido (t) y contenido de carbono (t C/t acero)

Año	Consumo de coque (t)	Contenido de carbono de coque (t C/ t coque)	Gas Coque (Gcal)	Contenido de carbono de Gas coque ( t C/ Gcal)	Alquitrán (Gcal)	Contenido de carbono de derivado Alquitrán ( t C/ Gcal)	Cantidad de piedra caliza consumida en la producción (t)	Contenido de carbono de piedra caliza consumida en la producción* (t C/ t caliza)	Cantidad de dolomita consumida en la producción (t)	Contenido de carbono de dolomita consumida en la producción* (t C/ t dolomita)	Cantidad de gas de horno de coque transferido fuera de la instalación (m3, t, GJ)	Cantidad de acero producido (t)	Contenido de carbono de acero producido (t C/ t acero)
1990	358.447	0,829	675.945	0,051	116.228	0,092	243.398	0,120	10.864	0,130		557.369	0,010
1991	376.475	0,829	878.263	0,051	139.846	0,092	263.143	0,120	11.273	0,130		550.933	0,010
1992	469.896	0,829	906.442	0,051	145.717	0,092	303.059	0,120	14.227	0,130		743.042	0,010
1993	486.292	0,829	1.029.725	0,051	173.183	0,092	305.435	0,120	24.770	0,130		785.642	0,010
1994	448.440	0,829	1.062.861	0,051	171.318	0,092	289.923	0,120	27.382	0,130		714.810	0,010
1995	431.680	0,829	1.045.798	0,051	180.601	0,092	280.343	0,120	41.018	0,130		648.560	0,010
1996	479.174	0,829	1.101.952	0,051	201.413	0,092	306.429	0,120	41.730	0,130		920.957	0,010
1997	414.034	0,829	1.046.654	0,051	173.507	0,092	307.280	0,120	41.180	0,130		878.461	0,010
1998	469.485	0,829	1.043.164	0,051	179.021	0,092	308.602	0,120	40.136	0,130		822.997	0,010
1999	487.023	0,829	1.100.347	0,051	174.922	0,092	327.026	0,120	40.420	0,130		879.328	0,010
2000	490.679	0,829	1.202.431	0,051	175.115	0,092	322.072	0,120	60.047	0,130		870.117	0,010
2001	446.854	0,829	1.260.843	0,051	171.275	0,092	302.105	0,120	47.543	0,130		841.041	0,010
2002	468.656	0,829	1.245.760	0,051	180.017	0,092	303.030	0,120	58.140	0,130		895.189	0,010
2003	487.505	0,829	1.282.096	0,051	182.475	0,092	292.490	0,120	55.055	0,130		925.508	0,010
2004	540.143	0,829	1.410.339	0,051	191.413	0,092	362.369	0,120	67.121	0,130		997.271	0,010
2005	495.696	0,829	1.326.001	0,051	181.458	0,092	364.582	0,120	58.818	0,130		995.371	0,010
2006	510.519	0,829	1.335.225	0,051	196.461	0,092	408.506	0,120	63.061	0,130		1.066.582	0,010
2007	499.019	0,829	1.157.792	0,051	177.949	0,092	334.483	0,120	63.691	0,130		1.144.350	0,010
2008	482.995	0,829	1.080.885	0,051	176.033	0,092	322.714	0,120	51.687	0,130		1.130.461	0,010
2009	423.051	0,829	1.018.664	0,051	163.934	0,092	248.303	0,120	56.579	0,130		954.916	0,010
2010	285.606	0,829	904.208	0,051	132.228	0,092	161.003	0,120	58.070	0,130		637.364	0,010
2011	538.133	0,829	1.048.658	0,051	176.967	0,092	241.353	0,120	124.567	0,130		1.092.586	0,010
2012	538.884	0,829	1.050.407	0,051	172.640	0,092	191.526	0,120	144.341	0,130		1.096.521	0,010
2013	396.121	0,829	994.794	0,051	156.045	0,092	208.622	0,120	49.005	0,130		859.291	0,010
2014	315.264	0,829	953.300	0,051	177.600	0,092	131.680	0,120	29.896	0,130		696.910	0,010
2015	343.097	0,829	868.430	0,051	195.500	0,092	151.253	0,120	24.656	0,130		772.853	0,010
2016	322.903	0,829	912.397	0,051	171.700	0,092	161.352	0,120	15.410	0,130	No se entrega fuera de la planta	815.257	0,010

\* Valores por defecto Directrices IPCC 2006, cuadro 4.3, vol 3

Tabla 35. Cantidad de Acero EAF producido (t) al año y contenido de carbono (t C /t acero).

Año	Cantidad de electrodos de carbono consumidos en los EAF (t)	Contenido de carbono de los electrodos consumidos (t C/ t electrodo)	Cantidad de carbón inyectado directamente (t)	Contenido de carbono de carbón (t C/ t carbón)	Cantidad de cal calcítica consumida en la producción (t)	Contenido de carbono de cal calcítica consumida en la producción* (t C/ t caliza)	Cantidad de cal dolomita consumida en la producción (t)	Contenido de carbono de cal dolomita consumida en la producción* (t C/ t dolomita)	Cantidad de chatarra de acero consumidas en la producción (t)	Contenido de chatarra (t C / t chatarra)	Cantidad de acero producido (t)	Contenido de carbono de acero producido (t C / t acero)
1990												
1991												
1992	72	1,00	663	0,887	1.356	0,12	595	0,13	43.445	0,002	37.867	0,0034
1993	88	1,00	811	0,887	1.659	0,12	728	0,13	53.140	0,002	46.317	0,0034
1994	104	1,00	959	0,887	1.962	0,12	861	0,13	62.834	0,002	54.767	0,0034
1995	119	1,00	1.097	0,887	2.242	0,12	984	0,13	71.822	0,002	62.600	0,0034
1996	197	1,00	1.277	0,887	2.611	0,12	1.146	0,13	83.639	0,002	72.900	0,0034
1997	191	1,00	1.393	0,887	2.848	0,12	1.250	0,13	91.211	0,002	79.500	0,0034
1998	185	1,00	1.408	0,887	2.880	0,12	1.264	0,13	92.244	0,002	80.400	0,0034
1999	420	1,00	2.452	0,887	5.015	0,12	2.201	0,13	160.623	0,002	140.000	0,0034
2000	476	1,00	3.792	0,887	7.755	0,12	3.403	0,13	248.393	0,002	216.500	0,0034
2001	409	1,00	4.299	0,887	8.792	0,12	3.858	0,13	281.603	0,002	245.446	0,0034
2002	479	1,00	4.665	0,887	9.540	0,12	4.187	0,13	305.567	0,002	266.334	0,0034
2003	503	1,00	5.004	0,887	10.233	0,12	4.491	0,13	347.649	0,002	285.662	0,0034
2004	760	1,00	6.435	0,887	13.160	0,12	5.775	0,13	431.579	0,002	367.379	0,0034
2005	855	1,00	6.736	0,887	13.774	0,12	6.045	0,13	456.406	0,002	384.525	0,0034
2006	1.053	1,00	7.839	0,887	16.029	0,12	7.035	0,13	531.348	0,002	447.487	0,0034
2007	987	1,00	8.164	0,887	24.298	0,12	7.190	0,13	545.520	0,002	457.364	0,0034
2008	786	1,00	7.175	0,887	19.920	0,12	5.720	0,13	430.238	0,002	363.887	0,0034
2009	637	1,00	8.504	0,887	16.123	0,12	5.348	0,13	407.769	0,002	340.209	0,0034
2010	604	1,00	8.881	0,887	19.613	0,12	5.719	0,13	479.591	0,002	363.802	0,0034
2011	627	1,00	7.751	0,887	10.543	0,12	9.018	0,13	416.512	0,002	424.108	0,0034
2012	112	1,00	7.184	0,887	11.100	0,12	7.854	0,13	485.773	0,002	484.647	0,0034
2013	611	1,00	6.649	0,887	10.083	0,12	7.728	0,13	481.080	0,002	459.123	0,0034
2014	560	1,00	5.872	0,887	10.912	0,12	4.072	0,13	464.445	0,002	382.498	0,0034
2015	550	1,00	4.837	0,887	8.163	0,12	5.264	0,13	382.260	0,002	338.941	0,0034
2016	540	1,00	3.707	0,887	9.005	0,12	4.669	0,13	347.412	0,002	337.283	0,0034

\* Valores por defecto Directrices IPCC 2006, cuadro 4.3, vol 3

Nota: Los valores en rojo tratados considerando los datos históricos y que la producción comenzó en 1992.



## **ANEXO 07.02. SECTOR IPPU: IMPORTACIONES Y EXPORTACIONES DE HFC**

Tabla 36. Importaciones anuales de Gases fluorados (kg) considerados en la estimación de emisiones de *Refrigeración y aire acondicionado (2.F.1.)*

Año	HFC152a	HFC134a	HFC125	HFC227ea	HFC143a	HFC32	HFC23
1999	29,942	92.882,946	12.307,080	-	13.406,551	933,086	1,637
2000	-	161.058,303	8.969,729	-	12.234,925	520,458	-
2001	-	159.761,997	25.448,223	-	29.897,241	567,819	-
2002	-	135.133,698	25.046,861	-	26.487,609	3.616,375	-
2003	-	172.614,523	27.747,268	-	29.028,915	2.821,961	-
2004	-	178.153,357	27.459,992	-	27.490,084	3.280,377	2,088
2005	-	171.341,863	29.671,386	-	31.681,383	2.653,797	4,158
2006	-	276.676,954	75.548,094	-	70.523,101	13.843,517	-
2007	-	344.229,353	81.237,504	-	74.658,185	16.998,242	21,038
2008	-	367.206,627	133.590,712	-	119.135,578	29.553,534	8,350
2009	-	364.861,563	109.223,433	-	85.265,552	34.639,089	5,000
2010	-	545.953,819	202.986,740	-	161.630,901	59.142,012	9,605
2011	-	649.394,637	304.580,239	-	216.784,927	103.727,626	71,619
2012	-	552.652,215	313.611,667	-	236.860,483	98.270,733	135,000
2013	-	643.307,636	355.538,304	-	226.945,466	143.423,363	24,615
2014	-	695.678,237	435.039,567	1.641,600	275.933,792	171.215,458	23,511
2015	-	620.958,806	420.078,533	-	262.012,487	169.093,326	203,745
2016	-	607.712,143	463.381,387	-	380.873,730	17.136,353	282,803

Nota: valores en rojo es información tratada

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Tabla 37. Exportaciones anuales de Gases fluorados (kg) considerados en la estimación de emisiones de *Refrigeración y aire acondicionado (2.F.1.)*

Año	HFC152a	HFC134a	HFC125	HFC227ea	HFC143a	HFC32	HFC23
1999	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-
2001	-	2.097,216	516,087	-	609,358	0,438	-
2002	-	9.979,365	4.220,298	-	4.953,386	26,654	-
2003	-	8.510,325	4.559,978	-	5.375,996	10,174	-
2004	-	17.071,081	4.181,822	-	4.937,617	3,532	-
2005	-	30.848,720	6.108,982	-	7.180,279	10,268	-
2006	-	22.371,093	4.681,439	-	5.338,296	163,411	-
2007	-	22.452,423	6.027,351	-	7.050,746	60,540	-
2008	-	15.769,818	6.360,293	-	7.207,900	184,717	-
2009	-	8.189,452	5.440,523	-	5.777,418	301,122	-
2010	-	9.039,031	4.211,353	-	4.321,727	426,259	-
2011	-	11.618,321	4.888,840	-	5.098,111	262,893	-
2012	-	10.051,376	6.621,173	-	6.255,529	579,290	-
2013	-	3.336,407	1.114,236	-	1.249,180	57,139	-
2014	-	3.377,531	3.493,647	-	3.807,188	271,534	-
2015	-	6.582,131	7.884,142	-	4.715,522	1.006,438	-
2016	-	13.551,530	-	-	-	-	-

Nota: valores en rojo es información tratada

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Tabla 38. Importaciones anuales de Gases fluorados (kg) considerados en la estimación de emisiones de *Agentes espumantes (2.F.2.)*

Año	HFC134a	HFC227ea	HFC365mfc
1999	-	-	-
2000	-	-	-
2001	-	-	-
2002	-	-	-
2003	40,769	-	-
2004	19.440,000	-	-
2005	56.700,000	-	-
2006	38.184,000	-	-
2007	11.340,000	1,050	21,950
2008	-	-	960,000
2009	-	-	960,000
2010	-	-	960,000
2011	-	-	1.920,000
2012	-	-	-
2013	-	-	40.320,000
2014	-	-	19.200,000
2015	-	1.344,000	94.656,000
2016	17.786,657	3.964,800	52.675,200

Nota: valores en rojo es información tratada  
Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Tabla 39. Exportaciones anuales de Gases fluorados (kg) considerados en la estimación de emisiones de *Agentes espumantes (2.F.2.)*

Año	HFC134a	HFC227ea	HFC365mfc
1999	-	-	-
2000	-	-	-
2001	-	-	-
2002	-	-	-
2003	-	-	-
2004	-	-	-
2005	-	-	-
2006	-	-	-
2007	-	-	-
2008	-	-	-
2009	-	-	-
2010	-	-	-
2011	-	-	-
2012	-	-	-
2013	-	-	-
2014	-	-	-
2015	-	-	-
2016	428,394	-	-

Nota: valores en rojo es información tratada  
Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Tabla 40. Importaciones anuales de Gases fluorados (kg) considerados en la estimación de emisiones de *Protección contra incendios (2.F.3.)*

Año	HFC125	HFC236fa	HFC227ea	HFC23
1999	-	-	1.714,288	-
2000	-	-	4.109,926	-
2001	-	-	6.808,160	-
2002	-	81,417	12.290,148	-
2003	-	-	6.741,615	-
2004	895,668	-	6.786,558	-
2005	343,640	-	8.491,573	-
2006	1.291,645	-	11.970,690	-
2007	3.676,275	-	10.179,591	-
2008	3.712,419	-	14.843,508	-
2009	6.029,407	-	21.558,549	-
2010	2.367,224	-	22.269,316	-
2011	3.272,738	-	46.970,322	-
2012	2.151,480	-	43.859,981	-
2013	1.099,780	-	20.115,375	-
2014	4.413,825	27,300	30.371,199	-
2015	6.044,891	-	35.897,935	99,000
2016	5.985,888	-	50.125,380	-

Nota: valores en rojo es información tratada

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Tabla 41. Exportaciones anuales de Gases fluorados (kg) considerados en la estimación de emisiones de *Protección contra incendios (2.F.3.)*

Año	HFC125	HFC236fa	HFC227ea	HFC23
1999	-	-	-	-
2000	-	-	-	-
2001	-	-	-	-
2002	-	-	-	-
2003	-	-	-	-
2004	-	-	29,000	-
2005	343,640	-	-	-
2006	-	-	-	-
2007	-	-	157,640	-
2008	-	-	112,000	-
2009	-	-	104,000	-
2010	-	-	-	-
2011	-	-	-	-
2012	-	-	-	-
2013	-	-	-	-
2014	-	-	2.000,000	-
2015	-	-	-	-
2016	-	-	319,870	-

Nota: valores en rojo es información tratada

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Tabla 42. Importaciones anuales de Gases fluorados (kg) considerados en la estimación de emisiones de *Aerosoles* (2.F.4.)

Año	HFC134a	HFC227ea
1999	-	-
2000	-	-
2001	0,243	-
2002	144,706	-
2003	189,254	-
2004	12,183	-
2005	493,731	-
2006	50,493	-
2007	29,283	-
2008	12.510,447	-
2009	15.167,134	-
2010	27.972,411	58,941
2011	22.031,745	32,337
2012	27.470,121	72,562
2013	32.857,675	933,872
2014	68.908,442	747,534
2015	15.978,986	221,862
2016	5.928,886	-

Nota: valores en rojo es información tratada  
Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Tabla 43. Exportaciones anuales de Gases fluorados (kg) considerados en la estimación de emisiones de *Aerosoles* (2.F.4.)

Año	HFC134a	HFC227ea
1999	-	-
2000	-	-
2001	0,243	-
2002	144,706	-
2003	189,254	-
2004	12,183	-
2005	405,491	-
2006	50,493	-
2007	29,283	-
2008	73,427	-
2009	129,404	-
2010	105,453	-
2011	-	-
2012	-	-
2013	-	-
2014	-	-
2015	-	-
2016	142,798	-

Nota: valores en rojo es información tratada  
Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Tabla 44. Importaciones anuales de Gases fluorados (kg) considerados en la estimación de emisiones de *Solventes* (2.F.5.)

Año	HFC152a	HFC134a	HFC125	HFC143a	HFC245fa	HFC365mfc	HFC43-10mee
1999	-	1.330,203	383,328	453,024	-	-	1,962
2000	-	1.112,968	-	-	-	-	26,892
2001	-	2.529,377	4.216,608	4.983,264	-	-	-
2002	689,440	1.563,964	-	-	301,475	301,475	3,848
2003	-	807,626	-	-	4,500	4,500	27,220
2004	-	922,355	-	-	-	-	-
2005	-	933,636	-	-	51,984	22,500	-
2006	344,720	2.153,077	-	-	568,667	450,733	-
2007	-	2.405,437	-	-	402,250	384,106	-
2008	845,489	1.854,613	-	-	309,486	324,409	1.036,646
2009	2.458,907	5.966,217	-	-	345,550	345,550	1.197,504
2010	3.181,852	7.510,990	-	-	471,479	471,479	-
2011	1.528,754	5.400,121	-	-	900,187	900,187	-
2012	976,138	8.918,873	-	-	1.090,641	1.090,641	-
2013	3.650,670	9.305,625	-	-	428,981	428,981	-
2014	1.982,238	7.300,475	-	-	672,261	672,261	-
2015	4.759,948	10.597,849	-	-	1.162,170	1.162,170	-
2016	2.564,000	3.018,240	-	-	29,888	29,888	-

Nota: valores en rojo es información tratada

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

Tabla 45. Exportaciones anuales de Gases fluorados (kg) considerados en la estimación de emisiones de *Solventes* (2.F.5.)

Año	HFC152a	HFC134a	HFC125	HFC143a	HFC245fa	HFC365mfc	HFC43-10mee
1999	-	-	-	-	-	-	-
2000	-	-	-	-	-	-	-
2001	-	-	-	-	-	-	-
2002	-	-	-	-	-	-	-
2003	-	-	-	-	-	-	-
2004	0	-	-	-	-	-	-
2005	-	-	-	-	-	-	-
2006	-	-	-	-	-	-	-
2007	-	-	-	-	-	-	-
2008	-	-	-	-	-	-	-
2009	-	-	-	-	-	-	-
2010	-	-	-	-	-	-	-
2011	-	-	-	-	-	-	-
2012	-	-	-	-	-	-	-
2013	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	-	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-
2016	-	71,399	-	-	-	-	-

Nota: valores en rojo es información tratada

Fuente: Equipo Técnico de IPPU del MMA

**ANEXO 08.01. SECTOR AGRICULTURA:  
FACTORES DE EMISIÓN PAÍS ESPECÍFICO PARA  
LA GANADERÍA**

Tabla 46. Ganado Vacuno (3.A.1) Factores de emisión país específico para Fermentación Entérica, Animales en Pastoreo, serie 1990-2016, por región y por grupo de animal

Animales en Pastoreo	Región de Arica y Parinacota	Región de Tarapacá	Región de Antofagasta	Región de Atacama	Región de Coquimbo	Región de Valparaíso	Región Metropolitana	Región de O'Higgins	Región del Maule	Región de Bío Bío	Región de La Araucanía	Región de Los Ríos	Región de Los Lagos	Región de Aysén	Región de Magallanes
<b>Vacas Lecheras en Producción</b>															
1990	81,83	81,83	81,83	81,83	81,83	81,83	81,83	81,84	81,84	81,84	81,84	81,84	81,84	81,84	81,84
1991	81,92	81,92	81,92	81,92	81,92	81,92	81,92	81,93	81,93	81,93	81,94	81,94	81,94	81,94	81,94
1992	81,28	81,28	81,35	81,28	81,28	81,28	81,28	81,29	81,29	81,29	81,30	81,30	81,30	81,30	81,30
1993	81,19	81,19	81,19	81,19	81,19	81,19	81,19	81,20	81,20	81,20	81,21	81,21	81,21	81,21	81,21
1994	81,23	81,23	81,23	81,23	81,23	81,23	81,23	81,24	81,24	81,24	81,25	81,25	81,25	81,25	81,25
1995	81,66	81,66	81,66	81,66	81,66	81,66	81,66	81,67	81,67	81,67	81,68	81,68	81,68	81,68	81,68
1996	80,98	80,98	80,98	80,98	80,98	80,98	80,98	80,99	80,99	80,99	80,99	80,99	80,99	80,99	80,99
1997	79,47	79,47	79,47	79,47	79,47	79,47	79,47	79,48	79,48	79,48	79,48	79,48	79,48	79,48	79,48
1998	79,74	79,74	79,74	79,74	79,74	79,74	79,74	79,75	79,75	79,75	79,76	79,76	79,76	79,76	79,76
1999	79,02	79,02	79,02	79,02	79,02	79,02	79,02	79,03	79,03	79,03	79,04	79,04	79,04	79,04	79,04
2000	78,66	78,66	78,66	78,66	78,66	78,66	78,66	78,66	78,66	78,66	78,67	78,67	78,67	78,67	78,67
2001	80,80	80,80	80,80	80,80	80,80	80,80	80,80	80,81	80,81	80,81	80,82	80,82	80,82	80,82	80,82
2002	80,46	80,46	80,46	80,46	80,46	80,46	80,46	80,47	80,47	80,47	80,48	80,48	80,48	80,48	80,48
2003	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,01	80,01	80,01	80,02	80,02	80,02	80,02	80,02
2004	81,30	81,30	81,30	81,30	81,30	81,30	81,30	81,31	81,31	81,31	81,32	81,32	81,32	81,32	81,32
2005	82,10	82,10	82,10	82,10	82,10	82,10	82,10	82,11	82,11	82,11	82,12	82,12	82,12	82,12	82,12
2006	83,48	83,48	83,48	83,48	83,48	83,48	83,48	83,49	83,49	83,49	83,50	83,50	83,50	83,50	83,50
2007	84,32	84,32	84,32	84,32	84,32	84,32	84,32	84,34	84,34	84,34	84,34	84,34	84,34	84,34	84,34
2008	85,86	85,86	85,86	85,86	85,86	85,86	85,86	85,87	85,87	85,87	85,88	85,88	85,88	85,88	85,88
2009	83,80	83,80	83,80	83,80	83,80	83,80	83,80	83,81	83,81	83,81	83,82	83,82	83,82	83,82	83,82
2010	86,61	86,61	86,61	86,61	86,61	86,61	86,61	86,62	86,62	86,62	86,63	86,63	86,63	86,63	86,63
2011	88,37	88,37	88,37	88,37	88,37	88,37	88,37	88,38	88,38	88,38	88,39	88,39	88,39	88,39	88,39
2012	85,20	85,20	85,20	85,20	85,20	85,20	85,20	85,22	85,22	85,22	85,23	85,23	85,23	85,23	85,23
2013	82,59	82,59	82,59	82,59	82,59	82,59	82,59	82,60	82,60	82,60	82,61	82,61	82,61	82,61	82,61
2014	84,75	84,75	84,75	84,75	84,75	84,75	84,75	84,77	84,77	84,77	84,77	84,77	84,77	84,77	84,77
2015	85,73	85,73	85,73	85,73	85,73	85,73	85,73	85,74	85,74	85,74	85,75	85,75	85,75	85,75	85,75
2016	85,08	85,08	85,08	85,08	85,08	85,08	85,08	85,10	85,10	85,10	85,11	85,11	85,11	85,11	85,11
<b>Vacas Lecheras secas</b>															
1990	66,49	66,49	66,49	66,49	66,49	66,49	66,49	66,49	66,49	66,49	66,49	66,49	66,49	66,49	66,49
1991	66,12	66,12	66,12	66,12	66,12	66,12	66,12	66,12	66,12	66,12	66,12	66,12	66,12	66,12	66,12
1992	65,75	65,75	65,75	65,75	65,75	65,75	65,75	65,75	65,75	65,75	65,75	65,75	65,75	65,75	65,75
1993	65,39	65,39	65,39	65,39	65,39	65,39	65,39	65,39	65,39	65,39	65,39	65,39	65,39	65,39	65,39
1994	65,03	65,03	65,03	65,03	65,03	65,03	65,03	65,03	65,03	65,03	65,03	65,03	65,03	65,03	65,03
1995	64,67	64,67	64,67	64,67	64,67	64,67	64,67	64,67	64,67	64,67	64,67	64,67	64,67	64,67	64,67
1996	64,31	64,31	64,31	64,31	64,31	64,31	64,31	64,31	64,31	64,31	64,31	64,31	64,31	64,31	64,31
1997	63,96	63,96	63,96	63,96	63,96	63,96	63,96	63,96	63,96	63,96	63,96	63,96	63,96	63,96	63,96
1998	63,61	63,61	63,61	63,61	63,61	63,61	63,61	63,61	63,61	63,61	63,61	63,61	63,61	63,61	63,61
1999	63,26	63,26	63,26	63,26	63,26	63,26	63,26	63,26	63,26	63,26	63,26	63,26	63,26	63,26	63,26
2000	62,92	62,92	62,92	62,92	62,92	62,92	62,92	62,92	62,92	62,92	62,92	62,92	62,92	62,92	62,92
2001	62,58	62,58	62,58	62,58	62,58	62,58	62,58	62,58	62,58	62,58	62,58	62,58	62,58	62,58	62,58
2002	62,24	62,24	62,24	62,24	62,24	62,24	62,24	62,24	62,24	62,24	62,24	62,24	62,24	62,24	62,24



Animales en Pastoreo	Región de Arica y Parinacota	Región de Tarapacá	Región de Antofagasta	Región de Atacama	Región de Coquimbo	Región de Valparaíso	Región Metropolitana	Región de O'Higgins	Región del Maule	Región de Bío Bío	Región de La Araucanía	Región de Los Ríos	Región de Los Lagos	Región de Aysén	Región de Magallanes
2003	61,90	61,90	61,90	61,90	61,90	61,90	61,90	61,90	61,90	61,90	61,90	61,90	61,90	61,90	61,90
2004	61,56	61,56	61,56	61,56	61,56	61,56	61,56	61,56	61,56	61,56	61,56	61,56	61,56	61,56	61,56
2005	61,23	61,23	61,23	61,23	61,23	61,23	61,23	61,23	61,23	61,23	61,23	61,23	61,23	61,23	61,23
2006	60,90	60,90	60,90	60,90	60,90	60,90	60,90	60,90	60,90	60,90	60,90	60,90	60,90	60,90	60,90
2007	60,57	60,57	60,57	60,57	60,57	60,57	60,57	60,57	60,57	60,57	60,57	60,57	60,57	60,57	60,57
2008	60,25	60,25	60,25	60,25	60,25	60,25	60,25	60,25	60,25	60,25	60,25	60,25	60,25	60,25	60,25
2009	59,93	59,93	59,93	59,93	59,93	59,93	59,93	59,93	59,93	59,93	59,93	59,93	59,93	59,93	59,93
2010	59,61	59,61	59,61	59,61	59,61	59,61	59,61	59,61	59,61	59,61	59,61	59,61	59,61	59,61	59,61
2011	59,29	59,29	59,29	59,29	59,29	59,29	59,29	59,29	59,29	59,29	59,29	59,29	59,29	59,29	59,29
2012	58,97	58,97	58,97	58,97	58,97	58,97	58,97	58,97	58,97	58,97	58,97	58,97	58,97	58,97	58,97
2013	58,66	58,66	58,66	58,66	58,66	58,66	58,66	58,66	58,66	58,66	58,66	58,66	58,66	58,66	58,66
2014	58,35	58,35	58,35	58,35	58,35	58,35	58,35	58,35	58,35	58,35	58,35	58,35	58,35	58,35	58,35
2015	58,04	58,04	58,04	58,04	58,04	58,04	58,04	58,04	58,04	58,04	58,04	58,04	58,04	58,04	58,04
2016	57,73	57,73	57,73	57,73	57,73	57,73	57,73	57,73	57,73	57,73	57,73	57,73	57,73	57,73	57,73
<b>Vacas Carne</b>															
1990	64,40	64,40	64,40	64,40	64,40	64,40	64,40	64,40	64,40	64,40	64,40	64,40	64,40	64,40	64,40
1991	64,06	64,06	64,06	64,06	64,06	64,06	64,06	64,06	64,06	64,06	64,06	64,06	64,06	64,06	64,06
1992	63,73	63,73	63,73	63,73	63,73	63,73	63,73	63,73	63,73	63,73	63,73	63,73	63,73	63,73	63,73
1993	63,40	63,40	63,40	63,40	63,40	63,40	63,40	63,40	63,40	63,40	63,40	63,40	63,40	63,40	63,40
1994	63,07	63,07	63,07	63,07	63,07	63,07	63,07	63,07	63,07	63,07	63,07	63,07	63,07	63,07	63,07
1995	62,74	62,74	62,74	62,74	62,74	62,74	62,74	62,74	62,74	62,74	62,74	62,74	62,74	62,74	62,74
1996	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42	62,42
1997	62,09	62,09	62,09	62,09	62,09	62,09	62,09	62,09	62,09	62,09	62,09	62,09	62,09	62,09	62,09
1998	61,77	61,77	61,77	61,77	61,77	61,77	61,77	61,77	61,77	61,77	61,77	61,77	61,77	61,77	61,77
1999	61,45	61,45	61,45	61,45	61,45	61,45	61,45	61,45	61,45	61,45	61,45	61,45	61,45	61,45	61,45
2000	61,13	61,13	61,13	61,13	61,13	61,13	61,13	61,13	61,13	61,13	61,13	61,13	61,13	61,13	61,13
2001	60,82	60,82	60,82	60,82	60,82	60,82	60,82	60,82	60,82	60,82	60,82	60,82	60,82	60,82	60,82
2002	60,50	60,50	60,50	60,50	60,50	60,50	60,50	60,50	60,50	60,50	60,50	60,50	60,50	60,50	60,50
2003	60,19	60,19	60,19	60,19	60,19	60,19	60,19	60,19	60,19	60,19	60,19	60,19	60,19	60,19	60,19
2004	59,87	59,87	59,87	59,87	59,87	59,87	59,87	59,87	59,87	59,87	59,87	59,87	59,87	59,87	59,87
2005	59,56	59,56	59,56	59,56	59,56	59,56	59,56	59,56	59,56	59,56	59,56	59,56	59,56	59,56	59,56
2006	59,25	59,25	59,25	59,25	59,25	59,25	59,25	59,25	59,25	59,25	59,25	59,25	59,25	59,25	59,25
2007	58,95	58,95	58,95	58,95	58,95	58,95	58,95	58,95	58,95	58,95	58,95	58,95	58,95	58,95	58,95
2008	58,64	58,64	58,64	58,64	58,64	58,64	58,64	58,64	58,64	58,64	58,64	58,64	58,64	58,64	58,64
2009	58,34	58,34	58,34	58,34	58,34	58,34	58,34	58,34	58,34	58,34	58,34	58,34	58,34	58,34	58,34
2010	58,03	58,03	58,03	58,03	58,03	58,03	58,03	58,03	58,03	58,03	58,03	58,03	58,03	58,03	58,03
2011	57,73	57,73	57,73	57,73	57,73	57,73	57,73	57,73	57,73	57,73	57,73	57,73	57,73	57,73	57,73
2012	57,43	57,43	57,43	57,43	57,43	57,43	57,43	57,43	57,43	57,43	57,43	57,43	57,43	57,43	57,43
2013	57,14	57,14	57,14	57,14	57,14	57,14	57,14	57,14	57,14	57,14	57,14	57,14	57,14	57,14	57,14
2014	56,84	56,84	56,84	56,84	56,84	56,84	56,84	56,84	56,84	56,84	56,84	56,84	56,84	56,84	56,84
2015	56,54	56,54	56,54	56,54	56,54	56,54	56,54	56,54	56,54	56,54	56,54	56,54	56,54	56,54	56,54
2016	56,25	56,25	56,25	56,25	56,25	56,25	56,25	56,25	56,25	56,25	56,25	56,25	56,25	56,25	56,25
<b>Vaquillas</b>															
1990	62,62	62,62	62,62	62,62	62,62	62,62	62,62	62,62	62,62	62,62	62,62	62,62	62,62	62,62	62,62
1991	63,15	63,15	63,15	63,15	63,15	63,15	63,15	63,15	63,15	63,15	63,15	63,15	63,15	63,15	63,15

Animales en Pastoreo	Región de Arica y Parinacota	Región de Tarapacá	Región de Antofagasta	Región de Atacama	Región de Coquimbo	Región de Valparaíso	Región Metropolitana	Región de O'Higgins	Región del Maule	Región de Bío Bío	Región de La Araucanía	Región de Los Ríos	Región de Los Lagos	Región de Aysén	Región de Magallanes
1992	63,68	63,68	63,68	63,68	63,68	63,68	63,68	63,68	63,68	63,68	63,68	63,68	63,68	63,68	63,68
1993	64,21	64,21	64,21	64,21	64,21	64,21	64,21	64,21	64,21	64,21	64,21	64,21	64,21	64,21	64,21
1994	64,74	64,74	64,74	64,74	64,74	64,74	64,74	64,74	64,74	64,74	64,74	64,74	64,74	64,74	64,74
1995	65,27	65,27	65,27	65,27	65,27	65,27	65,27	65,27	65,27	65,27	65,27	65,27	65,27	65,27	65,27
1996	65,80	65,80	65,80	65,80	65,80	65,80	65,80	65,80	65,80	65,80	65,80	65,80	65,80	65,80	65,80
1997	66,34	66,34	66,34	66,34	66,34	66,34	66,34	66,34	66,34	66,34	66,34	66,34	66,34	66,34	66,34
1998	66,87	66,87	66,87	66,87	66,87	66,87	66,87	66,87	66,87	66,87	66,87	66,87	66,87	66,87	66,87
1999	67,41	67,41	67,41	67,41	67,41	67,41	67,41	67,41	67,41	67,41	67,41	67,41	67,41	67,41	67,41
2000	67,94	67,94	67,94	67,94	67,94	67,94	67,94	67,94	67,94	67,94	67,94	67,94	67,94	67,94	67,94
2001	68,48	68,48	68,48	68,48	68,48	68,48	68,48	68,48	68,48	68,48	68,48	68,48	68,48	68,48	68,48
2002	69,01	69,01	69,01	69,01	69,01	69,01	69,01	69,01	69,01	69,01	69,01	69,01	69,01	69,01	69,01
2003	69,55	69,55	69,55	69,55	69,55	69,55	69,55	69,55	69,55	69,55	69,55	69,55	69,55	69,55	69,55
2004	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09	70,09
2005	70,63	70,63	70,63	70,63	70,63	70,63	70,63	70,63	70,63	70,63	70,63	70,63	70,63	70,63	70,63
2006	71,17	71,17	71,17	71,17	71,17	71,17	71,17	71,17	71,17	71,17	71,17	71,17	71,17	71,17	71,17
2007	71,71	71,71	71,71	71,71	71,71	71,71	71,71	71,71	71,71	71,71	71,71	71,71	71,71	71,71	71,71
2008	72,26	72,26	72,26	72,26	72,26	72,26	72,26	72,26	72,26	72,26	72,26	72,26	72,26	72,26	72,26
2009	72,80	72,80	72,80	72,80	72,80	72,80	72,80	72,80	72,80	72,80	72,80	72,80	72,80	72,80	72,80
2010	73,34	73,34	73,34	73,34	73,34	73,34	73,34	73,34	73,34	73,34	73,34	73,34	73,34	73,34	73,34
2011	73,89	73,89	73,89	73,89	73,89	73,89	73,89	73,89	73,89	73,89	73,89	73,89	73,89	73,89	73,89
2012	74,43	74,43	74,43	74,43	74,43	74,43	74,43	74,43	74,43	74,43	74,43	74,43	74,43	74,43	74,43
2013	74,98	74,98	74,98	74,98	74,98	74,98	74,98	74,98	74,98	74,98	74,98	74,98	74,98	74,98	74,98
2014	75,52	75,52	75,52	75,52	75,52	75,52	75,52	75,52	75,52	75,52	75,52	75,52	75,52	75,52	75,52
2015	76,07	76,07	76,07	76,07	76,07	76,07	76,07	76,07	76,07	76,07	76,07	76,07	76,07	76,07	76,07
2016	76,62	76,62	76,62	76,62	76,62	76,62	76,62	76,62	76,62	76,62	76,62	76,62	76,62	76,62	76,62
<b>Adultos Carne</b>															
1990	84,18	84,18	84,18	84,18	84,18	84,18	84,18	84,18	84,18	84,18	84,18	84,18	84,18	84,18	84,18
1991	84,29	84,29	84,29	84,29	84,29	84,29	84,29	84,29	84,29	84,29	84,29	84,29	84,29	84,29	84,29
1992	84,40	84,40	84,40	84,40	84,40	84,40	84,40	84,40	84,40	84,40	84,40	84,40	84,40	84,40	84,40
1993	84,51	84,51	84,51	84,51	84,51	84,51	84,51	84,51	84,51	84,51	84,51	84,51	84,51	84,51	84,51
1994	84,62	84,62	84,62	84,62	84,62	84,62	84,62	84,62	84,62	84,62	84,62	84,62	84,62	84,62	84,62
1995	84,73	84,73	84,73	84,73	84,73	84,73	84,73	84,73	84,73	84,73	84,73	84,73	84,73	84,73	84,73
1996	84,84	84,84	84,84	84,84	84,84	84,84	84,84	84,84	84,84	84,84	84,84	84,84	84,84	84,84	84,84
1997	84,95	84,95	84,95	84,95	84,95	84,95	84,95	84,95	84,95	84,95	84,95	84,95	84,95	84,95	84,95
1998	85,06	85,06	85,06	85,06	85,06	85,06	85,06	85,06	85,06	85,06	85,06	85,06	85,06	85,06	85,06
1999	85,17	85,17	85,17	85,17	85,17	85,17	85,17	85,17	85,17	85,17	85,17	85,17	85,17	85,17	85,17
2000	85,28	85,28	85,28	85,28	85,28	85,28	85,28	85,28	85,28	85,28	85,28	85,28	85,28	85,28	85,28
2001	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39	85,39
2002	85,50	85,50	85,50	85,50	85,50	85,50	85,50	85,50	85,50	85,50	85,50	85,50	85,50	85,50	85,50
2003	85,61	85,61	85,61	85,61	85,61	85,61	85,61	85,61	85,61	85,61	85,61	85,61	85,61	85,61	85,61
2004	85,73	85,73	85,73	85,73	85,73	85,73	85,73	85,73	85,73	85,73	85,73	85,73	85,73	85,73	85,73
2005	85,84	85,84	85,84	85,84	85,84	85,84	85,84	85,84	85,84	85,84	85,84	85,84	85,84	85,84	85,84
2006	85,95	85,95	85,95	85,95	85,95	85,95	85,95	85,95	85,95	85,95	85,95	85,95	85,95	85,95	85,95
2007	86,06	86,06	86,06	86,06	86,06	86,06	86,06	86,06	86,06	86,06	86,06	86,06	86,06	86,06	86,06
2008	86,17	86,17	86,17	86,17	86,17	86,17	86,17	86,17	86,17	86,17	86,17	86,17	86,17	86,17	86,17

Animales en Pastoreo	Región de Arica y Parinacota	Región de Tarapacá	Región de Antofagasta	Región de Atacama	Región de Coquimbo	Región de Valparaíso	Región Metropolitana	Región de O'Higgins	Región del Maule	Región de Bío Bío	Región de La Araucanía	Región de Los Ríos	Región de Los Lagos	Región de Aysén	Región de Magallanes
2009	86,28	86,28	86,28	86,28	86,28	86,28	86,28	86,28	86,28	86,28	86,28	86,28	86,28	86,28	86,28
2010	86,39	86,39	86,39	86,39	86,39	86,39	86,39	86,39	86,39	86,39	86,39	86,39	86,39	86,39	86,39
2011	86,50	86,50	86,50	86,50	86,50	86,50	86,50	86,50	86,50	86,50	86,50	86,50	86,50	86,50	86,50
2012	86,61	86,61	86,61	86,61	86,61	86,61	86,61	86,61	86,61	86,61	86,61	86,61	86,61	86,61	86,61
2013	86,72	86,72	86,72	86,72	86,72	86,72	86,72	86,72	86,72	86,72	86,72	86,72	86,72	86,72	86,72
2014	86,83	86,83	86,83	86,83	86,83	86,83	86,83	86,83	86,83	86,83	86,83	86,83	86,83	86,83	86,83
2015	86,94	86,94	86,94	86,94	86,94	86,94	86,94	86,94	86,94	86,94	86,94	86,94	86,94	86,94	86,94
2016	87,06	87,06	87,06	87,06	87,06	87,06	87,06	87,06	87,06	87,06	87,06	87,06	87,06	87,06	87,06
<b>Jóvenes Carne</b>															
1990	55,30	55,30	55,30	55,30	55,30	55,30	55,30	55,30	55,30	55,30	55,30	55,30	55,30	55,30	55,30
1991	55,82	55,82	55,82	55,82	55,82	55,82	55,82	55,82	55,82	55,82	55,82	55,82	55,82	55,82	55,82
1992	56,35	56,35	56,35	56,35	56,35	56,35	56,35	56,35	56,35	56,35	56,35	56,35	56,35	56,35	56,35
1993	56,88	56,88	56,88	56,88	56,88	56,88	56,88	56,88	56,88	56,88	56,88	56,88	56,88	56,88	56,88
1994	57,40	57,40	57,40	57,40	57,40	57,40	57,40	57,40	57,40	57,40	57,40	57,40	57,40	57,40	57,40
1995	57,93	57,93	57,93	57,93	57,93	57,93	57,93	57,93	57,93	57,93	57,93	57,93	57,93	57,93	57,93
1996	58,46	58,46	58,46	58,46	58,46	58,46	58,46	58,46	58,46	58,46	58,46	58,46	58,46	58,46	58,46
1997	58,99	58,99	58,99	58,99	58,99	58,99	58,99	58,99	58,99	58,99	58,99	58,99	58,99	58,99	58,99
1998	59,52	59,52	59,52	59,52	59,52	59,52	59,52	59,52	59,52	59,52	59,52	59,52	59,52	59,52	59,52
1999	60,05	60,05	60,05	60,05	60,05	60,05	60,05	60,05	60,05	60,05	60,05	60,05	60,05	60,05	60,05
2000	60,58	60,58	60,58	60,58	60,58	60,58	60,58	60,58	60,58	60,58	60,58	60,58	60,58	60,58	60,58
2001	61,11	61,11	61,11	61,11	61,11	61,11	61,11	61,11	61,11	61,11	61,11	61,11	61,11	61,11	61,11
2002	61,64	61,64	61,64	61,64	61,64	61,64	61,64	61,64	61,64	61,64	61,64	61,64	61,64	61,64	61,64
2003	62,18	62,18	62,18	62,18	62,18	62,18	62,18	62,18	62,18	62,18	62,18	62,18	62,18	62,18	62,18
2004	62,71	62,71	62,71	62,71	62,71	62,71	62,71	62,71	62,71	62,71	62,71	62,71	62,71	62,71	62,71
2005	63,24	63,24	63,24	63,24	63,24	63,24	63,24	63,24	63,24	63,24	63,24	63,24	63,24	63,24	63,24
2006	63,78	63,78	63,78	63,78	63,78	63,78	63,78	63,78	63,78	63,78	63,78	63,78	63,78	63,78	63,78
2007	64,31	64,31	64,31	64,31	64,31	64,31	64,31	64,31	64,31	64,31	64,31	64,31	64,31	64,31	64,31
2008	64,85	64,85	64,85	64,85	64,85	64,85	64,85	64,85	64,85	64,85	64,85	64,85	64,85	64,85	64,85
2009	65,38	65,38	65,38	65,38	65,38	65,38	65,38	65,38	65,38	65,38	65,38	65,38	65,38	65,38	65,38
2010	65,92	65,92	65,92	65,92	65,92	65,92	65,92	65,92	65,92	65,92	65,92	65,92	65,92	65,92	65,92
2011	66,46	66,46	66,46	66,46	66,46	66,46	66,46	66,46	66,46	66,46	66,46	66,46	66,46	66,46	66,46
2012	66,99	66,99	66,99	66,99	66,99	66,99	66,99	66,99	66,99	66,99	66,99	66,99	66,99	66,99	66,99
2013	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53	67,53
2014	68,07	68,07	68,07	68,07	68,07	68,07	68,07	68,07	68,07	68,07	68,07	68,07	68,07	68,07	68,07
2015	68,61	68,61	68,61	68,61	68,61	68,61	68,61	68,61	68,61	68,61	68,61	68,61	68,61	68,61	68,61
2016	69,15	69,15	69,15	69,15	69,15	69,15	69,15	69,15	69,15	69,15	69,15	69,15	69,15	69,15	69,15
<b>Terneros</b>															
1990	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92
1991	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92
1992	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92
1993	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92
1994	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92
1995	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92
1996	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92
1997	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92

Animales en Pastoreo	Región de Arica y Parinacota	Región de Tarapacá	Región de Antofagasta	Región de Atacama	Región de Coquimbo	Región de Valparaíso	Región Metropolitana	Región de O'Higgins	Región del Maule	Región de Bío Bío	Región de La Araucanía	Región de Los Ríos	Región de Los Lagos	Región de Aysén	Región de Magallanes
1998	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92
1999	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92
2000	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92
2001	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92
2002	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92
2003	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92
2004	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92
2005	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92
2006	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92
2007	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92
2008	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92
2009	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92
2010	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92
2011	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92
2012	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92
2013	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92
2014	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92
2015	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92
2016	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92	33,92

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Tabla 47. Ganado Vacuno (3.A.1) Factores de emisión país específico para Fermentación Entérica, Animales Confinados, serie 1990-2016, por región y por grupo de animal

Animales Confinados	Región de Arica y Parinacota	Región de Tarapacá	Región de Antofagasta	Región de Atacama	Región de Coquimbo	Región de Valparaíso	Región Metropolitana	Región de O'Higgins	Región del Maule	Región de Bío Bío	Región de La Araucanía	Región de Los Ríos	Región de Los Lagos	Región de Aysén	Región de Magallanes
<b>Vacas Lecheras en Producción</b>															
1990	75,06	75,06	75,06	75,06	75,06	73,68	73,68	75,07	75,07	75,07	75,08	75,08	69,30	75,08	75,08
1991	75,59	75,59	75,59	75,59	75,59	74,21	74,21	75,60	75,60	75,60	75,61	75,61	69,79	75,61	75,61
1992	75,46	75,46	75,52	75,46	75,46	74,08	74,08	75,47	75,47	75,47	75,47	75,47	69,67	75,47	75,47
1993	75,82	75,82	75,82	75,82	75,82	74,43	74,43	75,83	75,83	75,83	75,84	75,84	70,00	75,84	75,84
1994	76,30	76,30	76,30	76,30	76,30	74,91	74,91	76,31	76,31	76,31	76,32	76,32	70,45	76,32	76,32
1995	77,14	77,14	77,14	77,14	77,14	75,73	75,73	77,15	77,15	77,15	77,16	77,16	71,22	77,16	77,16
1996	76,96	76,96	76,96	76,96	76,96	75,55	75,55	76,97	76,97	76,97	76,97	76,97	71,05	76,97	76,97
1997	76,00	76,00	76,00	76,00	76,00	74,61	74,61	76,01	76,01	76,01	76,02	76,02	70,17	76,02	76,02
1998	76,69	76,69	76,69	76,69	76,69	75,29	75,29	76,70	76,70	76,70	76,71	76,71	70,80	76,71	76,71
1999	76,46	76,46	76,46	76,46	76,46	75,06	75,06	76,46	76,46	76,46	76,47	76,47	70,59	76,47	76,47
2000	76,55	76,55	76,55	76,55	76,55	75,16	75,16	76,56	76,56	76,56	76,56	76,56	70,67	76,56	76,56
2001	78,99	78,99	78,99	78,99	78,99	77,55	77,55	79,00	79,00	79,00	79,00	79,00	72,93	79,00	79,00
2002	79,10	79,10	79,10	79,10	79,10	77,67	77,67	79,11	79,11	79,11	79,12	79,12	73,03	79,12	79,12
2003	79,11	79,11	79,11	79,11	79,11	77,67	77,67	79,11	79,11	79,11	79,12	79,12	73,03	79,12	79,12
2004	80,77	80,77	80,77	80,77	80,77	79,30	79,30	80,78	80,78	80,78	80,78	80,78	74,57	80,78	80,78
2005	81,96	81,96	81,96	81,96	81,96	80,47	80,47	81,97	81,97	81,97	81,98	81,98	75,67	81,98	81,98
2006	83,71	83,71	83,71	83,71	83,71	82,19	82,19	83,72	83,72	83,72	83,73	83,73	77,29	83,73	83,73

Animales Confinados	Región de Arica y Parinacota	Región de Tarapacá	Región de Antofagasta	Región de Atacama	Región de Coquimbo	Región de Valparaíso	Región Metropolitana	Región de O'Higgins	Región del Maule	Región de Bío Bío	Región de La Araucanía	Región de Los Ríos	Región de Los Lagos	Región de Aysén	Región de Magallanes
2007	84,95	84,95	84,95	84,95	84,95	83,41	83,41	84,96	84,96	84,96	84,97	84,97	78,43	84,97	84,97
2008	86,85	86,85	86,85	86,85	86,85	85,28	85,28	86,87	86,87	86,87	86,87	86,87	80,19	86,87	86,87
2009	85,32	85,32	85,32	85,32	85,32	83,78	83,78	85,34	85,34	85,34	85,34	85,34	78,78	85,34	85,34
2010	88,46	88,46	88,46	88,46	88,46	86,86	86,86	88,47	88,47	88,47	88,48	88,48	81,68	88,48	88,48
2011	90,60	90,60	90,60	90,60	90,60	88,97	88,97	90,62	90,62	90,62	90,63	90,63	83,65	90,63	90,63
2012	88,00	88,00	88,00	88,00	88,00	86,41	86,41	88,01	88,01	88,01	88,02	88,02	81,25	88,02	88,02
2013	85,90	85,90	85,90	85,90	85,90	84,35	84,35	85,91	85,91	85,91	85,92	85,92	79,31	85,92	85,92
2014	88,44	88,44	88,44	88,44	88,44	86,84	86,84	88,45	88,45	88,45	88,46	88,46	81,65	88,46	88,46
2015	89,82	89,82	89,82	89,82	89,82	88,21	88,21	89,84	89,84	89,84	89,85	89,85	82,93	89,85	89,85
2016	89,63	89,63	89,63	89,63	89,63	88,02	88,02	89,65	89,65	89,65	89,65	89,65	82,76	89,65	89,65
<b>Vacas Lecheras secas</b>															
1990	57,55	57,55	57,55	57,55	57,55	56,49	56,49	57,55	57,55	57,55	57,55	57,55	53,12	57,55	57,55
1991	57,70	57,70	57,70	57,70	57,70	56,64	56,64	57,70	57,70	57,70	57,70	57,70	53,26	57,70	57,70
1992	57,85	57,85	57,85	57,85	57,85	56,79	56,79	57,85	57,85	57,85	57,85	57,85	53,40	57,85	57,85
1993	58,00	58,00	58,00	58,00	58,00	56,94	56,94	58,00	58,00	58,00	58,00	58,00	53,54	58,00	58,00
1994	58,15	58,15	58,15	58,15	58,15	57,09	57,09	58,15	58,15	58,15	58,15	58,15	53,68	58,15	58,15
1995	58,30	58,30	58,30	58,30	58,30	57,23	57,23	58,30	58,30	58,30	58,30	58,30	53,81	58,30	58,30
1996	58,45	58,45	58,45	58,45	58,45	57,38	57,38	58,45	58,45	58,45	58,45	58,45	53,95	58,45	58,45
1997	58,60	58,60	58,60	58,60	58,60	57,53	57,53	58,60	58,60	58,60	58,60	58,60	54,09	58,60	58,60
1998	58,74	58,74	58,74	58,74	58,74	57,67	57,67	58,74	58,74	58,74	58,74	58,74	54,22	58,74	58,74
1999	58,89	58,89	58,89	58,89	58,89	57,82	57,82	58,89	58,89	58,89	58,89	58,89	54,36	58,89	58,89
2000	59,04	59,04	59,04	59,04	59,04	57,96	57,96	59,04	59,04	59,04	59,04	59,04	54,50	59,04	59,04
2001	59,18	59,18	59,18	59,18	59,18	58,11	58,11	59,18	59,18	59,18	59,18	59,18	54,63	59,18	59,18
2002	59,33	59,33	59,33	59,33	59,33	58,25	58,25	59,33	59,33	59,33	59,33	59,33	54,77	59,33	59,33
2003	59,48	59,48	59,48	59,48	59,48	58,40	58,40	59,48	59,48	59,48	59,48	59,48	54,90	59,48	59,48
2004	59,62	59,62	59,62	59,62	59,62	58,54	58,54	59,62	59,62	59,62	59,62	59,62	55,03	59,62	59,62
2005	59,77	59,77	59,77	59,77	59,77	58,68	58,68	59,77	59,77	59,77	59,77	59,77	55,17	59,77	59,77
2006	59,91	59,91	59,91	59,91	59,91	58,82	58,82	59,91	59,91	59,91	59,91	59,91	55,30	59,91	59,91
2007	60,05	60,05	60,05	60,05	60,05	58,97	58,97	60,05	60,05	60,05	60,05	60,05	55,43	60,05	60,05
2008	60,20	60,20	60,20	60,20	60,20	59,11	59,11	60,20	60,20	60,20	60,20	60,20	55,57	60,20	60,20
2009	60,34	60,34	60,34	60,34	60,34	59,25	59,25	60,34	60,34	60,34	60,34	60,34	55,70	60,34	60,34
2010	60,48	60,48	60,48	60,48	60,48	59,39	59,39	60,48	60,48	60,48	60,48	60,48	55,83	60,48	60,48
2011	60,63	60,63	60,63	60,63	60,63	59,53	59,53	60,63	60,63	60,63	60,63	60,63	55,96	60,63	60,63
2012	60,77	60,77	60,77	60,77	60,77	59,67	59,67	60,77	60,77	60,77	60,77	60,77	56,09	60,77	60,77
2013	60,91	60,91	60,91	60,91	60,91	59,81	59,81	60,91	60,91	60,91	60,91	60,91	56,22	60,91	60,91
2014	61,05	61,05	61,05	61,05	61,05	59,95	59,95	61,05	61,05	61,05	61,05	61,05	56,35	61,05	61,05
2015	61,19	61,19	61,19	61,19	61,19	60,09	60,09	61,19	61,19	61,19	61,19	61,19	56,48	61,19	61,19
2016	61,33	61,33	61,33	61,33	61,33	60,23	60,23	61,33	61,33	61,33	61,33	61,33	56,61	61,33	61,33
<b>Vacas Carne</b>															
1990	48,64	48,64	48,64	48,64	48,64	46,67	46,67	48,64	48,64	48,64	48,64	48,64	44,89	48,64	48,64
1991	48,43	48,43	48,43	48,43	48,43	46,52	46,52	48,43	48,43	48,43	48,43	48,43	48,77	48,43	48,43
1992	48,22	48,22	48,22	48,22	48,22	46,36	46,36	48,22	48,22	48,22	48,22	48,22	48,56	48,22	48,22
1993	48,02	48,02	48,02	48,02	48,02	46,20	46,20	48,02	48,02	48,02	48,02	48,02	48,36	48,02	48,02
1994	47,81	47,81	47,81	47,81	47,81	46,04	46,04	47,81	47,81	47,81	47,81	47,81	48,15	47,81	47,81
1995	47,61	47,61	47,61	47,61	47,61	45,88	45,88	47,61	47,61	47,61	47,61	47,61	47,94	47,61	47,61

Animales Confinados	Región de Arica y Parinacota	Región de Tarapacá	Región de Antofagasta	Región de Atacama	Región de Coquimbo	Región de Valparaíso	Región Metropolitana	Región de O'Higgins	Región del Maule	Región de Bío Bío	Región de La Araucanía	Región de Los Ríos	Región de Los Lagos	Región de Aysén	Región de Magallanes
1996	47,41	47,41	47,41	47,41	47,41	45,73	45,73	47,41	47,41	47,41	47,41	47,41	47,74	47,41	47,41
1997	47,20	47,20	47,20	47,20	47,20	45,57	45,57	47,20	47,20	47,20	47,20	47,20	47,53	47,20	47,20
1998	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	45,41	45,41	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	47,33	47,00	47,00
1999	46,80	46,80	46,80	46,80	46,80	45,25	45,25	46,80	46,80	46,80	46,80	46,80	47,13	46,80	46,80
2000	46,60	46,60	46,60	46,60	46,60	45,10	45,10	46,60	46,60	46,60	46,60	46,60	46,93	46,60	46,60
2001	46,40	46,40	46,40	46,40	46,40	44,94	44,94	46,40	46,40	46,40	46,40	46,40	46,72	46,40	46,40
2002	46,20	46,20	46,20	46,20	46,20	44,78	44,78	46,20	46,20	46,20	46,20	46,20	46,52	46,20	46,20
2003	46,00	46,00	46,00	46,00	46,00	44,63	44,63	46,00	46,00	46,00	46,00	46,00	46,32	46,00	46,00
2004	45,80	45,80	45,80	45,80	45,80	44,47	44,47	45,80	45,80	45,80	45,80	45,80	46,12	45,80	45,80
2005	45,60	45,60	45,60	45,60	45,60	44,31	44,31	45,60	45,60	45,60	45,60	45,60	45,92	45,60	45,60
2006	45,40	45,40	45,40	45,40	45,40	44,16	44,16	45,40	45,40	45,40	45,40	45,40	45,72	45,40	45,40
2007	45,21	45,21	45,21	45,21	45,21	44,00	44,00	45,21	45,21	45,21	45,21	45,21	45,52	45,21	45,21
2008	45,01	45,01	45,01	45,01	45,01	43,84	43,84	45,01	45,01	45,01	45,01	45,01	45,32	45,01	45,01
2009	44,81	44,81	44,81	44,81	44,81	43,69	43,69	44,81	44,81	44,81	44,81	44,81	45,13	44,81	44,81
2010	44,62	44,62	44,62	44,62	44,62	43,53	43,53	44,62	44,62	44,62	44,62	44,62	44,93	44,62	44,62
2011	44,42	44,42	44,42	44,42	44,42	43,38	43,38	44,42	44,42	44,42	44,42	44,42	44,73	44,42	44,42
2012	44,23	44,23	44,23	44,23	44,23	43,22	43,22	44,23	44,23	44,23	44,23	44,23	44,54	44,23	44,23
2013	44,03	44,03	44,03	44,03	44,03	43,07	43,07	44,03	44,03	44,03	44,03	44,03	44,34	44,03	44,03
2014	43,84	43,84	43,84	43,84	43,84	42,91	42,91	43,84	43,84	43,84	43,84	43,84	44,15	43,84	43,84
2015	43,65	43,65	43,65	43,65	43,65	42,75	42,75	43,65	43,65	43,65	43,65	43,65	43,95	43,65	43,65
2016	43,45	43,45	43,45	43,45	43,45	42,60	42,60	43,45	43,45	43,45	43,45	43,45	43,76	43,45	43,45
<b>Vaquillas</b>															
1990	61,43	61,43	61,43	61,43	61,43	61,43	61,43	61,43	61,43	61,43	61,43	61,43	56,70	61,43	61,43
1991	61,79	61,79	61,79	61,79	61,79	61,79	61,79	61,79	61,79	61,79	61,79	61,79	57,04	61,79	61,79
1992	62,16	62,16	62,16	62,16	62,16	62,16	62,16	62,16	62,16	62,16	62,16	62,16	57,38	62,16	62,16
1993	62,52	62,52	62,52	62,52	62,52	62,52	62,52	62,52	62,52	62,52	62,52	62,52	57,71	62,52	62,52
1994	62,89	62,89	62,89	62,89	62,89	62,89	62,89	62,89	62,89	62,89	62,89	62,89	58,05	62,89	62,89
1995	63,26	63,26	63,26	63,26	63,26	63,26	63,26	63,26	63,26	63,26	63,26	63,26	58,39	63,26	63,26
1996	63,63	63,63	63,63	63,63	63,63	63,63	63,63	63,63	63,63	63,63	63,63	63,63	58,73	63,63	63,63
1997	64,00	64,00	64,00	64,00	64,00	64,00	64,00	64,00	64,00	64,00	64,00	64,00	59,07	64,00	64,00
1998	64,36	64,36	64,36	64,36	64,36	64,36	64,36	64,36	64,36	64,36	64,36	64,36	59,41	64,36	64,36
1999	64,73	64,73	64,73	64,73	64,73	64,73	64,73	64,73	64,73	64,73	64,73	64,73	59,75	64,73	64,73
2000	65,10	65,10	65,10	65,10	65,10	65,10	65,10	65,10	65,10	65,10	65,10	65,10	60,10	65,10	65,10
2001	65,47	65,47	65,47	65,47	65,47	65,47	65,47	65,47	65,47	65,47	65,47	65,47	60,44	65,47	65,47
2002	65,85	65,85	65,85	65,85	65,85	65,85	65,85	65,85	65,85	65,85	65,85	65,85	60,78	65,85	65,85
2003	66,22	66,22	66,22	66,22	66,22	66,22	66,22	66,22	66,22	66,22	66,22	66,22	61,12	66,22	66,22
2004	66,59	66,59	66,59	66,59	66,59	66,59	66,59	66,59	66,59	66,59	66,59	66,59	61,47	66,59	66,59
2005	66,96	66,96	66,96	66,96	66,96	66,96	66,96	66,96	66,96	66,96	66,96	66,96	61,81	66,96	66,96
2006	67,33	67,33	67,33	67,33	67,33	67,33	67,33	67,33	67,33	67,33	67,33	67,33	62,16	67,33	67,33
2007	67,71	67,71	67,71	67,71	67,71	67,71	67,71	67,71	67,71	67,71	67,71	67,71	62,50	67,71	67,71
2008	68,08	68,08	68,08	68,08	68,08	68,08	68,08	68,08	68,08	68,08	68,08	68,08	62,84	68,08	68,08
2009	68,46	68,46	68,46	68,46	68,46	68,46	68,46	68,46	68,46	68,46	68,46	68,46	63,19	68,46	68,46
2010	68,83	68,83	68,83	68,83	68,83	68,83	68,83	68,83	68,83	68,83	68,83	68,83	63,54	68,83	68,83
2011	69,21	69,21	69,21	69,21	69,21	69,21	69,21	69,21	69,21	69,21	69,21	69,21	63,88	69,21	69,21
2012	69,58	69,58	69,58	69,58	69,58	69,58	69,58	69,58	69,58	69,58	69,58	69,58	64,23	69,58	69,58

Animales Confinados	Región de Arica y Parinacota	Región de Tarapacá	Región de Antofagasta	Región de Atacama	Región de Coquimbo	Región de Valparaíso	Región Metropolitana	Región de O'Higgins	Región del Maule	Región de Bío Bío	Región de La Araucanía	Región de Los Ríos	Región de Los Lagos	Región de Aysén	Región de Magallanes
2013	69,96	69,96	69,96	69,96	69,96	69,96	69,96	69,96	69,96	69,96	69,96	69,96	64,58	69,96	69,96
2014	70,33	70,33	70,33	70,33	70,33	70,33	70,33	70,33	70,33	70,33	70,33	70,33	64,92	70,33	70,33
2015	70,71	70,71	70,71	70,71	70,71	70,71	70,71	70,71	70,71	70,71	70,71	70,71	65,27	70,71	70,71
2016	71,09	71,09	71,09	71,09	71,09	71,09	71,09	71,09	71,09	71,09	71,09	71,09	65,62	71,09	71,09
<b>Adultos Carne</b>															
1990	76,05	76,05	76,05	76,05	76,05	76,05	76,05	76,05	76,05	76,05	76,05	76,05	70,20	76,05	76,05
1991	76,31	76,31	76,31	76,31	76,31	76,31	76,31	76,31	76,31	76,31	76,31	76,31	70,44	76,31	76,31
1992	76,57	76,57	76,57	76,57	76,57	76,57	76,57	76,57	76,57	76,57	76,57	76,57	70,68	76,57	76,57
1993	76,83	76,83	76,83	76,83	76,83	76,83	76,83	76,83	76,83	76,83	76,83	76,83	70,92	76,83	76,83
1994	77,09	77,09	77,09	77,09	77,09	77,09	77,09	77,09	77,09	77,09	77,09	77,09	71,16	77,09	77,09
1995	77,35	77,35	77,35	77,35	77,35	77,35	77,35	77,35	77,35	77,35	77,35	77,35	71,40	77,35	77,35
1996	77,61	77,61	77,61	77,61	77,61	77,61	77,61	77,61	77,61	77,61	77,61	77,61	71,64	77,61	77,61
1997	77,88	77,88	77,88	77,88	77,88	77,88	77,88	77,88	77,88	77,88	77,88	77,88	71,89	77,88	77,88
1998	78,14	78,14	78,14	78,14	78,14	78,14	78,14	78,14	78,14	78,14	78,14	78,14	72,13	78,14	78,14
1999	78,40	78,40	78,40	78,40	78,40	78,40	78,40	78,40	78,40	78,40	78,40	78,40	72,37	78,40	78,40
2000	78,66	78,66	78,66	78,66	78,66	78,66	78,66	78,66	78,66	78,66	78,66	78,66	72,61	78,66	78,66
2001	78,92	78,92	78,92	78,92	78,92	78,92	78,92	78,92	78,92	78,92	78,92	78,92	72,85	78,92	78,92
2002	79,18	79,18	79,18	79,18	79,18	79,18	79,18	79,18	79,18	79,18	79,18	79,18	73,09	79,18	79,18
2003	79,44	79,44	79,44	79,44	79,44	79,44	79,44	79,44	79,44	79,44	79,44	79,44	73,33	79,44	79,44
2004	79,70	79,70	79,70	79,70	79,70	79,70	79,70	79,70	79,70	79,70	79,70	79,70	73,57	79,70	79,70
2005	79,96	79,96	79,96	79,96	79,96	79,96	79,96	79,96	79,96	79,96	79,96	79,96	73,81	79,96	79,96
2006	80,22	80,22	80,22	80,22	80,22	80,22	80,22	80,22	80,22	80,22	80,22	80,22	74,05	80,22	80,22
2007	80,48	80,48	80,48	80,48	80,48	80,48	80,48	80,48	80,48	80,48	80,48	80,48	74,29	80,48	80,48
2008	80,74	80,74	80,74	80,74	80,74	80,74	80,74	80,74	80,74	80,74	80,74	80,74	74,53	80,74	80,74
2009	81,00	81,00	81,00	81,00	81,00	81,00	81,00	81,00	81,00	81,00	81,00	81,00	74,77	81,00	81,00
2010	81,26	81,26	81,26	81,26	81,26	81,26	81,26	81,26	81,26	81,26	81,26	81,26	75,01	81,26	81,26
2011	81,52	81,52	81,52	81,52	81,52	81,52	81,52	81,52	81,52	81,52	81,52	81,52	75,25	81,52	81,52
2012	81,78	81,78	81,78	81,78	81,78	81,78	81,78	81,78	81,78	81,78	81,78	81,78	75,49	81,78	81,78
2013	82,04	82,04	82,04	82,04	82,04	82,04	82,04	82,04	82,04	82,04	82,04	82,04	75,73	82,04	82,04
2014	82,30	82,30	82,30	82,30	82,30	82,30	82,30	82,30	82,30	82,30	82,30	82,30	75,97	82,30	82,30
2015	82,56	82,56	82,56	82,56	82,56	82,56	82,56	82,56	82,56	82,56	82,56	82,56	76,21	82,56	82,56
2016	82,82	82,82	82,82	82,82	82,82	82,82	82,82	82,82	82,82	82,82	82,82	82,82	76,45	82,82	82,82
<b>Jóvenes Carne</b>															
1990	21,34	21,34	21,34	21,34	21,34	21,34	21,34	21,34	21,34	21,34	21,34	21,34	42,68	21,34	21,34
1991	21,39	21,39	21,39	21,39	21,39	21,39	21,39	21,39	21,39	21,39	21,39	21,39	21,39	21,39	21,39
1992	21,45	21,45	21,45	21,45	21,45	21,45	21,45	21,45	21,45	21,45	21,45	21,45	21,45	21,45	21,45
1993	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50
1994	21,56	21,56	21,56	21,56	21,56	21,56	21,56	21,56	21,56	21,56	21,56	21,56	21,56	21,56	21,56
1995	21,61	21,61	21,61	21,61	21,61	21,61	21,61	21,61	21,61	21,61	21,61	21,61	21,61	21,61	21,61
1996	21,67	21,67	21,67	21,67	21,67	21,67	21,67	21,67	21,67	21,67	21,67	21,67	21,67	21,67	21,67
1997	21,72	21,72	21,72	21,72	21,72	21,72	21,72	21,72	21,72	21,72	21,72	21,72	21,72	21,72	21,72
1998	21,78	21,78	21,78	21,78	21,78	21,78	21,78	21,78	21,78	21,78	21,78	21,78	21,78	21,78	21,78
1999	21,84	21,84	21,84	21,84	21,84	21,84	21,84	21,84	21,84	21,84	21,84	21,84	21,84	21,84	21,84
2000	21,89	21,89	21,89	21,89	21,89	21,89	21,89	21,89	21,89	21,89	21,89	21,89	21,89	21,89	21,89
2001	21,95	21,95	21,95	21,95	21,95	21,95	21,95	21,95	21,95	21,95	21,95	21,95	21,95	21,95	21,95

Animales Confinados	Región de Arica y Parinacota	Región de Tarapacá	Región de Antofagasta	Región de Atacama	Región de Coquimbo	Región de Valparaíso	Región Metropolitana	Región de O'Higgins	Región del Maule	Región de Bío Bío	Región de La Araucanía	Región de Los Ríos	Región de Los Lagos	Región de Aysén	Región de Magallanes
2002	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00
2003	22,06	22,06	22,06	22,06	22,06	22,06	22,06	22,06	22,06	22,06	22,06	22,06	22,06	22,06	22,06
2004	22,11	22,11	22,11	22,11	22,11	22,11	22,11	22,11	22,11	22,11	22,11	22,11	22,11	22,11	22,11
2005	22,17	22,17	22,17	22,17	22,17	22,17	22,17	22,17	22,17	22,17	22,17	22,17	22,17	22,17	22,17
2006	22,23	22,23	22,23	22,23	22,23	22,23	22,23	22,23	22,23	22,23	22,23	22,23	22,23	22,23	22,23
2007	22,28	22,28	22,28	22,28	22,28	22,28	22,28	22,28	22,28	22,28	22,28	22,28	22,28	22,28	22,28
2008	22,34	22,34	22,34	22,34	22,34	22,34	22,34	22,34	22,34	22,34	22,34	22,34	22,34	22,34	22,34
2009	22,39	22,39	22,39	22,39	22,39	22,39	22,39	22,39	22,39	22,39	22,39	22,39	22,39	22,39	22,39
2010	22,45	22,45	22,45	22,45	22,45	22,45	22,45	22,45	22,45	22,45	22,45	22,45	22,45	22,45	22,45
2011	22,51	22,51	22,51	22,51	22,51	22,51	22,51	22,51	22,51	22,51	22,51	22,51	22,51	22,51	22,51
2012	22,56	22,56	22,56	22,56	22,56	22,56	22,56	22,56	22,56	22,56	22,56	22,56	22,56	22,56	22,56
2013	22,62	22,62	22,62	22,62	22,62	22,62	22,62	22,62	22,62	22,62	22,62	22,62	22,62	22,62	22,62
2014	22,67	22,67	22,67	22,67	22,67	22,67	22,67	22,67	22,67	22,67	22,67	22,67	22,67	22,67	22,67
2015	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73	22,73
2016	22,79	22,79	22,79	22,79	22,79	22,79	22,79	22,79	22,79	22,79	22,79	22,79	22,79	22,79	22,79
<b>Terneros</b>															
1990	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	32,70	30,18	32,70	32,70
1991	32,73	32,73	32,73	32,73	32,73	32,73	32,73	32,73	32,73	32,73	32,73	32,73	30,21	32,73	32,73
1992	32,77	32,77	32,77	32,77	32,77	32,77	32,77	32,77	32,77	32,77	32,77	32,77	30,25	32,77	32,77
1993	32,81	32,81	32,81	32,81	32,81	32,81	32,81	32,81	32,81	32,81	32,81	32,81	30,28	32,81	32,81
1994	32,84	32,84	32,84	32,84	32,84	32,84	32,84	32,84	32,84	32,84	32,84	32,84	30,32	32,84	32,84
1995	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	32,88	30,35	32,88	32,88
1996	32,92	32,92	32,92	32,92	32,92	32,92	32,92	32,92	32,92	32,92	32,92	32,92	30,38	32,92	32,92
1997	32,95	32,95	32,95	32,95	32,95	32,95	32,95	32,95	32,95	32,95	32,95	32,95	30,42	32,95	32,95
1998	32,99	32,99	32,99	32,99	32,99	32,99	32,99	32,99	32,99	32,99	32,99	32,99	30,45	32,99	32,99
1999	33,03	33,03	33,03	33,03	33,03	33,03	33,03	33,03	33,03	33,03	33,03	33,03	30,49	33,03	33,03
2000	33,06	33,06	33,06	33,06	33,06	33,06	33,06	33,06	33,06	33,06	33,06	33,06	30,52	33,06	33,06
2001	33,10	33,10	33,10	33,10	33,10	33,10	33,10	33,10	33,10	33,10	33,10	33,10	30,55	33,10	33,10
2002	33,14	33,14	33,14	33,14	33,14	33,14	33,14	33,14	33,14	33,14	33,14	33,14	30,59	33,14	33,14
2003	33,17	33,17	33,17	33,17	33,17	33,17	33,17	33,17	33,17	33,17	33,17	33,17	30,62	33,17	33,17
2004	33,21	33,21	33,21	33,21	33,21	33,21	33,21	33,21	33,21	33,21	33,21	33,21	30,65	33,21	33,21
2005	33,25	33,25	33,25	33,25	33,25	33,25	33,25	33,25	33,25	33,25	33,25	33,25	30,69	33,25	33,25
2006	33,28	33,28	33,28	33,28	33,28	33,28	33,28	33,28	33,28	33,28	33,28	33,28	30,72	33,28	33,28
2007	33,32	33,32	33,32	33,32	33,32	33,32	33,32	33,32	33,32	33,32	33,32	33,32	30,76	33,32	33,32
2008	33,36	33,36	33,36	33,36	33,36	33,36	33,36	33,36	33,36	33,36	33,36	33,36	30,79	33,36	33,36
2009	33,39	33,39	33,39	33,39	33,39	33,39	33,39	33,39	33,39	33,39	33,39	33,39	30,82	33,39	33,39
2010	33,43	33,43	33,43	33,43	33,43	33,43	33,43	33,43	33,43	33,43	33,43	33,43	30,86	33,43	33,43
2011	33,46	33,46	33,46	33,46	33,46	33,46	33,46	33,46	33,46	33,46	33,46	33,46	30,89	33,46	33,46
2012	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	33,50	30,92	33,50	33,50
2013	33,54	33,54	33,54	33,54	33,54	33,54	33,54	33,54	33,54	33,54	33,54	33,54	30,96	33,54	33,54
2014	33,57	33,57	33,57	33,57	33,57	33,57	33,57	33,57	33,57	33,57	33,57	33,57	30,99	33,57	33,57
2015	33,61	33,61	33,61	33,61	33,61	33,61	33,61	33,61	33,61	33,61	33,61	33,61	31,02	33,61	33,61
2016	33,65	33,65	33,65	33,65	33,65	33,65	33,65	33,65	33,65	33,65	33,65	33,65	31,06	33,65	33,65

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI



Tabla 48. Ganado Vacuno (3.B.1) Factores de emisión país específico para Gestión del Estiércol, Animales en Pastoreo, serie 1990-2016, por región y por grupo de animal

Animales en Pastoreo	Región de Arica y Parinacota	Región de Tarapacá	Región de Antofagasta	Región de Atacama	Región de Coquimbo	Región de Valparaíso	Región Metropolitana	Región de O'Higgins	Región del Maule	Región de Bío Bío	Región de La Araucanía	Región de Los Ríos	Región de Los Lagos	Región de Aysén	Región de Magallanes
<b>Vacas Lecheras en Producción</b>															
1990	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,97	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31
1991	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31
1992	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29
1993	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,92	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28
1994	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28
1995	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,27	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28
1996	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
1997	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23
1998	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22
1999	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21
2000	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
2001	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22
2002	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21
2003	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
2004	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21
2005	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,82	1,82	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21
2006	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22
2007	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23
2008	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24
2009	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21
2010	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24
2011	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,88	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
2012	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,81	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
2013	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
2014	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
2015	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
2016	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
<b>Vacas Lecheras secas</b>															
1990	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1991	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1992	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1993	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1994	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1995	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1996	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1997	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1998	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1999	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2002	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Animales en Pastoreo	Región de Arica y Parinacota	Región de Tarapacá	Región de Antofagasta	Región de Atacama	Región de Coquimbo	Región de Valparaíso	Región Metropolitana	Región de O'Higgins	Región del Maule	Región de Bío Bío	Región de La Araucanía	Región de Los Ríos	Región de Los Lagos	Región de Aysén	Región de Magallanes
2003	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2004	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2005	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2006	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2008	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2010	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2011	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2012	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2013	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2014	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2015	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2016	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Vacas Carne</b>															
1990	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
1991	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,58	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
1992	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
1993	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
1994	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,54	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
1995	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
1996	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
1997	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1998	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
1999	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
2000	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
2001	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
2002	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
2003	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
2004	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
2005	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	1,39	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
2006	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	1,38	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
2007	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	1,37	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
2008	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
2009	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	1,34	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90	0,90
2010	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	1,33	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89
2011	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
2012	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	1,31	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87
2013	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86	0,86
2014	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
2015	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85
2016	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
<b>Vaquillas</b>															
1990	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
1991	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07

Animales en Pastoreo	Región de Arica y Parinacota	Región de Tarapacá	Región de Antofagasta	Región de Atacama	Región de Coquimbo	Región de Valparaíso	Región Metropolitana	Región de O'Higgins	Región del Maule	Región de Bío Bío	Región de La Araucanía	Región de Los Ríos	Región de Los Lagos	Región de Aysén	Región de Magallanes
1992	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
1993	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
1994	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
1995	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
1996	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
1997	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
1998	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
1999	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
2000	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,73	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
2001	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
2002	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,76	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
2003	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
2004	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,79	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19	1,19
2005	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,80	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20	1,20
2006	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,82	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21	1,21
2007	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,83	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22	1,22
2008	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,84	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23	1,23
2009	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,86	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24	1,24
2010	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,87	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25	1,25
2011	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,89	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26	1,26
2012	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,90	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27	1,27
2013	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,91	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28	1,28
2014	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,93	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29
2015	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,94	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29	1,29
2016	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,96	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
<b>Adultos Carne</b>															
1990	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
1991	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43
1992	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44
1993	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44
1994	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44
1995	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	2,16	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44
1996	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44
1997	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
1998	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
1999	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	2,17	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
2000	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
2001	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45
2002	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	2,18	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46
2003	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46
2004	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46
2005	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46
2006	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	2,19	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46
2007	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46	1,46
2008	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47

Animales en Pastoreo	Región de Arica y Parinacota	Región de Tarapacá	Región de Antofagasta	Región de Atacama	Región de Coquimbo	Región de Valparaíso	Región Metropolitana	Región de O'Higgins	Región del Maule	Región de Bío Bío	Región de La Araucanía	Región de Los Ríos	Región de Los Lagos	Región de Aysén	Región de Magallanes
2009	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47
2010	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47
2011	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47
2012	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47
2013	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	2,21	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48
2014	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48
2015	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48
2016	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	2,22	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48
<b>Jóvenes Carne</b>															
1990	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	1,41	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94	0,94
1991	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	1,43	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95
1992	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	1,44	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96	0,96
1993	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	1,45	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97
1994	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	1,47	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
1995	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
1996	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	1,49	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99	0,99
1997	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,51	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1998	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,52	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01	1,01
1999	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,53	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02
2000	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
2001	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,56	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04
2002	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,57	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05
2003	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,59	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06	1,06
2004	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,60	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07	1,07
2005	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,61	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08	1,08
2006	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,63	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
2007	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,64	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
2008	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,66	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10	1,10
2009	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,67	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11	1,11
2010	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,68	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12	1,12
2011	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,70	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13	1,13
2012	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,71	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14	1,14
2013	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,72	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15	1,15
2014	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,74	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16	1,16
2015	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17	1,17
2016	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,77	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18	1,18
<b>Terneros</b>															
1990	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
1991	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
1992	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
1993	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
1994	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
1995	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
1996	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
1997	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58

Animales en Pastoreo	Región de Arica y Parinacota	Región de Tarapacá	Región de Antofagasta	Región de Atacama	Región de Coquimbo	Región de Valparaíso	Región Metropolitana	Región de O'Higgins	Región del Maule	Región de Bío Bío	Región de La Araucanía	Región de Los Ríos	Región de Los Lagos	Región de Aysén	Región de Magallanes
1998	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
1999	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
2000	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
2001	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
2002	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
2003	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
2004	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
2005	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
2006	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
2007	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
2008	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
2009	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
2010	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
2011	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
2012	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
2013	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
2014	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
2015	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58
2016	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,87	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58	0,58

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

Tabla 49. Ganado Vacuno (3.B.1) Factores de emisión país específico para Gestión del Estiércol, Animales Confinados, serie 1990-2016, por región y por grupo de animal

Animales Confinados	Región de Arica y Parinacota	Región de Tarapacá	Región de Antofagasta	Región de Atacama	Región de Coquimbo	Región de Valparaíso	Región Metropolitana	Región de O'Higgins	Región del Maule	Región de Bío Bío	Región de La Araucanía	Región de Los Ríos	Región de Los Lagos	Región de Aysén	Región de Magallanes
<b>Vacas Lecheras en Producción</b>															
1990	30,66	30,66	30,66	30,66	30,66	29,02	29,02	30,66	30,66	30,66	30,67	30,67	30,67	30,67	30,67
1991	30,83	30,83	30,83	30,83	30,83	29,19	29,19	30,84	30,84	30,84	30,84	30,84	30,84	30,84	30,84
1992	30,74	30,74	30,76	30,74	30,74	29,09	29,09	30,74	30,74	30,74	30,74	30,74	30,74	30,74	30,74
1993	30,84	30,84	30,84	30,84	30,84	29,19	29,19	30,85	30,85	30,85	30,85	30,85	30,85	30,85	30,85
1994	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	29,34	29,34	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00
1995	31,29	31,29	31,29	31,29	31,29	29,62	29,62	31,30	31,30	31,30	31,30	31,30	31,30	31,30	31,30
1996	31,17	31,17	31,17	31,17	31,17	29,50	29,50	31,18	31,18	31,18	31,18	31,18	31,18	31,18	31,18
1997	30,74	30,74	30,74	30,74	30,74	29,10	29,10	30,75	30,75	30,75	30,75	30,75	30,75	30,75	30,75
1998	30,98	30,98	30,98	30,98	30,98	29,32	29,32	30,98	30,98	30,98	30,99	30,99	30,99	30,99	30,99
1999	30,84	30,84	30,84	30,84	30,84	29,19	29,19	30,85	30,85	30,85	30,85	30,85	30,85	30,85	30,85
2000	30,84	30,84	30,84	30,84	30,84	29,18	29,18	30,84	30,84	30,84	30,84	30,84	30,84	30,84	30,84
2001	31,78	31,78	31,78	31,78	31,78	30,07	30,07	31,78	31,78	31,78	31,78	31,78	31,78	31,78	31,78
2002	31,78	31,78	31,78	31,78	31,78	30,07	30,07	31,78	31,78	31,78	31,78	31,78	31,78	31,78	31,78
2003	31,73	31,73	31,73	31,73	31,73	30,02	30,02	31,74	31,74	31,74	31,74	31,74	31,74	31,74	31,74
2004	32,36	32,36	32,36	32,36	32,36	30,61	30,61	32,36	32,36	32,36	32,36	32,36	32,36	32,36	32,36
2005	32,79	32,79	32,79	32,79	32,79	31,02	31,02	32,79	32,79	32,79	32,79	32,79	32,79	32,79	32,79
2006	33,44	33,44	33,44	33,44	33,44	31,64	31,64	33,44	33,44	33,44	33,45	33,45	33,45	33,45	33,45

Animales Confinados	Región de Arica y Parinacota	Región de Tarapacá	Región de Antofagasta	Región de Atacama	Región de Coquimbo	Región de Valparaíso	Región Metropolitana	Región de O'Higgins	Región del Maule	Región de Bío Bío	Región de La Araucanía	Región de Los Ríos	Región de Los Lagos	Región de Aysén	Región de Magallanes
2007	33,89	33,89	33,89	33,89	33,89	32,06	32,06	33,89	33,89	33,89	33,89	33,89	33,89	33,89	33,89
2008	34,60	34,60	34,60	34,60	34,60	32,73	32,73	34,60	34,60	34,60	34,61	34,61	34,61	34,61	34,61
2009	33,94	33,94	33,94	33,94	33,94	32,11	32,11	33,95	33,95	33,95	33,95	33,95	33,95	33,95	33,95
2010	35,14	35,14	35,14	35,14	35,14	33,24	33,24	35,14	35,14	35,14	35,15	35,15	35,15	35,15	35,15
2011	35,94	35,94	35,94	35,94	35,94	33,99	33,99	35,95	35,95	35,95	35,95	35,95	35,95	35,95	35,95
2012	34,86	34,86	34,86	34,86	34,86	32,97	32,97	34,86	34,86	34,86	34,86	34,86	34,86	34,86	34,86
2013	33,98	33,98	33,98	33,98	33,98	32,14	32,14	33,98	33,98	33,98	33,99	33,99	33,99	33,99	33,99
2014	34,93	34,93	34,93	34,93	34,93	33,04	33,04	34,94	34,94	34,94	34,94	34,94	34,94	34,94	34,94
2015	35,43	35,43	35,43	35,43	35,43	33,51	33,51	35,43	35,43	35,43	35,44	35,44	35,44	35,44	35,44
2016	35,30	35,30	35,30	35,30	35,30	33,39	33,39	35,31	35,31	35,31	35,31	35,31	35,31	35,31	35,31
<b>Vacas Lecheras secas</b>															
1990	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1991	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1992	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1993	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1994	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1995	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1996	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1997	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1998	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
1999	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2001	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2002	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2003	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2004	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2005	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2006	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2007	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2008	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2009	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2010	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2011	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2012	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2013	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2014	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2015	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2016	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Vacas Carne</b>															
1990	23,41	23,41	23,41	23,41	23,41	21,11	21,11	23,41	23,41	23,41	23,41	23,41	23,41	23,41	23,41
1991	23,26	23,26	23,26	23,26	23,26	21,01	21,01	23,26	23,26	23,26	23,26	23,26	25,37	23,26	23,26
1992	23,11	23,11	23,11	23,11	23,11	20,91	20,91	23,11	23,11	23,11	23,11	23,11	25,21	23,11	23,11
1993	22,95	22,95	22,95	22,95	22,95	20,81	20,81	22,95	22,95	22,95	22,95	22,95	25,04	22,95	22,95
1994	22,80	22,80	22,80	22,80	22,80	20,72	20,72	22,80	22,80	22,80	22,80	22,80	24,88	22,80	22,80
1995	22,65	22,65	22,65	22,65	22,65	20,62	20,62	22,65	22,65	22,65	22,65	22,65	24,71	22,65	22,65

Animales Confinados	Región de Arica y Parinacota	Región de Tarapacá	Región de Antofagasta	Región de Atacama	Región de Coquimbo	Región de Valparaíso	Región Metropolitana	Región de O'Higgins	Región del Maule	Región de Bío Bío	Región de La Araucanía	Región de Los Ríos	Región de Los Lagos	Región de Aysén	Región de Magallanes
1996	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	20,52	20,52	22,50	22,50	22,50	22,50	22,50	24,55	22,50	22,50
1997	22,35	22,35	22,35	22,35	22,35	20,43	20,43	22,35	22,35	22,35	22,35	22,35	24,39	22,35	22,35
1998	22,20	22,20	22,20	22,20	22,20	20,33	20,33	22,20	22,20	22,20	22,20	22,20	24,22	22,20	22,20
1999	22,06	22,06	22,06	22,06	22,06	20,24	20,24	22,06	22,06	22,06	22,06	22,06	24,06	22,06	22,06
2000	21,91	21,91	21,91	21,91	21,91	20,14	20,14	21,91	21,91	21,91	21,91	21,91	23,90	21,91	21,91
2001	21,76	21,76	21,76	21,76	21,76	20,05	20,05	21,76	21,76	21,76	21,76	21,76	23,74	21,76	21,76
2002	21,62	21,62	21,62	21,62	21,62	19,95	19,95	21,62	21,62	21,62	21,62	21,62	23,58	21,62	21,62
2003	21,47	21,47	21,47	21,47	21,47	19,86	19,86	21,47	21,47	21,47	21,47	21,47	23,43	21,47	21,47
2004	21,33	21,33	21,33	21,33	21,33	19,76	19,76	21,33	21,33	21,33	21,33	21,33	23,27	21,33	21,33
2005	21,19	21,19	21,19	21,19	21,19	19,67	19,67	21,19	21,19	21,19	21,19	21,19	23,11	21,19	21,19
2006	21,04	21,04	21,04	21,04	21,04	19,57	19,57	21,04	21,04	21,04	21,04	21,04	22,96	21,04	21,04
2007	20,90	20,90	20,90	20,90	20,90	19,48	19,48	20,90	20,90	20,90	20,90	20,90	22,80	20,90	20,90
2008	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76	19,38	19,38	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76	22,65	20,76	20,76
2009	20,62	20,62	20,62	20,62	20,62	19,29	19,29	20,62	20,62	20,62	20,62	20,62	22,49	20,62	20,62
2010	20,48	20,48	20,48	20,48	20,48	19,20	19,20	20,48	20,48	20,48	20,48	20,48	22,34	20,48	20,48
2011	20,34	20,34	20,34	20,34	20,34	19,10	19,10	20,34	20,34	20,34	20,34	20,34	22,19	20,34	20,34
2012	20,20	20,20	20,20	20,20	20,20	19,01	19,01	20,20	20,20	20,20	20,20	20,20	22,04	20,20	20,20
2013	20,06	20,06	20,06	20,06	20,06	18,92	18,92	20,06	20,06	20,06	20,06	20,06	21,88	20,06	20,06
2014	19,92	19,92	19,92	19,92	19,92	18,83	18,83	19,92	19,92	19,92	19,92	19,92	21,73	19,92	19,92
2015	19,79	19,79	19,79	19,79	19,79	18,73	18,73	19,79	19,79	19,79	19,79	19,79	21,59	19,79	19,79
2016	19,65	19,65	19,65	19,65	19,65	18,64	18,64	19,65	19,65	19,65	19,65	19,65	21,44	19,65	19,65
<b>Vaquillas</b>															
1990	26,88	26,88	26,88	26,88	26,88	26,88	26,88	26,88	26,88	26,88	26,88	26,88	26,88	26,88	26,88
1991	27,04	27,04	27,04	27,04	27,04	27,04	27,04	27,04	27,04	27,04	27,04	27,04	27,04	27,04	27,04
1992	27,20	27,20	27,20	27,20	27,20	27,20	27,20	27,20	27,20	27,20	27,20	27,20	27,20	27,20	27,20
1993	27,36	27,36	27,36	27,36	27,36	27,36	27,36	27,36	27,36	27,36	27,36	27,36	27,36	27,36	27,36
1994	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52	27,52
1995	27,68	27,68	27,68	27,68	27,68	27,68	27,68	27,68	27,68	27,68	27,68	27,68	27,68	27,68	27,68
1996	27,85	27,85	27,85	27,85	27,85	27,85	27,85	27,85	27,85	27,85	27,85	27,85	27,85	27,85	27,85
1997	28,01	28,01	28,01	28,01	28,01	28,01	28,01	28,01	28,01	28,01	28,01	28,01	28,01	28,01	28,01
1998	28,17	28,17	28,17	28,17	28,17	28,17	28,17	28,17	28,17	28,17	28,17	28,17	28,17	28,17	28,17
1999	28,33	28,33	28,33	28,33	28,33	28,33	28,33	28,33	28,33	28,33	28,33	28,33	28,33	28,33	28,33
2000	28,49	28,49	28,49	28,49	28,49	28,49	28,49	28,49	28,49	28,49	28,49	28,49	28,49	28,49	28,49
2001	28,65	28,65	28,65	28,65	28,65	28,65	28,65	28,65	28,65	28,65	28,65	28,65	28,65	28,65	28,65
2002	28,82	28,82	28,82	28,82	28,82	28,82	28,82	28,82	28,82	28,82	28,82	28,82	28,82	28,82	28,82
2003	28,98	28,98	28,98	28,98	28,98	28,98	28,98	28,98	28,98	28,98	28,98	28,98	28,98	28,98	28,98
2004	29,14	29,14	29,14	29,14	29,14	29,14	29,14	29,14	29,14	29,14	29,14	29,14	29,14	29,14	29,14
2005	29,30	29,30	29,30	29,30	29,30	29,30	29,30	29,30	29,30	29,30	29,30	29,30	29,30	29,30	29,30
2006	29,47	29,47	29,47	29,47	29,47	29,47	29,47	29,47	29,47	29,47	29,47	29,47	29,47	29,47	29,47
2007	29,63	29,63	29,63	29,63	29,63	29,63	29,63	29,63	29,63	29,63	29,63	29,63	29,63	29,63	29,63
2008	29,79	29,79	29,79	29,79	29,79	29,79	29,79	29,79	29,79	29,79	29,79	29,79	29,79	29,79	29,79
2009	29,96	29,96	29,96	29,96	29,96	29,96	29,96	29,96	29,96	29,96	29,96	29,96	29,96	29,96	29,96
2010	30,12	30,12	30,12	30,12	30,12	30,12	30,12	30,12	30,12	30,12	30,12	30,12	30,12	30,12	30,12
2011	30,29	30,29	30,29	30,29	30,29	30,29	30,29	30,29	30,29	30,29	30,29	30,29	30,29	30,29	30,29
2012	30,45	30,45	30,45	30,45	30,45	30,45	30,45	30,45	30,45	30,45	30,45	30,45	30,45	30,45	30,45

Animales Confinados	Región de Arica y Parinacota	Región de Tarapacá	Región de Antofagasta	Región de Atacama	Región de Coquimbo	Región de Valparaíso	Región Metropolitana	Región de O'Higgins	Región del Maule	Región de Bío Bío	Región de La Araucanía	Región de Los Ríos	Región de Los Lagos	Región de Aysén	Región de Magallanes
2013	30,62	30,62	30,62	30,62	30,62	30,62	30,62	30,62	30,62	30,62	30,62	30,62	30,62	30,62	30,62
2014	30,78	30,78	30,78	30,78	30,78	30,78	30,78	30,78	30,78	30,78	30,78	30,78	30,78	30,78	30,78
2015	30,95	30,95	30,95	30,95	30,95	30,95	30,95	30,95	30,95	30,95	30,95	30,95	30,95	30,95	30,95
2016	31,11	31,11	31,11	31,11	31,11	31,11	31,11	31,11	31,11	31,11	31,11	31,11	31,11	31,11	31,11
<b>Adultos Carne</b>															
1990	33,28	33,28	33,28	33,28	33,28	33,28	33,28	33,28	33,28	33,28	33,28	33,28	33,28	33,28	33,28
1991	33,40	33,40	33,40	33,40	33,40	33,40	33,40	33,40	33,40	33,40	33,40	33,40	33,40	33,40	33,40
1992	33,51	33,51	33,51	33,51	33,51	33,51	33,51	33,51	33,51	33,51	33,51	33,51	33,51	33,51	33,51
1993	33,62	33,62	33,62	33,62	33,62	33,62	33,62	33,62	33,62	33,62	33,62	33,62	33,62	33,62	33,62
1994	33,74	33,74	33,74	33,74	33,74	33,74	33,74	33,74	33,74	33,74	33,74	33,74	33,74	33,74	33,74
1995	33,85	33,85	33,85	33,85	33,85	33,85	33,85	33,85	33,85	33,85	33,85	33,85	33,85	33,85	33,85
1996	33,97	33,97	33,97	33,97	33,97	33,97	33,97	33,97	33,97	33,97	33,97	33,97	33,97	33,97	33,97
1997	34,08	34,08	34,08	34,08	34,08	34,08	34,08	34,08	34,08	34,08	34,08	34,08	34,08	34,08	34,08
1998	34,19	34,19	34,19	34,19	34,19	34,19	34,19	34,19	34,19	34,19	34,19	34,19	34,19	34,19	34,19
1999	34,31	34,31	34,31	34,31	34,31	34,31	34,31	34,31	34,31	34,31	34,31	34,31	34,31	34,31	34,31
2000	34,42	34,42	34,42	34,42	34,42	34,42	34,42	34,42	34,42	34,42	34,42	34,42	34,42	34,42	34,42
2001	34,54	34,54	34,54	34,54	34,54	34,54	34,54	34,54	34,54	34,54	34,54	34,54	34,54	34,54	34,54
2002	34,65	34,65	34,65	34,65	34,65	34,65	34,65	34,65	34,65	34,65	34,65	34,65	34,65	34,65	34,65
2003	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77	34,77
2004	34,88	34,88	34,88	34,88	34,88	34,88	34,88	34,88	34,88	34,88	34,88	34,88	34,88	34,88	34,88
2005	34,99	34,99	34,99	34,99	34,99	34,99	34,99	34,99	34,99	34,99	34,99	34,99	34,99	34,99	34,99
2006	35,11	35,11	35,11	35,11	35,11	35,11	35,11	35,11	35,11	35,11	35,11	35,11	35,11	35,11	35,11
2007	35,22	35,22	35,22	35,22	35,22	35,22	35,22	35,22	35,22	35,22	35,22	35,22	35,22	35,22	35,22
2008	35,34	35,34	35,34	35,34	35,34	35,34	35,34	35,34	35,34	35,34	35,34	35,34	35,34	35,34	35,34
2009	35,45	35,45	35,45	35,45	35,45	35,45	35,45	35,45	35,45	35,45	35,45	35,45	35,45	35,45	35,45
2010	35,56	35,56	35,56	35,56	35,56	35,56	35,56	35,56	35,56	35,56	35,56	35,56	35,56	35,56	35,56
2011	35,68	35,68	35,68	35,68	35,68	35,68	35,68	35,68	35,68	35,68	35,68	35,68	35,68	35,68	35,68
2012	35,79	35,79	35,79	35,79	35,79	35,79	35,79	35,79	35,79	35,79	35,79	35,79	35,79	35,79	35,79
2013	35,90	35,90	35,90	35,90	35,90	35,90	35,90	35,90	35,90	35,90	35,90	35,90	35,90	35,90	35,90
2014	36,02	36,02	36,02	36,02	36,02	36,02	36,02	36,02	36,02	36,02	36,02	36,02	36,02	36,02	36,02
2015	36,13	36,13	36,13	36,13	36,13	36,13	36,13	36,13	36,13	36,13	36,13	36,13	36,13	36,13	36,13
2016	36,25	36,25	36,25	36,25	36,25	36,25	36,25	36,25	36,25	36,25	36,25	36,25	36,25	36,25	36,25
<b>Jóvenes Carne</b>															
1990	20,23	20,23	20,23	20,23	20,23	20,23	20,23	20,23	20,23	20,23	20,23	20,23	20,23	20,23	20,23
1991	20,28	20,28	20,28	20,28	20,28	20,28	20,28	20,28	20,28	20,28	20,28	20,28	20,28	20,28	20,28
1992	20,34	20,34	20,34	20,34	20,34	20,34	20,34	20,34	20,34	20,34	20,34	20,34	20,34	20,34	20,34
1993	20,39	20,39	20,39	20,39	20,39	20,39	20,39	20,39	20,39	20,39	20,39	20,39	20,39	20,39	20,39
1994	20,44	20,44	20,44	20,44	20,44	20,44	20,44	20,44	20,44	20,44	20,44	20,44	20,44	20,44	20,44
1995	20,49	20,49	20,49	20,49	20,49	20,49	20,49	20,49	20,49	20,49	20,49	20,49	20,49	20,49	20,49
1996	20,55	20,55	20,55	20,55	20,55	20,55	20,55	20,55	20,55	20,55	20,55	20,55	20,55	20,55	20,55
1997	20,60	20,60	20,60	20,60	20,60	20,60	20,60	20,60	20,60	20,60	20,60	20,60	20,60	20,60	20,60
1998	20,65	20,65	20,65	20,65	20,65	20,65	20,65	20,65	20,65	20,65	20,65	20,65	20,65	20,65	20,65
1999	20,70	20,70	20,70	20,70	20,70	20,70	20,70	20,70	20,70	20,70	20,70	20,70	20,70	20,70	20,70
2000	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76	20,76
2001	20,81	20,81	20,81	20,81	20,81	20,81	20,81	20,81	20,81	20,81	20,81	20,81	20,81	20,81	20,81

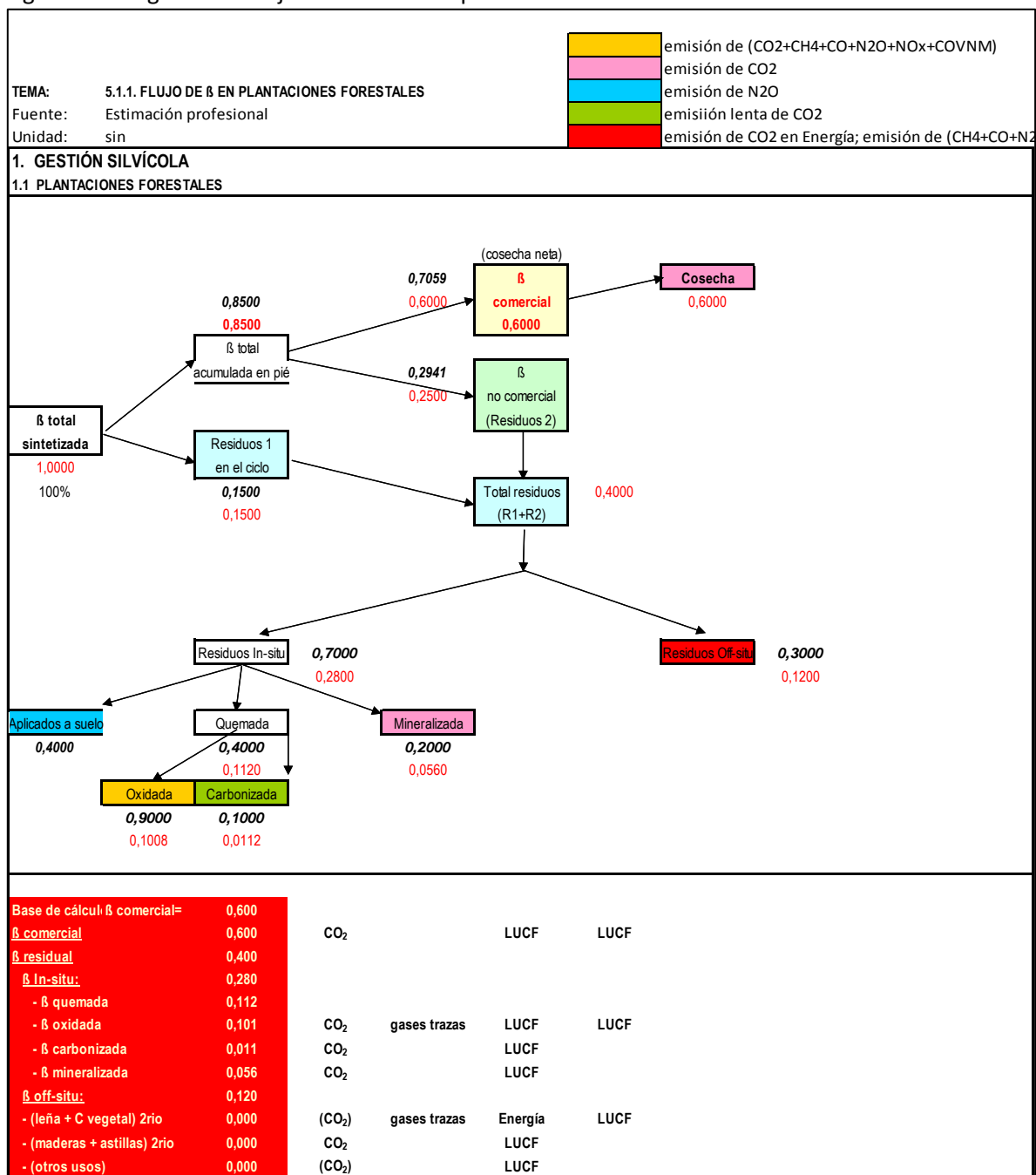


Animales Confinados	Región de Arica y Parinacota	Región de Tarapacá	Región de Antofagasta	Región de Atacama	Región de Coquimbo	Región de Valparaíso	Región Metropolitana	Región de O'Higgins	Región del Maule	Región de Bío Bío	Región de La Araucanía	Región de Los Ríos	Región de Los Lagos	Región de Aysén	Región de Magallanes
2002	20,86	20,86	20,86	20,86	20,86	20,86	20,86	20,86	20,86	20,86	20,86	20,86	20,86	20,86	20,86
2003	20,92	20,92	20,92	20,92	20,92	20,92	20,92	20,92	20,92	20,92	20,92	20,92	20,92	20,92	20,92
2004	20,97	20,97	20,97	20,97	20,97	20,97	20,97	20,97	20,97	20,97	20,97	20,97	20,97	20,97	20,97
2005	21,02	21,02	21,02	21,02	21,02	21,02	21,02	21,02	21,02	21,02	21,02	21,02	21,02	21,02	21,02
2006	21,07	21,07	21,07	21,07	21,07	21,07	21,07	21,07	21,07	21,07	21,07	21,07	21,07	21,07	21,07
2007	21,13	21,13	21,13	21,13	21,13	21,13	21,13	21,13	21,13	21,13	21,13	21,13	21,13	21,13	21,13
2008	21,18	21,18	21,18	21,18	21,18	21,18	21,18	21,18	21,18	21,18	21,18	21,18	21,18	21,18	21,18
2009	21,23	21,23	21,23	21,23	21,23	21,23	21,23	21,23	21,23	21,23	21,23	21,23	21,23	21,23	21,23
2010	21,29	21,29	21,29	21,29	21,29	21,29	21,29	21,29	21,29	21,29	21,29	21,29	21,29	21,29	21,29
2011	21,34	21,34	21,34	21,34	21,34	21,34	21,34	21,34	21,34	21,34	21,34	21,34	21,34	21,34	21,34
2012	21,39	21,39	21,39	21,39	21,39	21,39	21,39	21,39	21,39	21,39	21,39	21,39	21,39	21,39	21,39
2013	21,45	21,45	21,45	21,45	21,45	21,45	21,45	21,45	21,45	21,45	21,45	21,45	21,45	21,45	21,45
2014	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50
2015	21,55	21,55	21,55	21,55	21,55	21,55	21,55	21,55	21,55	21,55	21,55	21,55	21,55	21,55	21,55
2016	21,61	21,61	21,61	21,61	21,61	21,61	21,61	21,61	21,61	21,61	21,61	21,61	21,61	21,61	21,61
<b>Terneros</b>															
1990	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69	16,69
1991	16,71	16,71	16,71	16,71	16,71	16,71	16,71	16,71	16,71	16,71	16,71	16,71	16,71	16,71	16,71
1992	16,73	16,73	16,73	16,73	16,73	16,73	16,73	16,73	16,73	16,73	16,73	16,73	16,73	16,73	16,73
1993	16,75	16,75	16,75	16,75	16,75	16,75	16,75	16,75	16,75	16,75	16,75	16,75	16,75	16,75	16,75
1994	16,77	16,77	16,77	16,77	16,77	16,77	16,77	16,77	16,77	16,77	16,77	16,77	16,77	16,77	16,77
1995	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79	16,79
1996	16,81	16,81	16,81	16,81	16,81	16,81	16,81	16,81	16,81	16,81	16,81	16,81	16,81	16,81	16,81
1997	16,82	16,82	16,82	16,82	16,82	16,82	16,82	16,82	16,82	16,82	16,82	16,82	16,82	16,82	16,82
1998	16,84	16,84	16,84	16,84	16,84	16,84	16,84	16,84	16,84	16,84	16,84	16,84	16,84	16,84	16,84
1999	16,86	16,86	16,86	16,86	16,86	16,86	16,86	16,86	16,86	16,86	16,86	16,86	16,86	16,86	16,86
2000	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88	16,88
2001	16,90	16,90	16,90	16,90	16,90	16,90	16,90	16,90	16,90	16,90	16,90	16,90	16,90	16,90	16,90
2002	16,92	16,92	16,92	16,92	16,92	16,92	16,92	16,92	16,92	16,92	16,92	16,92	16,92	16,92	16,92
2003	16,94	16,94	16,94	16,94	16,94	16,94	16,94	16,94	16,94	16,94	16,94	16,94	16,94	16,94	16,94
2004	16,96	16,96	16,96	16,96	16,96	16,96	16,96	16,96	16,96	16,96	16,96	16,96	16,96	16,96	16,96
2005	16,97	16,97	16,97	16,97	16,97	16,97	16,97	16,97	16,97	16,97	16,97	16,97	16,97	16,97	16,97
2006	16,99	16,99	16,99	16,99	16,99	16,99	16,99	16,99	16,99	16,99	16,99	16,99	16,99	16,99	16,99
2007	17,01	17,01	17,01	17,01	17,01	17,01	17,01	17,01	17,01	17,01	17,01	17,01	17,01	17,01	17,01
2008	17,03	17,03	17,03	17,03	17,03	17,03	17,03	17,03	17,03	17,03	17,03	17,03	17,03	17,03	17,03
2009	17,05	17,05	17,05	17,05	17,05	17,05	17,05	17,05	17,05	17,05	17,05	17,05	17,05	17,05	17,05
2010	17,07	17,07	17,07	17,07	17,07	17,07	17,07	17,07	17,07	17,07	17,07	17,07	17,07	17,07	17,07
2011	17,09	17,09	17,09	17,09	17,09	17,09	17,09	17,09	17,09	17,09	17,09	17,09	17,09	17,09	17,09
2012	17,10	17,10	17,10	17,10	17,10	17,10	17,10	17,10	17,10	17,10	17,10	17,10	17,10	17,10	17,10
2013	17,12	17,12	17,12	17,12	17,12	17,12	17,12	17,12	17,12	17,12	17,12	17,12	17,12	17,12	17,12
2014	17,14	17,14	17,14	17,14	17,14	17,14	17,14	17,14	17,14	17,14	17,14	17,14	17,14	17,14	17,14
2015	17,16	17,16	17,16	17,16	17,16	17,16	17,16	17,16	17,16	17,16	17,16	17,16	17,16	17,16	17,16
2016	17,18	17,18	17,18	17,18	17,18	17,18	17,18	17,18	17,18	17,18	17,18	17,18	17,18	17,18	17,18

Fuente: Equipo Técnico de Agricultura del MINAGRI

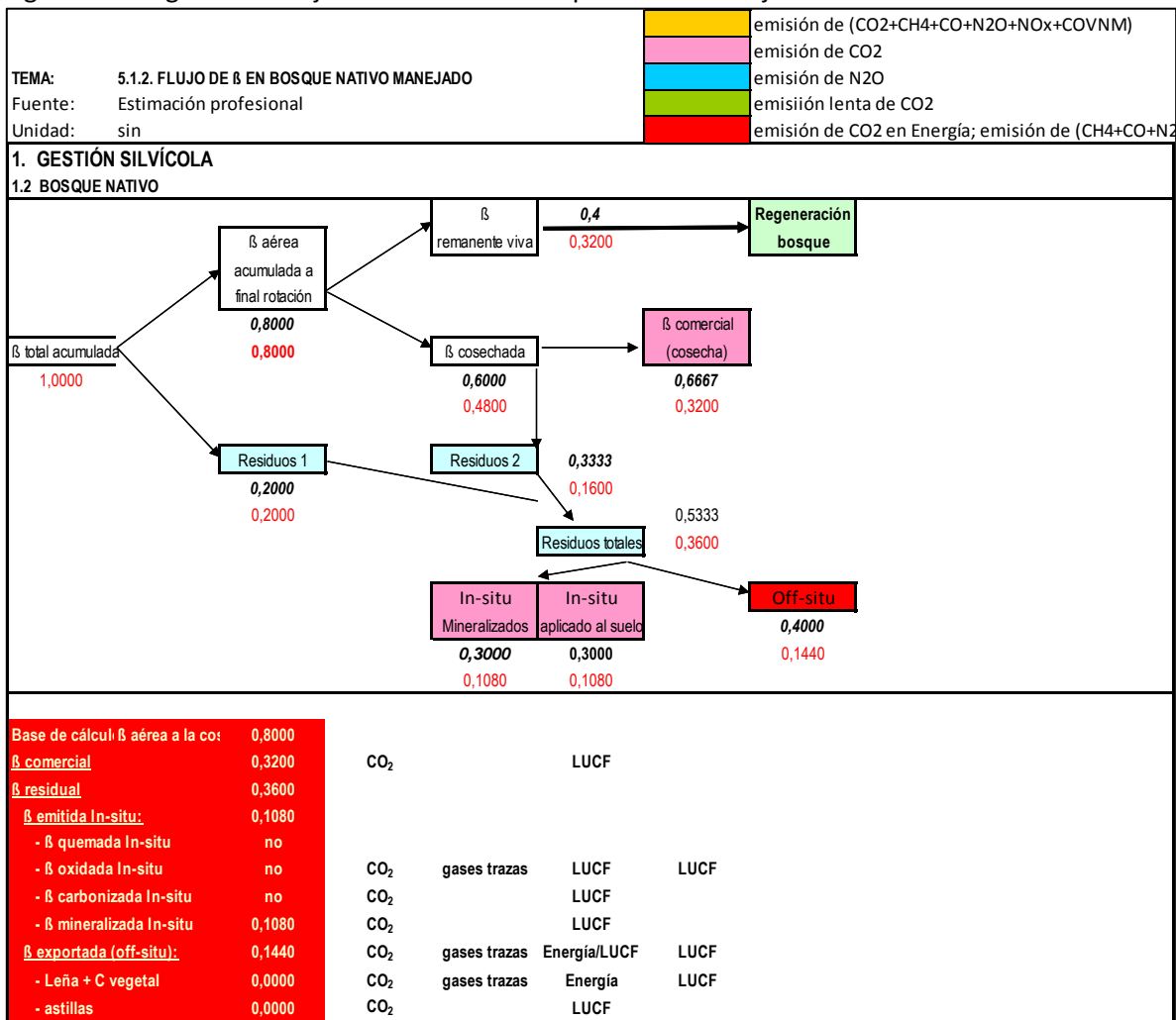
# **ANEXO 09.01. SECTOR UTCUTS: DIAGRAMA DE FLUJO DE BIOMASA**

Figura 12. Diagrama de flujo de biomasa en plantaciones forestales



Fuente: Elaborado por equipo técnico sectorial UTCUTS.

Figura 13. Diagrama de flujo de biomasa en bosque nativo manejado



Fuente: Elaborado por equipo técnico sectorial UTCUTS.

## **ANEXO 09.02. SECTOR UTCUTS: METODOLOGÍA PARA LA ESTIMACIÓN DEL CONSUMO DE LEÑA**

## Estimación consumo leña

INFOR. 2017. Cuentas Ambientales de Bosques

-  
- Leña: A pesar de su importancia, existen pocos estudios que estimen el consumo nacional de leña y derivados (aserrín, viruta, corteza y despuntes, entre otros). En 1994, el Instituto Forestal publicó una primera estimación (INFOR, 1994), a la cual seguiría el estudio realizado por Gómez-Lobo y su equipo (Gómez-Lobo et al., 2006). Ambas estimaciones fueron bastante consistentes entre sí, y coincidentes con las estimaciones anuales publicadas por la Comisión Nacional de Energía hasta el 2011. Sin embargo, en 2015 la Corporación de Desarrollo Tecnológico (CDT) publicó una nueva estimación (CDT, 2015), cuyos resultados se alejan significativamente de las estimaciones anteriores, y de otros estudios que se han realizado a nivel regional (Reyes et al., 2018). Por esta razón, dicho estudio fue utilizado en la presente estimación sólo de manera referencial.

Se cuenta con información estadística de consumo de leña hasta el 2011. Esta información proviene del Balance de Energía elaborado por la Comisión Nacional de Energía (CNE), que entregaba la información en toneladas, la cual era transformada por INFOR a metros cúbicos sólidos en sus estadísticas anuales. Desde el año 2012, la Comisión Nacional de Energía dejó de incluir en su encuesta anual la pregunta relativa a leña, produciéndose un vacío de información.

El vacío de información existente entre el año 2012 y el año 2016 se completó a través de estimaciones realizadas en base a estudios disponibles. La metodología utilizada para cada uno de los sectores que consumen leña fue la siguiente:

- a) Sector residencial urbano: proyección del consumo de leña en función del consumo regional por hogar estimado por diversos autores, para las regiones de Coquimbo a Magallanes. La cantidad de hogares por región se estimó en base a las proyecciones del Censo de Población y Vivienda del 2002 (INE, 2002). El consumo medio por hogar, el nivel de penetración del consumo de leña, y la proporción entre especies nativas y exóticas se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Valores utilizados para estimar el consumo de leña en el sector residencial urbano

Regiones	Consumo medio por hogar (m3 sólidos/año)	Penetración (% de hogares que consumen leña)	Proporción del consumo que corresponde a especies nativas	Proporción del consumo que corresponde a especies exóticas
Coquimbo	1,0	6	5	95
Valparaíso	1,0	18	5	95
Metropolitana	2,4	6	5	95
O'Higgins	2,2	31	10	90
Maule	4,0	50	25	75
Biobío	4,6	55	35	65
Araucanía	6,0	80	60	40
Los Ríos	7,2	95	60	40
Los Lagos	9,0	95	80	20
Aysén	18,0	98	95	5
Magallanes	10,0	7	100	0

Las estimaciones realizadas en base a esta metodología son muy similares a las realizadas por RETC<sup>3</sup> hasta el año 2013. A partir de ahí se generan diferencias importantes.

- b) Sector residencial rural: proyección del consumo de leña en función del consumo regional por hogar estimado por diversos autores, para las regiones de Coquimbo a Magallanes. La cantidad de hogares por región se estimó en base a las proyecciones del Censo de Población y Vivienda del 2002 (INE, 2002). El consumo medio por hogar, el nivel de penetración de la leña, y la proporción entre especies nativas y exóticas se muestra en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Valores utilizados para estimar el consumo de leña en el sector residencial rural

Regiones	Consumo medio por hogar (m <sup>3</sup> sólidos/año)	Penetración (% de hogares que consumen leña)	Proporción del consumo que corresponde a especies nativas	Proporción del consumo que corresponde a especies exóticas
Coquimbo	3,0	41	10	90
Valparaíso	3,4	51	20	80
Metropolitana	3,4	51	30	70
O'Higgins	5,8	65	40	60
Maule	8,1	80	50	50
Biobío	8,8	90	60	40
Araucanía	9,4	95	70	30
Los Ríos	10,7	100	80	20
Los Lagos	11,4	100	90	10
Aysén	12,5	100	100	0
Magallanes	12,5	100	100	0

Elaboración propia a partir de Gómez-Lobo *et al.*, 2006; Reyes, 2013; CDT, 2015; Reyes, 2017.

Las estimaciones realizadas en base a esta metodología difieren en más de un millón de metros cúbicos sólidos de aquellas realizadas por RETC. Estas diferencias se acentúan a partir del año 2013.

- c) Sector industrial: se utilizó la información contenida en la Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA). Si bien el Instituto Nacional de Estadísticas señala que ENIA corresponde a un censo en aquellos establecimientos que tienen más de 10 trabajadores, esto no siempre es así debido a la creación y cierre de empresas y a que no todas responden la encuesta. Por esta razón, se utilizó ENIA 2013 como referencia debido a que esta versión de la encuesta se realizó en base a un levantamiento actualizado de los establecimientos por rubro (CIU), cubriendo buena parte de ellos. Es decir, esta versión de la encuesta se acerca más a lo que debería ser un censo. A partir de ENIA 2013 se estimó el consumo de leña por rubro para los años 2011, 2012, 2014 y 2015,

<sup>3</sup> Para convertir de kilogramos a metros cúbicos sólidos se utilizó una densidad de la madera de 644 kg/m<sup>3</sup> sólido. Este valor corresponde a un promedio generado a partir de la densidad de distintas especies utilizadas para leña al 33% de humedad: roble, coigüe, ulmo, luma, lenga, acaulípto, pino insigne, aramo y frutales (CDT, 2015).

utilizando un índice que expresa relaciones de producción (en base a datos del Banco Central) (Cuadro 3).

Cuadro 3. Índices de volumen de producción encadenado

Actividad	2012/2011	2013/2012	2014/2013	2015/2014
Alimenticia	1,051	0,979	1,040	0,983
Bebidas y tabaco	1,106	0,994	0,940	1,079
Química, caucho y plástico	1,016	1,042	1,059	1,016
Fabricación de productos minerales no metálicos	1,048	1,070	0,970	0,993
Productos metálicos, maquinaria y equipos, y otros n.c.p.	1,032	0,987	0,939	0,997

Elaboración propia a partir de Banco Central de Chile (cuentas nacionales).

Por otra parte, la literatura señala que algunas de las actividades económicas reportadas en ENIA no consumen leña propiamente tal, sino desechos de la industria forestal (aserrín, despuntes, corteza, etc.). Por esta razón, dichas actividades económicas no fueron consideradas en la estimación del consumo industrial de leña. Éstas se señalan a continuación:

- Aserrado y cepilladura de maderas.
- Fabricación de productos de madera y corcho, paja y de materiales trenzables.
- Fabricación de hojas de madera para enchapado, y fabricación de tableros contrachapados, tablero laminado, tableros de partículas y otros tableros y paneles.
- Fabricación de partes y piezas de carpintería para edificios y construcciones.
- Fabricación de recipientes de madera.
- Fabricación de papel y productos del papel.
- Fabricación de pastas de madera, papel y cartón.
- Fabricación de muebles; industrias manufactureras n.c.p.
- Fabricación de muebles.
- Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado.
- 

Se asumió que el resto de las actividades económicas consumen leña. Esta estimación no consideró los centros de transformación con menos de 10 trabajadores, lo cual implicaría que esta estimación subestima el consumo de leña del sector industrial. No se utilizó la información contenida en el Registro de Emisiones y Transferencias de Contaminantes (RETC), debido a las siguientes deficiencias: a) el registro es incompleto, existiendo una gran cantidad de establecimientos que no están en la base de datos, y b) el registro presenta inconsistencias importantes en lo que respecta al consumo de leña y derivados, las cuales quedan en evidencia cuando se compara con estudios específicos. La proporción de la leña que proviene de especies nativas y exóticas se muestra en el Cuadro 4.



Cuadro 4. Valores utilizados para estimar el consumo relativo de especies nativas y exóticas en el sector industrial

Regiones	Proporción del consumo que corresponde a especies nativas	Proporción del consumo que corresponde a especies exóticas
Coquimbo	0	100
Valparaíso	0	100
Metropolitana	0	100
O'Higgins	0	100
Maule	5	95
Biobío	10	90
Araucanía	20	80
Los Ríos	40	60
Los Lagos	50	50
Aysén	100	0
Magallanes	100	0

Elaboración propia a partir de Gómez-Lobo *et al.*, 2006; Reyes, 2013; CDT, 2015; Reyes, 2017.

Las estimaciones realizadas en base a esta metodología difieren significativamente de las realizadas utilizando los valores declarados en ENIA 2011, 2012, 2014, 2015 y 2016.

- d) Sector comercial<sup>4</sup> y público: debido a la falta de información con respecto a este sector, el consumo de leña se estimó en base a su importancia relativa con respecto al consumo del sector residencial (urbano + rural), indicado en estudios previos. Es así como INFOR (1994) estimó que el consumo de leña del sector comercial y público representaba el 6,5% del consumo residencial, mientras que Gómez-Lobo *et al* (2006) lo situaron en un 5,7%. En este estudio se asumió que el consumo de leña del sector comercial y público, que incluye a alojamientos (hoteles, hostales, complejos de cabañas, etc.), restaurants, municipios, hospitales, edificios públicos, escuelas particulares, universidades y clínicas, representa el 6% del consumo de leña del sector residencial. Se utilizó la misma proporción de especies nativas y exóticas empleada en el sector industrial.

Reyes, R., Sagardía, R., Schueftan A., 2018. Consumo de combustibles derivados de la madera y transición energética en la Región del Maule. En: Informes técnicos BES, Bosques - Energía - Sociedad, Año 4. Nº 8. Enero 2018. Observatorio de los Combustibles Derivados de la Madera OCDM. Instituto Forestal, Chile. p. 24.

<sup>4</sup> Sector no manufacturero: panaderías, restaurants, alojamientos, etc.

# **ANEXO 10.01. SECTOR RESIDUOS: DATOS DE ACTIVIDAD DEL TRATAMIENTO Y DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES**

Tabla 50. 5.D.2. Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales: producción (miles de toneladas/año) de los sectores industriales serie 1990-2016

Año	Refinerías de alcohol	Malta y cerveza	Café	Productos lácteos	Procesamiento del pescado	Carnes y aves	Sustancias químicas orgánicas	Refinerías de petróleo	Plásticos y resinas	Pulpa y papel (combinados)	Jabón y detergentes	Producción de almidón	Refinación del azúcar	Aceites vegetales	Vegetales, frutas y jugos	Vinos y vinagres
1990	8.521	209.133	-	175.727	24.645.548	180.341	198.492	26.563.777	4.281	227.140	9.688	6.659	525.827	-	1.230.336	42.763
1991	9.659	237.070	-	199.201	27.937.814	204.432	225.008	30.112.288	4.853	257.482	10.983	7.549	596.069	-	1.394.690	48.476
1992	11.575	284.099	-	238.718	33.479.966	244.987	269.644	36.085.801	5.815	308.560	13.161	9.046	714.314	-	1.671.361	58.092
1993	12.193	299.250	-	251.448	35.265.426	258.051	284.024	38.010.229	6.125	325.015	13.863	9.529	752.408	-	1.760.493	61.190
1994	13.856	340.061	-	285.740	40.074.817	293.244	322.758	43.193.947	6.961	369.340	15.754	10.828	855.019	-	2.000.584	69.535
1995	17.631	432.717	-	363.596	50.993.992	373.144	410.700	54.962.991	8.857	469.974	20.046	13.779	1.087.986	-	2.545.682	88.481
1996	18.441	452.597	-	380.300	53.336.764	390.287	429.568	57.488.107	9.264	491.566	20.967	14.412	1.137.971	-	2.662.636	92.546
1997	19.868	487.628	-	409.735	57.464.997	420.495	462.816	61.937.651	9.981	529.612	22.590	15.527	1.226.049	-	2.868.723	99.709
1998	18.790	461.179	-	387.512	54.348.181	397.688	437.714	58.578.245	9.440	500.887	21.365	14.685	1.159.550	-	2.713.127	94.301
1999	17.063	418.792	-	351.895	49.353.020	361.136	397.483	53.194.297	8.572	454.850	19.401	13.335	1.052.975	-	2.463.763	85.634
2000	18.316	449.532	-	377.724	52.975.544	387.644	426.659	57.098.772	9.202	488.236	20.825	14.314	1.130.264	-	2.644.604	91.919
2001	16.503	405.043	-	340.342	47.732.688	349.279	384.433	51.447.851	8.291	439.917	18.764	12.898	1.018.404	-	2.382.874	82.822
2002	16.011	392.957	-	330.187	46.308.448	338.858	372.963	49.912.758	8.044	426.791	18.204	12.513	988.017	-	2.311.774	80.351
2003	17.363	426.149	-	358.077	50.219.949	367.480	404.466	54.128.701	8.723	462.840	19.742	13.570	1.071.471	-	2.507.041	87.138
2004	22.209	545.078	-	458.008	64.235.298	470.036	517.344	69.234.903	11.157	592.009	25.252	17.357	1.370.497	-	3.206.704	111.456
2005	27.172	666.897	-	560.369	78.591.227	575.084	632.965	84.708.192	13.651	724.317	30.895	21.236	1.676.789	-	3.923.370	136.366
2006	47.353	1.084.887	-	461.745	63.073.942	966.065	709.847	40.150	31.664	1.227.846	118.727	18.084	-	-	4.381.326	50.639
2007	37.567	1.212.705	-	929.868	124.807.546	756.953	892.563	177.773.232	22.358	1.289.021	133.551	24.239	3.085.915	-	2.673.883	479.934
2008	37.567	1.297.241	-	1.129.981	80.794.760	692.093	1.621.279	135.735.661	20.368	1.244.205	26.493	47.982	3.650.094	-	395.493	430.942
2009	37.567	929.586	-	598.990	58.733.170	744.396	464.600	180.152.901	17.668	618.759	2.402	39.861	2.698.624	-	15.259.783	81.690
2010	68.242	880.029	-	982.094	162.956.403	960.065	1.448.137	152.826.469	12.350	945.591	1.767	38.288	2.834.805	-	1.141.111	227.278
2011	25.315	1.007.169	-	899.949	214.741.840	1.148.243	665.902	150.377.065	13.691	1.210.396	-	16.420	3.511.527	-	2.377.464	141.458
2012	13.161	642.909	-	1.532.899	199.731.724	749.762	847.495	148.152.594	12.831	918.467	-	16.982	3.237.026	-	15.426.887	71.334
2013	19.831	208.484	-	384.169	104.605.414	191.653	1.209	122.156.543	35.919	784.144	-	35.476	2.492.160	-	1.854.376	113.478
2014	28.437	343.881	-	512.496	186.233.704	472.833	1.844.422	203.734.515	157.501	1.173.413	-	71.606	4.300.683	-	2.934.320	79.044
2015	56.566	408.280	-	628.327	217.234.102	935.633	1.611.299	134.395.923	217.718	784.144	-	31.850	4.472.841	5.343	2.684.590	72.756
2016	-	176.755	-	4.573.205	248.234.501	749.099	378	126.426.640	215.701	2.270.694	-	35.396	1.825.529	-	3.563.627	1.496.094

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

Tabla 51. 5.D.2. Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales: valores de DQO (g/l) por industria, serie 1990-2016

Año	Refinerías de alcohol	Malta y cerveza	Café	Productos lácteos	Procesamiento del pescado	Carnes y aves	Sustancias químicas orgánicas	Refinerías de petróleo	Plásticos y resinas	Pulpa y papel (combinados)	Jabón y detergentes	Producción de almidón	Refinación del azúcar	Aceites vegetales	Vegetales, frutas y jugos	Vinos y vinagres
1990	0,392	0,318	-	1,216	0,017	0,087	0,100	0,023	0,046	0,866	0,206	1,050	0,051	-	2,660	0,832
1991	0,392	0,318	-	1,216	0,017	0,087	0,100	0,023	0,046	0,866	0,206	1,050	0,051	-	2,660	0,832
1992	0,392	0,318	-	1,216	0,017	0,087	0,100	0,023	0,046	0,866	0,206	1,050	0,051	-	2,660	0,832
1993	0,392	0,318	-	1,216	0,017	0,087	0,100	0,023	0,046	0,866	0,206	1,050	0,051	-	2,660	0,832
1994	0,392	0,318	-	1,216	0,017	0,087	0,100	0,023	0,046	0,866	0,206	1,050	0,051	-	2,660	0,832
1995	0,392	0,318	-	1,216	0,017	0,087	0,100	0,023	0,046	0,866	0,206	1,050	0,051	-	2,660	0,832
1996	0,392	0,318	-	1,216	0,017	0,087	0,100	0,023	0,046	0,866	0,206	1,050	0,051	-	2,660	0,832
1997	0,392	0,318	-	1,216	0,017	0,087	0,100	0,023	0,046	0,866	0,206	1,050	0,051	-	2,660	0,832
1998	0,392	0,318	-	1,216	0,017	0,087	0,100	0,023	0,046	0,866	0,206	1,050	0,051	-	2,660	0,832
1999	0,392	0,318	-	1,216	0,017	0,087	0,100	0,023	0,046	0,866	0,206	1,050	0,051	-	2,660	0,832
2000	0,392	0,318	-	1,216	0,017	0,087	0,100	0,023	0,046	0,866	0,206	1,050	0,051	-	2,660	0,832
2001	0,392	0,318	-	1,216	0,017	0,087	0,100	0,023	0,046	0,866	0,206	1,050	0,051	-	2,660	0,832
2002	0,392	0,318	-	1,216	0,017	0,087	0,100	0,023	0,046	0,866	0,206	1,050	0,051	-	2,660	0,832
2003	0,392	0,318	-	1,216	0,017	0,087	0,100	0,023	0,046	0,866	0,206	1,050	0,051	-	2,660	0,832
2004	0,392	0,318	-	1,216	0,017	0,087	0,100	0,023	0,046	0,866	0,206	1,050	0,051	-	2,660	0,832
2005	0,392	0,318	-	1,216	0,017	0,087	0,100	0,023	0,046	0,866	0,206	1,050	0,051	-	2,660	0,832
2006	0,275	0,382	-	0,651	0,021	0,146	0,622	0,025	0,053	1,830	0,206	0,266	-	-	3,250	2,305
2007	0,409	0,418	-	0,499	0,012	0,239	-	0,019	0,042	0,850	0,271	1,776	0,152	-	12,195	0,989
2008	0,743	0,364	-	0,687	0,014	0,065	0,007	0,020	0,036	0,936	0,907	3,876	0,039	-	2,158	1,837
2009	-	0,403	-	0,716	0,007	0,034	0,006	0,030	0,038	0,336	0,032	1,286	0,045	-	0,044	0,270
2010	-	0,349	-	0,130	0,049	0,067	0,013	0,023	0,043	0,731	0,024	0,028	0,035	-	0,147	0,189
2011	0,034	0,259	-	0,146	0,011	0,030	0,024	0,028	0,052	0,687	-	0,069	0,039	-	0,788	0,078
2012	1,283	0,052	-	5,684	0,008	0,026	0,026	0,018	0,055	0,693	-	0,049	0,046	-	0,038	0,157
2013	0,025	0,080	-	0,091	0,028	0,024	0,012	0,028	0,063	0,526	-	0,121	0,044	-	0,326	0,338
2014	0,002	0,009	-	0,003	0,031	0,001	0,000	0,136	0,000	0,001	-	0,002	0,037	-	0,028	0,002
2015	0,006	0,002	-	0,004	8,842	0,002	0,000	0,113	0,000	1,664	-	0,001	0,196	-	0,023	0,001
2016	-	0,006	-	0,800	0,179	0,002	0,000	0,080	0,000	18,237	-	0,001	0,018	-	0,191	0,089

Fuente: Equipo Técnico de Residuos del MMA

# **ANEXO 11.01. ACTIVIDADES DE CONTROL DE LA CALIDAD**

Tabla 52. ET-Coordinador: lista de verificación general de la garantía y control de la calidad

Actividades
Aclarar y comunicar las responsabilidades de GCC a los miembros del equipo de inventario.
Desarrollar y hacer listas de verificación de GCC adecuadas a las funciones en el equipo de inventario.
Distribuir la lista de verificación de GCC a los miembros apropiados del equipo de inventario y establecer la fecha límite para su finalización.
Asegurar el cumplimiento oportuno y exacto de las listas de verificación de GCC y las actividades relacionadas mediante la verificación con los miembros del equipo.
Recolectar las listas de verificación y formularios de GCC completos.
Revisar las listas de verificación y formularios de GCC completos para corroborar su exhaustividad y exactitud.
Entregar documentación de las actividades de GCC para el líder de inventario y el coordinador de archivo.
Coordinar revisiones externas del inventario y asegurar que los comentarios sean incorporados al mismo. Los pasos para coordinar con los revisores externos incluyen:
(1) Identificar los revisores externos (p. ej., a través de los líderes de cada categoría).
(2) Establecer una programación de revisión.
(3) Establecer el formato de revisión (p. ej., soporte digital ya sea en Word o Excel).
(4) Ponerse en contacto con los revisores externos para informarles sobre la programación y las expectativas.
(5) Distribuir el borrador del inventario para su revisión.
(6) Recoger y recopilar los comentarios de revisión.
(7) Entregar los comentarios obtenidos al coordinador de archivo/documento e inventario.
(8) Actualizar el inventario, con base en los comentarios según sea el caso.

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA con base en planillas de EPA

Tabla 53. ET-Coordinador: revisiones transversales para la visión general de la calidad del inventario

Actividades
<b>Cálculos de emisión de las categorías de emisión/absorción de GEI</b>
Identificar los parámetros que son comunes en las categorías (p. ej., los factores de conversión, los coeficientes de contenido de carbono, etc.) y verificar la coherencia.
Verificar que el uso de las mismas entradas de datos (p.ej., los datos de población de origen animal) reporte valores comparables (es decir, de similar magnitud).
Verificar que se utilice el mismo conjunto de datos electrónicos para las categorías que comparten datos comunes (p. ej., la vinculación de los datos de población animal con los cálculos de emisiones por fermentación entérica con los de manejo de abono).
Verificar que el número de dígitos significativos o posiciones decimales para los parámetros comunes, factores de conversión, factores de emisión o datos de actividad sean coherentes con las categorías.
Verificar que el total de emisiones se reporte consistentemente (en términos de dígitos significativos o posiciones decimales) en las categorías.
Verificar que los datos de emisiones sean agregados correctamente desde los niveles más bajos a los niveles más altos de información.
Otros (especificar):
<b>Documentación</b>
Verificar si las prácticas de la documentación interna son coherentes con las categorías.
Otros (especificar):
<b>Exhaustividad</b>
Verificar la exhaustividad de las categorías y años.
Verificar que los desfases en los datos se identifiquen e informen como se requiere.
Comparar las estimaciones actuales de los inventarios nacionales con las de años anteriores.
Otros (especificar):
<b>Llevar el archivo maestro de inventario: Documentos de inventario y hojas de cálculo</b>
¿Se ha seguido los procedimientos de control de archivo?
Otros (especificar):

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA con base en planillas de EPA

Tabla 54. ET-Coordinador: lista de verificación detallada para el Informe del INGEI de Chile

Actividades
<b>Sección delantera</b>
La portada tiene la fecha, el título y la dirección de contacto correctos.
Los índices, tablas y figuras son exactos: los títulos concuerdan con el documento, las páginas coinciden; los números van de forma consecutiva y cuentan con la puntuación correcta.
El Resumen ejecutivo y la introducción se actualizan con los años correspondientes y la discusión de las tendencias.
Otros (especificar):
<b>Tablas y figuras</b>
Todos los números en las tablas coinciden con los números en las hojas de cálculo.
Verificar que todas las tablas tengan el número correcto de dígitos significativos.
Verificar la alineación en columnas y etiquetas.
Verificar que el formato de tabla sea coherente.
Verificar que todas las figuras se actualicen con los nuevos datos y se indiquen en el texto.
Verificar los títulos de las tablas y figuras para ver la exactitud y la coherencia del contenido.
Otros (especificar):
<b>Ecuaciones</b>
Verificar la coherencia de las ecuaciones.
Verificar que las variables utilizadas en las ecuaciones se definan según la ecuación.
Otros (especificar):
<b>Referencias</b>
Verificar la coherencia de las referencias y que las citas de texto y referencias coincidan.
Otros (especificar):
<b>Formato general</b>
Todos los acrónimos se explican por primera vez y no las veces posteriores a lo largo de cada capítulo.
Todas las fuentes de texto, encabezados, títulos y subtítulos son coherentes.
Todos los comentarios, notas y los resaltados son retirados del documento.
El tamaño, estilo y sangría de las viñetas son coherentes.
El corrector ortográfico se ha completado.
Otros (especificar):
<b>Otros temas</b>
Verificar que cada sección se actualice con el año actual (o el año más reciente que incluya el informe de inventario).
Otros (especificar):

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA con base en planillas de EPA

Tabla 55. ET-Sectoriales: lista de actividades generales de control de la calidad (Nivel 1)

Actividad de CC	Procedimientos
<b>Listas de Verificación de Manejo, Entrada y Recopilación de Datos</b>	
Desarrollar y hacer listas de verificación de GCCC adecuadas a las funciones en el equipo de inventario.	Realizar verificaciones cruzadas de las descripciones de datos de actividad y factores de emisión con información sobre las categorías y asegurar que estos estén debidamente registrados y archivados.
Verificar si existen errores de transcripción en los datos de entrada y la referencia.	Confirmar que las referencias de datos bibliográficos estén debidamente citadas en la documentación interna (informe de la plantilla de MDD).
	Efectuar verificaciones en muestras de datos de entrada de cada categoría (ya sean medidas o parámetros utilizados en las estimaciones) para detectar posibles errores de transcripción. Chequeo de la importación de datos desde los BNE a la planilla anual consolidada y luego desde la planilla al formato requerido por el software del IPCC.
	Revisión detallada de cada archivo anual del BNE, con el fin de contar con las especificaciones correctas de cada información.
	Generación de una planilla consolidada de datos de actividad que traduce mediante vínculos automatizados los valores del BNE al formato requerido por el software IPCC para la entrada de datos. Evitando la transcripción manual de datos y posibles errores asociados.
	Utilizar datos electrónicos siempre que sea posible para minimizar los errores de transcripción.
	Comprobar que las funciones de las hojas de cálculo se utilicen para minimizar los errores de entrada/usuario:
	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Evitar la programación de factores como fórmulas.</li> <li>o Crear tablas de referencia automáticas para los valores comunes que se utilizan en los cálculos.</li> </ul>

Actividad de CC	Procedimientos
	<ul style="list-style-type: none"> <li>o Usar la protección de celdas para que los datos fijos no sean modificados de manera accidental.</li> <li>o Realizar controles automáticos, como los controles informáticos para cálculos o controles de rango de los datos de entrada.</li> </ul>
Verificar que las emisiones/absorciones se estimen correctamente.	<p>Reproducir una muestra representativa de los cálculos de las emisiones/absorciones.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobación de la coherencia en las tendencias de las emisiones de GEI, identificando posibles datos de actividad anómalos que generan emisiones anómalas.</li> </ul> <p>En el caso que se utilicen los modelos, imitar de forma selectiva los modelos de cálculos complejos con estimaciones abreviadas para juzgar la exactitud relativa.</p>
Verificar que las unidades de emisiones/absorciones y parámetros se registren correctamente y que los factores de conversión se utilicen de manera apropiada.	<p>Verificar que las unidades estén correctamente etiquetadas en las hojas de cálculo y (el informe de la plantilla de MDD).</p> <p>Verificar que las unidades se transporten correctamente desde el principio hasta el final de los cálculos.</p> <p>Verificar que los factores de conversión sean correctos.</p> <p>Verificar que los factores de ajuste temporal y espacial se utilicen correctamente.</p>
Verificar la integridad de los archivos de base de datos.	<p>Confirmar que los pasos de procesamiento de datos apropiados estén correctamente representados en la base de datos.</p> <p>Confirmar que las relaciones de datos estén correctamente representadas en la base de datos.</p> <p>Asegurar que los campos de datos estén correctamente etiquetados y cuenten con las correctas especificaciones de diseño.</p> <p>Asegurar que la documentación adecuada de la operación, la estructura del modelo y la base de datos sean archivados.</p>
Verificar la coherencia de los datos entre las categorías.	<p>Identificar los parámetros (p. ej., datos de actividad, constantes) que son comunes a múltiples categorías y confirmar que existe coherencia en los valores utilizados para estos parámetros en los cálculos de las emisiones/absorciones.</p>
Verificar que el movimiento de datos de inventario entre los pasos de procesamiento sea correcto.	<p>Verificar que los datos de emisiones/absorciones se agreguen correctamente de los niveles más bajos a los niveles más altos de información en la elaboración de resúmenes.</p> <p>Verificar que los datos de emisiones/absorciones se transcriban correctamente en los diferentes productos intermedios.</p>
Verificar consistencia de datos	<p>Verificar en manejo de datos que los totales coincidan (chequeo cruzado) tanto para traspaso de datos como para desagregaciones o agregaciones.</p> <p>Verificar que los datos o parámetros que se repiten en varios años sean consistentes</p>
<b>Documentación de Datos</b>	
Revisar el archivo y la documentación interna.	<p>Verificar que existe documentación interna detallada para respaldar las estimaciones y permitir la duplicación de los cálculos.</p> <p>Verificar que cada elemento de datos básico tenga una referencia para la fuente de datos (a través de los comentarios de celda u otro sistema de anotación).</p> <p>Verificar que los datos de inventario, datos de respaldo y registros de inventarios sean archivados y almacenados para facilitar una revisión detallada.</p> <p>Verificar que el archivo sea cerrado y se conserve en un lugar seguro tras la finalización del inventario.</p> <p>Verificar la integridad de los arreglos relacionados al archivo de datos de las organizaciones externas que participan en la elaboración del inventario.</p>
Otros...	
<b>Verificación de Cálculos</b>	
Verificar los cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos.	<p>Reproducir una muestra representativa de los cálculos de emisiones para garantizar su exactitud matemática.</p>
Verificar la coherencia de la serie temporal.	<p>Verificar la coherencia temporal en los datos de entrada de la serie temporal para cada categoría.</p> <p>Verificar la coherencia en el método/algorithm utilizado para los cálculos en la serie temporal.</p> <p>Verificar los cambios metodológicos y de datos que resultan en recálculos.</p> <p>Verificar que los efectos de las actividades de mitigación se reflejen adecuadamente en los cálculos de la serie temporal.</p>
Verificar la exhaustividad.	<p>Confirmar que las estimaciones se presenten para todas las categorías y todos los años desde el año base correspondiente durante el período del inventario actual.</p> <p>En relación a las subcategorías, confirmar que toda categoría sea cubierta.</p> <p>Facilitar una definición clara de las categorías de 'Otro' tipo.</p> <p>Verificar que los datos cuya indisponibilidad sea conocida, resultando en estimaciones incompletas de emisiones/absorciones de una categoría, estén documentados, incluyendo la evaluación cualitativa de la importancia de la estimación en relación al total de emisiones netas (p. ej., las subcategorías clasificadas como 'no estimadas').</p>
Revisiones de tendencias	<p>Comparar las estimaciones de inventario actuales con las estimaciones previas de cada categoría, en caso de estar disponibles. En el caso que existan cambios o desviaciones significativos de las tendencias</p>



Actividad de CC	Procedimientos
	esperadas, es necesario volver a revisar las estimaciones y explicar la diferencia. Los cambios significativos en las emisiones o absorciones de años anteriores pueden indicar los posibles errores de entrada o de cálculo.
	Verificar el valor de los factores de emisión implícitos (emisiones/absorciones agregadas, divididas por datos de actividad) a través de la serie temporal. ¿Se han reportado cambios en las emisiones o absorciones?
	Verificar si existe alguna tendencia inusual o inexplicable reportada para los datos de actividad u otros parámetros a través de la serie temporal.
Comparación entre métodos	Comparación de resultados del método sectorial versus Método de referencia.

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA con base en planillas de EPA

Tabla 56. ET-Sectorial: lista de procedimientos de control de la calidad de categoría específica (Nivel 2)

Actividad de CC	Procedimientos
Evaluar la pertinencia de los factores por defecto del IPCC.	Evaluar si las condiciones nacionales son similares a las utilizadas para desarrollar los factores por defecto del IPCC.
	Comparar los factores por defecto con los factores a nivel de planta o de sitio.
	Considerar las opciones para obtener factores específicos del país.
	Documentar los resultados de esta evaluación.
Revisar los factores específicos del país.	Controlar la calidad de los datos utilizados para desarrollar el factor específico del país.
	Evaluar si los estudios secundarios utilizados para desarrollar los factores específicos del país utilizaron (como mínimo) las actividades de CC de Nivel 1.
	Comparar los factores específicos del país con los valores por defecto del IPCC; documentar alguna discrepancia significativa.
	Comparar los factores específicos del país con los factores a nivel de planta o de sitio.
	Comparar los factores de los otros países (utilizando la Base de datos de factores de emisión del IPCC).
	Documentar los resultados de esta evaluación.
Revisar las mediciones.	Documentar los factores de emisiones país específico en la Base de datos de factores de emisión del IPCC (ver archivo específico para ello)
	Determinar si los estándares nacionales o internacionales (p. ej., ISO) fueron utilizados en las mediciones.
	Asegurar que el equipo de medición comprenda y se mantenga apropiadamente.
Evaluar la coherencia de la serie temporal.	Comparar las mediciones directas con las estimaciones utilizando un factor; documentar alguna discrepancia significativa.
	Revisar cambios significativos (> 10%) en las estimaciones anuales para categorías y subcategorías.
	Comparar estimaciones realizadas con enfoques "top-down" y "bottom-up" para verificar que sean de similares órdenes de magnitudes.
Revisar los datos de actividad a nivel nacional.	Realizar cálculos de referencia que utilizan las relaciones estequiométricas y la conservación de la masa y tierra.
	Determinar el nivel de CC obtenido por la agencia de recolección de datos. Si no fuera apropiado, considerar las fuentes de datos alternativas, tales como los conjuntos de datos internacionales o factores por defecto del IPCC. Ajustar la incertidumbre relevante de manera apropiada.
	Evaluar la coherencia de la serie temporal.
Revisar los datos de actividad específicos de sitio.	Comparar los datos de actividad de múltiples referencias si es posible.
	Determinar si los estándares nacionales o internacionales (p. ej., ISO) fueron utilizados en las estimaciones.
	Comparar los datos específicos de sitio en conjunto con (p. ej., producción) los datos/estadísticas nacionales.
	Comparar los datos de sitios similares.
Estimaciones de incertidumbre de CC.	Comparar estimaciones realizadas con enfoques "top-down" y "bottom-up" para verificar que sean de similares órdenes de magnitudes
	Aplicar las técnicas de CC para las estimaciones de incertidumbre.
	Revisar los cálculos de incertidumbre.
Verificar las estimaciones de GEI.	Documentar las hipótesis de incertidumbre y las cualidades de algunos expertos consultados.
Otros...	Comparar las estimaciones con otras estimaciones nacionales o internacionales a nivel de sector, subsector, de gas o nacional, en caso se encuentren disponibles.

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA con base en planillas de EPA

Tabla 57. Lista de verificación detallada para el informe de inventario sectorial

Actividad de CC	Procedimientos
-----------------	----------------

Actividad de CC	Procedimientos
Sección delantera	La portada tiene la fecha, el título y la dirección de contacto correctos.
	Los índices, tablas y figuras son exactos: los títulos concuerdan con el documento, las páginas coinciden; los números van de forma consecutiva y cuentan con la puntuación correcta.
	El Resumen ejecutivo y la introducción se actualizan con los años correspondientes y la discusión de las tendencias.
	Otros (especificar):
Tablas y figuras	Todos los números en las tablas coinciden con los números en las hojas de cálculo.
	Verificar que las tablas e imágenes del informe correspondan a los últimos valores actualizados.
	Verificar que todas las tablas tengan el número correcto de dígitos significativos.
	Verificar la alineación en columnas y etiquetas.
	Verificar que el formato de tabla sea coherente.
	Verificar que todas las figuras se actualicen con los nuevos datos y se indiquen en el texto.
	Verificar los títulos de las tablas y figuras para ver la exactitud y la coherencia del contenido.
Otros (especificar):	
Ecuaciones	Verificar la coherencia de las ecuaciones.
	Verificar que las variables utilizadas en las ecuaciones se definan según la ecuación.
	Otros (especificar):
Referencias	Verificar la coherencia de las referencias y que las citas de texto y referencias coincidan.
	Otros (especificar):
Formato general	Todos los acrónimos se explican por primera vez y no las veces posteriores a lo largo de cada capítulo.
	Todas las fuentes de texto, encabezados, títulos y subtítulos son coherentes.
	Todos los comentarios, notas y los resaltados son retirados del documento.
	El tamaño, estilo y sangría de las viñetas son coherentes.
	El corrector ortográfico se ha completado.
Otros (especificar):	
Otros temas	Verificar que cada sección se actualice con el año actual (o el año más reciente que incluya el informe de inventario).
	Otros (especificar):

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA con base en planillas de EPA

## **ANEXO 11.02. ACTIVIDADES DE GARANTÍA DE LA CALIDAD**

**Revisión externa del INGEI de Chile y  
SNICHILE**

Sector	Nombre	Apellido	Área de experiencia	Modalidad	Correo	Fecha de revisión
Nacional	Agencia Federal de Medio Ambiente (UBA) de Alemania		Equipo de INGEI de Alemania	En terreno	<a href="http://www.uba.de/emissionen">www.uba.de/emissionen</a>	abr-17
Nacional	Agencia Federal de Medio Ambiente (UBA) de Alemania		Equipo de INGEI de Alemania	A distancia	<a href="http://www.uba.de/emissionen">www.uba.de/emissionen</a>	oct-14
Nacional	ICA-TTE	TTE	Revisores de IBA	A distancia		may-15
Energía	Darío	GOMEZ	Revisor líder de Energía	A distancia	dario_r_gomez@yahoo.com.ar	jun-14
Agricultura	Miguel Ángel	TABOADA	Revisor Agricultura	En terreno	taboada.miguelangel@gmail.com	abril-14
LULUCF	Walter	OYHANTCABAL	Revisor líder de LULUCF	En terreno	woyhantcabal@gmail.com	abril-14
Residuos	Eduardo	CALVO	Revisor Residuos	A distancia	e13calvo@gmail.com	jun-14

Categoría	Comentario de la revisión	Estatus	Comentarios del país
<b>Nacional</b>	<b>Agencia Federal de Medio Ambiente (UBA) de Alemania (2017)</b>		
Sistema Nacional	Chile has started to establish a comprehensive system of roles and responsibilities for the elaboration and compilation of its greenhouse gas inventory. Furthermore, with the new agreed memorandum of understanding (MoU) of the ministry of environment and the ministry of energy Chile took first steps to institutionalize the agreed roles and responsibilities. However, the system is highly dependent on specific persons, their engagement and personal relations. Mayor parts of the institutional arrangements are not codified yet. The GERT encourages Chile to further implement the planned MoU with the ministry of agriculture and to elaborate a cooperation with the ministry of transport on emissions from mobile sources with a view to agree on a MoU for formalized data supply.	No implementado	Se espera institucionalizar el SNICHILE a través de la Ley Marco de Cambio Climático a elaborarse durante 2019.
Sistema Nacional	The GERT further encourages Chile to further increase the transparency of the description of the cooperation within the "Equipo Técnico Nacional", i.e. the collaboration of the internal and external experts and the information flows in its National Inventory Report. Furthermore the GERT encourages Chile to ensure the sustainability of human resources in the "Equipo Técnico Nacional" for the elaboration and compilation of the greenhouse gas inventory.	Parcial	Se está avanzando en incluir la responsabilidad la elaboración del inventario en los cargos de los distintos ministerios relacionados
Sistema Nacional	The provision of activity data as well as emission factors by the private sector is based mostly on voluntary data supply and personal collaborations and not formally institutionalized by e.g. cooperation agreements. Quality control and quality assurance procedures are mostly missing. Hence data flows from the private sector is potentially in danger of disruption and not sustainable. The GERT encourages Chile to elaborate the possibilities to formalize the cooperation with the private sector for data supply, including QA/QC procedures for these data, where data requirements cannot be provided by the official statistics.	No implementado	Se evaluará la implementación de QA/QC donde sea posible y la cooperación con empresas. Se agrega a plan de mejora continua.
GCC	Chile has implemented a system of independent quality assurance, quality control and verification procedures of its AD, EF and methods used. The GERT commends Chile for that endeavour. However, in some parts sufficient QA/QC procedures are lacking, e.g. for data flows from the private sector. Also, the implementation of the findings and recommendations of these independent QA/QC and verifications are not obligatory but up to the decision of the "Equipos Técnicos Sectoriales". The GERT encourages Chile to elaborate QA/QC procedures where lacking, e.g. private sector, and the formalize the implementation of information, recommendations and findings from internal and external QA/QC and verification procedures.	No implementado	Se evaluará la implementación de QA/QC donde sea posible y la cooperación con empresas. Se agrega a plan de mejora continua.
Métodos	Chile applies for the calculation of its emissions by sources and removals by sinks for its inventory the 2006 Guidelines for National Greenhouse Gases Inventories. The GERT commends Chile for the application of the most recent guidelines for GHG inventories as it increases the comparability of the inventory and enables the country to prepare itself for the upcoming transparency framework under the Paris Agreement. However, Chile remains on the application of the GWP values of the 2nd IPCC Assessment Report. In order to increase the methodological consistency the GERT encourages Chile the use the GWP values of the 4th IPCC Assessment Report.	Implementado	

Categoría	Comentario de la revisión	Estatus	Comentarios del país
Métodos	Chile reports in its greenhouse gas inventory precursor gas for some categories but does not include precursor gases consistently for all categories. This leads to a lack of completeness of the greenhouse gas inventory. During the review Chile explained that data of the missing categories is not available. The GERT welcomes the endeavour to report on precursor gases, encourages, however, Chile either to elaborate options to raise missing data for precursor gases or not to report precursor gases. The GERT also encourages Chile to state clearly in the NIR the incomplete reporting of precursor gases,	Implementado	
IIN	For some descriptions in the National Inventory Report (NIR) Chile uses country specific terminology and wording, e.g. in the forestry sector. During the review this caused sometimes misunderstandings in the specific meaning of the usage of methods, the calculation of emissions and the reporting. The GERT encourages Chile to elaborate the NIR by using terms and wording of the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventory and the UNFCCC in order to be consistent with IPCC categories and terminology. Further the GERT encourages Chile to check and if needed to improve the application of notation keys according to the definitions of decision 24/CP.19.	No implementado	
IIN	The GERT encourages Chile to increase the transparency of the NIR by describing the emission trends per source in more detail, as well as describing the fundamental reasons for the underlying trends. The GERT also encourages Chile to insert standardized overview information on each source category in, e.g. in a table heading each source category chapter, in the NIR indicating if the category is a key category, what type of methods and EF's are applied, the share on the total emissions	Parcial	Se incluyeron todas las recomendaciones excepto por la de indicar si es categoría principal. Se evaluará su inclusión en el próximo IIN de acuerdo a avances en desagregación de categorías para el cálculo de incertidumbres
SRT	Chile reports its emission by sources and removals by sinks of the agriculture and land use according to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories together under AFOLU. However, this approach reduces transparency of the impact of both the agriculture and the land use sector. Therefore the GERT encourages Chile to report these emissions separately in the agricultural category (CRF 3) and LULUCF category (CRF 4).	Implementado	
Energía	Fuel combustion- reference approach – energy data: In deviation from most other energy balances provides the energy balance for Chile all fuel consumption data as gross calorific values (GCV). In opposite the used IPCC default emission factors are related to net calorific values (NCV). The needed conversion from gross calorific values to net calorific values could be a potential source of errors. There is always a specific relationship between the calorific value and the carbon content. Insofar we suggest you to collect some data on the energy content (NCV) of fuels used in the national energy balance. This information should be available by the most companies. This would avoid additional conversion steps with less certain data and would improve the accuracy.	No implementado	No fue posible obtener esta información en el periodo a realizar. Se trata de un cambio mayor que afecta al BNE el debe ser evaluado con tiempo.
Energía	Fuel combustion- reference approach – All fuels – CO2: In accordance with Annex I reporting requirements Chile you would need to calculate key categories by using a higher tier method. This is request is currently not implemented in the inventory. The inventory report provides in table 2 an overview of the methods applied and origin of the emission factors used. These are in the energy part of the inventory mostly Tier 1 methods and default emission factors. In addition table 5 provides the results of the national key category assessment. There the majority of the energy sources are characterized as key categories. Insofar there is a general discrepancy in the inventory. The GERT encourages the Chilean experts to start the elaboration of national country specific CO2 emission factors where possible. This is in our view the most important task which have to be solved to comply more with annex I reporting requirements. The GERT is aware that this is depending from resources and money available. Therefore we recommend to start with those fuels which are causing the majority of the CO2 emissions. Some helpful information may be found in the following publication which has been discussed during the course of the review: <a href="https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/co2-emission-factors-for-fossil-fuels">https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/co2-emission-factors-for-fossil-fuels</a> This study is based on detailed analysis of measured emission factors collected via the emissions trading system and from other sources. This publication provides some information about the possible range of values and some potential problems.	No implementado	Tarea pendiente de larga data la cual no ha sido posible resolver dado la escasez de información como de recursos para su obtención.

Categoría	Comentario de la revisión	Estatus	Comentarios del país
Energía	<p>1.A.1.b Petroleum refining – All fuels – CO2: The refinery input and output balance gives an evidence on potential problems with the calorific values. The energetic input should be always higher than the output due to losses which cannot be avoided. We suppose that the calorific values of some oil products are a bit overestimated. Regarding oil products it would be interesting to understand which information is available. Calorific values are often difficult to get because they are not so much of importance for the operators in the oil industry. The standardization should be available. In cases that the density and the sulfur content is available you can calculate the net calorific value by using a specific formula.</p> <p>Besides the refinery production structure and own consumption is very different to Germany and Europe. It should be checked if the refinery gas is a bit underestimated. Even if you have another production structure we would expect more refinery gas. This is a byproduct which you cannot be avoided. It's possible that a high share of refinery gas is flared. But in that case the related emissions should be reported under 1.B.2.</p> <p>The specific own consumption in the Chilean refineries is lower than the corresponding German value. There are some possible explanations. Due to a stricter law regarding the sulfur content the German plants have a higher energy consumption for the desulfurization process. On the other hand the German plants have to work very efficient due to the competition because of overcapacities of the European market. Furthermore we report emissions from catalyst regeneration (reported as pet coke). The GERT encourages the Chilean experts to analyses if these emissions are included in the inventory of Chile.</p>	Implementado	Se realizaron las correcciones acorde a lo indicado para los BNE desde 2016 al 2010. Queda pendiente realizarlo para años anteriores.
Energía	<p>1.A.2.a Iron and steel – All fuels – CO2: Regarding the iron &amp; steel balance Chile shows higher energetic losses than Germany. This seemed to be plausible since in Germany the main part of the blast furnace gas is used for electricity and heat generation, although the gas has an extremely low energy content. In your reporting this isn't a problem since you calculate emissions from the input side and report it in the industry sector (2.C.1). The allocation method is consistent with the 2006 Guidelines.</p> <p>In Germany we use not only coke as reducing agent, because this is the most expensive reducing agent. We use also hard coal, lignite and oil products. The GERT encourages you to check if there are also other fuels relevant in Chile.</p>	No implementado	No se realizó dado que no fue prioridad respecto a otras labores dado los pocos recursos de HH disponibles.
Energía	<p>1.A.2.a Iron and steel – energy consumption: The coking plant balance shows negative energetic losses (a higher output than input). This is a further indication of a potential calorific value problem. We know from our own experience that it's not so easy to get calorific values for coke and tar. The GERT encourages you to check if these values could be detected and included in the calculation of the emission relevant energy input.</p>	No implementado	No se implementó dado la falta de HH disponibles para su realización.
Energía	<p>1.A.2.b Non-ferrous metals – CO2: In Chiles NEB (national energy balance) there is a relevant fuel input for copper production. But there is no emission reported in source category 1.A.2.b. In which source category are the associated emissions reported? (In the CRF tables there is no notation key used neither IE nor NE). Our understanding is that some of the emissions were reported in source category 1.A.2.i - Mining (excluding fuels) and Quarrying. But the mining is just the first processing step. The following related mining procession steps should be reported in source category 1.A.2.b. Since copper production is such an important industry in Chile it would make sense to report it separately. If there are any difficulties to distinguish between source category 1.A.2.b and 1.A.2.i we recommend to check the different production steps. It seemed to be very likely that you need only diesel for the mining of copper and other liquid fuels and gas for further processing. In case that coke is also used for the roasting process it has to be included in the calculation. The GERT you to calculate the emissions based on gathered data from industry.</p>	No implementado	No se implementó dado la falta de HH disponibles para su realización.
Energía	<p>1.A.2.b Non-ferrous metals – diesel - CO2: As written above the NEB provides fuel use data for the mining processes. The included liquid fuels are possibly used in some stationary installations but to our understanding of the impressive process steps in the mining the large quantity will be used in mobile machinery like trucks, excavators etc. Currently all the emissions are allocated to the entire process. But the mobile caused emissions have to be reported under CRF 1.A.3.e.ii - Off-road. The GERT encourages you to gather more information from owners and operators of mining facilities to allocate the fuel consumption and the caused emissions to the correct CRF-structures.</p>	No implementado	No se implementó dado la falta de HH disponibles para su realización.

Categoría	Comentario de la revisión	Estatus	Comentarios del país
Energía	<p>1.A.3 Transport– liquid fuels - all GHG: The current reporting of transport related emissions is focussed on section 1 A.3 only. According to the reporting requirements the transport emissions should be calculated in more detail and the emissions should be allocated to different source categories in the inventory. These are for example the emissions arising from off-road and other mobile machinery in the industry (1 A.2 subcategories), pipeline transportation (1 A.3.e.i), transport in mining processes (1 A.3.e.ii), emissions from fuels combusted in traction vehicles on farm land and in forests (1 A.4.c.ii) and Fishery (mobile combustion) (1 A.4.c.iii). The GERT encourages you to gather the needed activity data and to allocate the emissions in accordance with the reporting requirements.</p> <p>In respect to estimation of non-CO2-greenhouse gases the GERT further encourage you to discover emission calculation models (like e.g. COPERT) to calculate the emissions in a higher accuracy.</p>	No implementado	No se implementó dado la falta de HH disponibles para su realización.
Energía	<p>1.A.3.e.i Pipeline transport – natural gas - CO2: Emissions from compressor stations are usually not so relevant but not unimportant enough to be not included in the inventory. In Chiles CRF tables there are no emissions reported in source category 1.A.3.e.i. But we assume use and distribution of natural gas and may be oil. Whenever there is a pipeline system compressor stations are needed to maintain the pressure. Depending on the circumstances electricity, oil or gas could be used. We are aware of the problem that these data is difficult to get directly from the national statistic. Before we in Germany got information from the emissions trading system we used a calculation method where we determined a specific energy consumption referred to the primary energy consumption of natural gas. We applied a share of 0,005 % of the entire distributed amount of natural gas to be used in compressor stations. When we later compared the data with ETS values we found out that this was a slight underestimation but could be assessed as acceptable correct. The GERT encourages you to calculate the emissions based on gathered data from industry or by application of a similar calculation method described above.</p>	No implementado	No se pudo obtener la información asociada a los compresores para el transporte mediante cañerías.
Energía	<p>1.B.1.a Coal mining and handling – pit gas – CO2, CH4: According to the NEB there is in Chile a production of hard coal. But there is no pit gas mentioned in your energy balance. We wonder what happens with the pit gas which will be always produced in underground mines. Since pit gas has a high methane content this is often used for electricity generation (e.g. that's the case in Germany). The GERT suggest you to check if and how pit gas is used in Chile. If it's flared you should report it as fugitive emission in 1.B.1.</p>	No implementado	No fue posible obtener información asociada a minas abandonadas.
Energía	<p>1.B.1.a Coal mining and handling – pit gas –CH4: In case of active mining processes inside a country there might be also the emission source of abandoned mines. These are currently not included in the inventory. The 2006 IPCC guidelines contains a good approach on calculating methane emissions. However we know that it is hard to get the needed activity data. The GERT encourages you to ask the mining authority in your country. They may have information on abandoned mines. As an alternative step, ask the operator of active mines whether they have such information. From our experience, in many countries universities with disciplines of studies in geology, geography or mining have information on that as well. The GERT encourages you to gather the needed information and to include these emissions in the inventory.</p>	No implementado	No fue posible obtener información necesaria para estimar estas emisiones
Energía	<p>1.B.1.b Solid fuel transformation – wood - NMVOC, CO2: The production of charcoal is currently not included in the inventory in Chile. There are fugitive emissions from coking processes and char coal production which should be included under “Solid Fuel Transformation”. According to FAO statistics (<a href="http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO">http://www.fao.org/faostat/en/#data/FO</a>) around 250.000 tons of wood charcoal were produced in Chile in 2015. The GERT recommends to ask the producer about possible emissions. Alternatively the GERT encourages you to check the website of US EPA to get a first calculation approach. <a href="https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch10/">https://www3.epa.gov/ttn/chief/ap42/ch10/</a>. Please regard: if you calculate fugitive emissions from charcoal production, CO2 has to be reported as memo item!</p>	No implementado	No se implementó ya que existen dudas respecto a los valores declarados por la FAO .
Energía	<p>1.B.2.c Venting and flaring – liquid fuels – CH4, CO2: The inventory report should contain a short general section describing the supply situation for crude oil in Chile in relation to how much oil is imported, how much is produced and why annual changes occurred. All refineries and production places have flares in operation. The 2006 IPCC guidelines provide emission factors for all GHG</p>	No implementado	No fue posible obtener información necesaria para estimar estas emisiones

Categoría	Comentario de la revisión	Estatus	Comentarios del país
	referred to the activity data which should be available in Chile. The GERT encourages you to estimate the caused emissions to avoid an underestimation for this source category.		
Energía	1.B.2.c Venting and flaring – gaseous fuels – CH <sub>4</sub> , CO <sub>2</sub> : The inventory report should contain a short general section describing the supply situation for natural gas in Chile in relation to how much gas is imported, how much gas (or town gas) is produced and why annual changes occurred. All production places have flares in operation. The 2006 IPCC guidelines provide emission factors for all GHG referred to the activity data which should be available in Chile. The GERT encourages you to estimate the caused emissions to avoid an underestimation for this source category.	No implementado	No fue posible obtener información necesaria para estimar estas emisiones
Energía	Fuel combustion- reference approach – All fuels – CO <sub>2</sub> : In your excel document “Planilla Energía” there is a table called “Referencia” which demonstrates a calculation of the reference approach. The calculation is consistent with the 2006 Guidelines with just one exception. You did not consider the “carbon excluded”. The “carbon excluded” includes the non-energetic use but also feedstock’s and reducing agents. If you subtracted the “carbon excluded”, you could improve the correlation between the reference approach and the sectoral approach. The result of a corresponding calculation shows a deviation of around 1.9 % in 2013 between the reference and the sectoral approach. Insofar a difference < 2 % is always acceptable correct. In chapter 3.2 of the inventory report the comparison between both calculation approaches is provided. Figure 17 illustrated that the deviation is between - 3,0 % (2000) and + 2,8 % (2007). Unfortunately the provided reference to the IPCC Guidelines is not correct. There is the request to elaborate more on reasons for deviations between the results of both approaches when the difference is bigger than 2 % (currently the report stated this limit as 5 %). Insofar the GERT encourages you to apply the above mentioned correction in the reference approach. In case that the difference afterwards is still larger than 2 % you should describe the reasons for that.	No Aplica	Esta información si está considerada en el método de referencia el cual se encuentra dentro de la hoja.
Agricultura	3. General (agriculture) – CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O: Chile uses currently a static model for the calculation of emissions from Enteric Fermentation and Manure Management. The GERT encourages Chile to evaluate the possibilities of working on a dynamic model and to investigate the availability of the needed background data.	Implementado	
Agricultura	3. General (agriculture) – CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O: Activity data for the Key Categories Cattle, Non-Dairy Cattle and Swine are taken from the National Statistic Organization (ODEPA). Non-key category data is taken from the FAO. The GERT encourages Chile to consider the use of national data, also for the non-key categories, and to investigate in the origin of the data reported to the FAO.	Implementado	
Agricultura	3. General (agriculture): The new IPCC 2006 GL introduce a number of new animal types (like pets, deer’s...) to be included in the annual inventories. During the week of the review GERT asked the Chilean experts if these new categories are relevant for the completeness of the inventory. While the answer was no the GERT could find ostriches products labelled as products of Chile. Insofar the GERT encourages Chile to reassess the need of the inclusion of all these new categories and to reflect the results in the inventory report. This could be by inclusion of calculation values or the characterisation by the use of notation keys (NO or NE).	Implementado	
Agricultura	3. General (agriculture): The inventory report does not provide any description of the QA/QC procedure in the agricultural sector. Furthermore, there is no recalculation chapter provided where it is written, why the emission trends in the different sectors changed over time or in comparison with the previous reported one. It is only mentioned that the trend is influenced by the animal population. The GERT encourages the authors to include / improve these chapters in the inventory report.	Implementado	
UTCUTS	Land Representation: Chile extends along the southwest portion of South America and therefore is a country with a variety of bioclimatic zones, morphological features and different vegetation types. The GERT commend the efforts taken by Chile to represent the land sector in its inventory, acknowledging the challenges of data collection over time and space. As the data basis for different regions/zones and categories comes from different points in time, inconsistencies in the time series can result. The GERT encourage Chile to evaluate the data basis and explain in the next inventory how time series have been calculated.	Implementado	
UTCUTS	4.A Forest land: Forest Land comprises many key categories and has the highest	No	



Categoría	Comentario de la revisión	Estatus	Comentarios del país
	share in both, emissions and removals, in the inventory. At the moment Chile considers the share of its national forests which is under management (managed native forests, plantations) or has faced another anthropogenic intervention, mainly wildfires (second growth forests, fired native forests). Based on expert judgement and the availability of data, the forest subcategories have different transition periods between 10 and 80 years. Unmanaged native forests respectively primary forests are not part of the inventory. During the Review the GERT could not fully understand the differentiation between forest categories and how land use changes are tracked between these categories over time. The GERT encourages Chile to open a discussion among the experts about this issue and to reconsider its forest classification under the consideration of IPCC wording to assure transparency and completeness of the inventory.	impleme ntado	
UTCUTS	4.A Forest land - CO2: Estimates for the carbon pools litter and soil organic carbon were not reported ,due to a lack of reliable data or the non-availability of data in an adequate format to reliably estimate the emissions associated with these carbon pools'. Chile stated that it is planning to consider these pools on a Tier 1 basis in one of the upcoming inventories. The GERT welcomes these planned improvements.	Impleme ntado	
UTCUTS	4.A Forest land - CO2: Fuelwood extraction from plantations and native forests is based on statistics from the Ministry of Energy with a change in methods between the time series 1990-2011 and 2012-2013. The GERT encourages Chile to identify the best available method to ensure the consistency of the time series, t	Parcial	El método nuevo representa mejor la realidad del país, sin embargo no se ha reconstruido la serie en el tiempo
UTCUTS	4.D. Wetlands - CO2: Chile improved its reporting on the Wetland category between the previous and the recent inventory and now reports CO2 emissions from Land converted to Wetlands. Chile stated to check the 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands in order to evaluate the importance of the Wetlands category and improve the completeness of emissions. The GERT welcomes this initiative.	No impleme ntado	
UTCUTS	4.E. Settlements - CO2: In the Settlements category emissions from Lands converted to Settlements are reported for the year of the conversion. For the 20 years transition period an annual increase of 1 t ms/ha/year is assumed based on expert judgement. For Lands remaining Settlements no emissions and removals are reported due to missing data. The GERT encourages to Chile to evaluate whether it is reasonable for Chilean circumstances to take data for biomass in Settlements from the respective Grassland data of the region or, if those are not available, from other countries comparable to the regional circumstances.	No impleme ntado	
UTCUTS	4.F Other land: Chile categorized around 40 % of its national territory as Other Land, comprising ,Areas without vegetation, ice and glaciers, bodies of water and uncharted land'. Chile stated to work on the elimination of uncharted land. Further it is planned to include ,water bodies' in the Wetland category. The GERT welcomes these planned improvements as this will increase transparency and consistency of the land use sector classification.	impleme ntado	
Nacional	Agencia Federal de Medio Ambiente (UBA) de Alemania 2014		
Temas transversales	Se recomienda revisar exhaustividad de GEI	Impleme ntado	Está siendo implementado en el IIN 1990-2013
Temas transversales	Incluir plan de mejora del inventario (anexo); inclusión de fuentes y GEI no incluidos?.	Impleme ntado	Está siendo implementado en el IIN 1990-2013
Temas transversales	Detallar qué mejoras se han llevado a cabo como resultado de revisiones de INGEI previos	Impleme ntado	Está siendo implementado en el IIN 1990-2013
Temas transversales	Archivo y Documentación?	Impleme ntado	Está siendo implementado en el IIN 1990-2013
Temas transversales	Sugerencia al formato: se sugiere incluir más niveles en el índice (3.2.1, 3.2.1.1, etc), para poder hacer una búsqueda más rápida de los temas de interés (prisma del revisor)	Impleme ntado	Está siendo implementado en el IIN 1990-2013
Temas	Exhaustividad: en el capítulo 2 debería hacerse mención a que se „...incluyen	Impleme	Está siendo implementado

Categoría	Comentario de la revisión	Estatus	Comentarios del país
transversales	CASI todas las fuentes...". No se incluyen todas las fuentes de emisiones y esto queda patente en otras secciones del informe.	ntado	en el IIN 1990-2013
Temas transversales	Análisis de categorías claves: conviene aclarar porque se identifican categorías claves pero no se usa metodología más avanzada para ellas (Correlación tablas 2 y 5). Una opción sería justificar que esto se decidirá a cabo en futuros inventarios.	Implementado	Está siendo implementado en el IIN 1990-2013
Temas transversales	Considerar incluir un punto adicional bajo la sección 1.6 (Sistema de garantía y control de la calidad) con información más detallada sobre peer reviews (revisión expertos LAC, revisión equipo Alemania dentro de Information Matters...); por quién, por qué, etc. à estas revisiones son probablemente más exhaustivas que las que se van a llevar a cabo bajo el proceso de ICA	Implementado	Está siendo implementado en el INN 1990-2013
Temas transversales	Propuesta: cuando se da un rango de valores de incertidumbre a los FE, tomar valores medios de incertidumbre de las guías metodológicas. Este enfoque también se da en países AI (Alemania), cuando hay dudas acerca de que cifra tomar.	Implementado	Está siendo implementado en el INN 1990-2013
IPPU	Industria química: 2B5 Etileno: La propuesta de mejora (FE) se considera muy costosa y demasiado poco eficiente según la experiencia de Alemania.	Implementado	En el próximo IIN se incluirán el punto.
IPPU	Industria metalúrgica: Se sugiere una metodología más avanzada para este aspecto, dado que hay pocas empresas en el sector y se podrían mejorar los datos de actividad	Implementado	En el próximo IIN se incluirán el punto.
Agricultura	Las características climáticas de Chile son fundamentales para entender este capítulo; se recomienda hacer una referencia al capítulo de Circunstancias Nacionales del IBA o incluir una descripción breve.	Implementado	En el próximo INN se incluirá este punto.
Agricultura	División regional de Chile: inclusión de mapa y aclaración de porque las regiones no se dan en orden (I-XIV).	Implementado	Los nombres de las regiones ya no incluyen una numeración.
Agricultura	Metodología: Uso de IPCC 2006 pero se utiliza la estructura antigua (por ejemplo agricultura es 4 y no 3). à No debería ser un mayor problema.	Implementado	Se cambió el árbol de fuentes de emisión separando agricultura de UTCUTS
Agricultura	También falta información sobre Factores de Emisión Implícitos; no se puede hacer una verificación porque faltaría la base para el cálculo.	Implementado	Se explicita información para estimación de FE
LULUCF	Hace falta aclarar qué Factores de Emisión han sido utilizado (al menos hacer referencia a guías IPCC)	Implementado	Se ha incorporado en el IIN 1990-2016
LULUCF	Se han tenido en cuenta las condiciones climáticas? Dónde se encuentra información al respecto para esta categoría?	Implementado	Las condiciones climáticas si han sido incluidas
LULUCF	Se echa en falta descripción de incertidumbres y verificación (todo AFOLU)	Implementado	En el próximo INN se incluirá este punto.
LULUCF	También sería conveniente dividir las emisiones de las subcategorías entre CH4 y N2O y no presentar sólo las emisiones totales. Esto sería especialmente interesante para pastizales.	Implementado	Se estiman emisiones de CH4 y N2O por tipo de tierra por separado.
Residuos	Allí dónde hay falta de datos, reflejar en el informe à potencial de mejora a través de cooperación (reflejar en BUR)	Implementado	Incluido en plan de mejora
Residuos	Mejora residuos industriales: datos a través de NAMA APL / Residuos? Acuerdos de cooperación con gran industria? Acuerdos voluntarios vs. nuevas leyes?	No implementado	En el próximo INN se incluirá este punto.
Nacional	ICA-TTE		
IPPU	37. Chile has estimated GHG emissions in all categories of the industrial processes sector using the tier 1 or tier 2 methodologies from the 2006 IPCC Guidelines. For categories where a numerical value is not reported, Chile reported the appropriate notation key "NE" (not estimated), except for the production of halocarbons and SF6, for which "NE" was reported in the tables and "NO" (not occurring) in the text. Following communication with the Party during the technical analysis week, Chile confirmed that "NO" should be reported instead of "NE" for that sector. Chile also explained that statistics for single consumers are not available in the country. However, Chile is establishing the necessary institutional arrangements to ensure the regular development and submission of these estimates through the implementation of a working group involving the sectoral inventory team and the importers. These institutional arrangements will ensure that improvements can be made to enhance the completeness of future national GHG inventories.	Implementado	Se ha mejorado la información referente al uso de HFC y SF6. En conversaciones con el equipo de Ozono se ha determinado que no existe producción de gases fluorados en el país. Adicionalmente el equipo desarrolló un inventario de uso de HFC junto con sus principales consumidores. Esta información se utilizó para el NII2018
IPPU/Resid	38. The TTE noted that emissions were not estimated for carbon monoxide,	Implementado	Se ha incorporado en el

Categoría	Comentario de la revisión	Estatus	Comentarios del país
Uso de suelos	nitrogen oxides and non-methane volatile organic compounds for the industrial processes and waste sectors. In providing its feedback on the draft summary report, Chile indicated that its work is ongoing to improve data collection, to improve the estimation of those gases and to include this information in its subsequent BUR.	Implementado	IIN 1990-2016
Residuos	39. Chile also plans to improve the emission estimates for the waste sector by using information from the Pollutant Releases and Transfers Register that will be in place from 2015 and by improving the collection, processing and generation of activity data.	No implementado	El RETC tiene inconvenientes en cuanto a la serie temporal. Se espera mejorar información de residuos para el próximo inventario
AFOLU	41. For the agriculture sector, Chile has provided a summary table with GHG emissions for the years 1990, 1995, 2000, 2005, and 2010 using the categories as defined in the 2006 IPCC Guidelines for all years in the period 1990–2010, except for prescribed burning of savannahs, which does not occur in the country. The estimates for the years 2000 and 2006 are consistent with those in the second national communication. The TTE noted that the inclusion of the emission factors used could increase the transparency and facilitate the technical analysis.	Implementado	Se ha mejorado la información presentada en el presente INGEI
AFOLU	43. Chile provided, in its BUR, an update regarding the carbon pools included in the forestry and other land-use inventory. Emissions from dead wood, which were not addressed in previous inventories, were included for approximately 56.0 per cent of the national territory. The specific methodologies and emission factors used are not provided in the BUR. Estimates for litter and soil organic carbon were not reported in the second national communication nor in the BUR, due to a lack of reliable data or the non-availability of data in an adequate format to reliably estimate the emissions associated with these carbon pools. In communication with the TTE during the technical analysis week, Chile explained that the data necessary to include soil organic carbon in the inventory exist, but that they require proper organization by soil type and management practice. The TTE notes the difficulties in organizing such data in a timely manner and notes that a tier 1 approach could be used until better data become available, noting that this may increase the uncertainty of the overall report.	Implementado	Se incluyó el carbono orgánico del suelo utilizando tier 1. Se espera desarrollar el tier 2 más adelante.
Generales	46. In providing its feedback to the summary report, Chile has indicated its national actions to enhance transparency of reporting on the information highlighted by the TTE in paragraphs 32–34, 38, 41–43 and 45 above, and to present this information in its subsequent BUR.	Implementado	Se ha incrementado la transparencia del IIN de Chile serie 1990-2013
Energía	Darío GOMEZ		
Generales	El revisor recomienda que Chile trate de estimar las emisiones de las categorías principales mediante métodos de nivel 2.	No implementado	Por falta de tiempo y recursos no se ha implementado, pero está pendiente y con alta prioridad
Categorías principales	Chile emplea los FE por defecto sugeridos por las GL2006. Esta estimación no está en línea con las GL2006 para las categorías principales. El ISGEI-SE indica que para la realización de este inventario se licitó un estudio para poseer los FE nacionales para cada combustible, junto con su incertidumbre asociada. El revisor felicita a Chile por el esfuerzo de obtener FE nacionales de CO2, clave para mejorar la precisión del inventario, alienta el desarrollo de un futuro estudio y recomienda aprovechar el trabajo realizado para encarar un mejoramiento parcial, utilizando los factores para gas natural y carbón sub-bituminoso obtenidos siempre que se los considere representativos de las circunstancias nacionales.	No implementado	El estudio consideró el procedimiento para la estimación de factores de emisión pero no el cálculo de estos. Aún no se cuenta con los FE específicos del País.
Categorías principales	El revisor alienta a Chile a llevar a cabo el plan de mejoramiento relativo a la adquisición de datos para estimar el contenido de carbono de los combustibles usados en el país. En el interin mientras no se cuente con estos datos, el revisor recomienda (i) tomar contacto con los grandes usuarios de combustibles, especialmente los generadores de energía eléctrica que pueden contar con alguna información y (ii) como gran parte de los combustibles empleados en Chile son importados, se puede investigar las comunicaciones nacionales a la CMNUCC de los respectivos países que pueden reportar los contenidos de carbono de los combustibles que producen.	No implementado	Por falta de tiempo y recursos no se ha implementado, pero está pendiente y con alta prioridad
Categorías principales	Asimismo la base de datos empleada para los cálculos mediante el software del IPCC contiene, para algunos años de la serie 1990–2011 los consumos y las	No implementado	Se agrega puntos en el plan de mejora continua

Categoría	Comentario de la revisión	Estatus	Comentarios del país
	emisiones asociadas de gas licuado de petróleo (GLP) y bitumen, combustibles que habitualmente no son empleados en esta subcategoría industrial. También reporta para 2004 y 2005 el consumo y las emisiones asociadas de madera y residuos de madera, un combustible no muy frecuentemente empleado en el pasado reciente en las acerías modernas pero que empieza a ser considerado por las emisiones neutras de CO2. Durante la revisión, Chile indicó que de acuerdo al BNE, los combustibles indicados fueron utilizados por esta industria. <b>Si bien el revisor aprecia el chequeo realizado, es de la opinión que sería conveniente que Chile desarrollara métodos alternativos a la verificación del BNE para investigar potenciales consumos atípicos como los señalados.</b>	ntado	que incluyen revisar Balances anteriores homologándolos a la metodología definida en el 2014. Por el momento no se utilizan datos distintos a los publicados para mantener reproducibilidad de datos y coherencias con otros cálculos del Ministerio de Energía.
Categorías principales	El ISGEI-SE (p. 61) indica que por la importancia del transporte terrestre en las emisiones nacionales, se trabajó para obtener una mayor desagregación del consumo de combustible por tipo principal de vehículo. Si bien este fin es encomiable y permite mejorar la precisión en la estimación de las emisiones de CH4 y N2O no contribuye a mejorar la estimación de las emisiones de CO2 (la categoría principal) ya que tal como lo indican las GL2006 es buena práctica para estimar las emisiones de CO2 emplear la cantidad de combustible vendido y el factor nacional de CO2 de los combustibles utilizados. <b>El revisor recomienda que Chile trate de estimar los contenidos de carbono de los combustibles empleados en el país para mejorar la precisión de las estimaciones de las emisiones de CO2.</b>	No implementado	Por falta de tiempo y recursos no se ha implementado, pero está pendiente y con alta prioridad
Uso de combustibles como materia prima y uso no energético de combustibles	Para 2011, el BNE reporta el uso no energético de los siguientes derivados del petróleo: aguarrás, asfalto, etileno, fuel fondo vacío, gas oil, gasolina blanca, solventes. El ISGEI-SE indica que las cantidades de cada tipo de combustible empleadas para uso no energético fueron incorporadas en el método de referencia. Sin embargo, el revisor observó que para 2011 en la base de datos empleada para realizar los cálculos mediante el software del IPCC los combustibles tomados en cuenta para tomar el carbono excluido de la combustión fueron: gasolina blanca, coque y alquitrán de carbón. <b>El revisor sugiere que Chile analice la reconciliación de esta información.</b>	No implementado	Se implementó para el 2011 sin embargo ahora se tiene una situación similar para los años 2014 al 2016.
Uso de combustibles como materia prima y uso no energético de combustibles	El uso no energético del coque como reductor en la industria del hierro y el acero no fue abordado en el ISGEI-SE. Como el revisor no tuvo acceso al ISGEI del sector procesos industriales, ignora si este tema fue tratado en esta parte del informe. Sin embargo, <b>el revisor recomienda que Chile encare la realización de un balance de materia de entradas, salidas y uso de carbono en la industria del hierro y el acero para mejorar la transparencia y la precisión de los consumos de combustibles fósiles para uso energético y no energético en esta industria y que, de ser pertinente, incorpore referencias cruzadas en los informes sectoriales de energía y procesos industriales.</b>	Implementado	Se ha incorporado en el IIN 1990-2016
Agricultura	Miguel Angel TABOADA		
Conclusiones y recomendaciones.	• En la información presentada siguiendo las Directrices IPCC 2006, completar los Subsector es 3.C.4. y 3.C.5. con la fuente de N "Mineralización de N asociado con pérdidas de la materia orgánica del suelo, resultante del cambio de uso de la tierra o del manejo de suelos minerales (FSOM)".	Implementado	No existe data para realizar las estimaciones, se evaluará la posibilidad de incluirlo en el próximo IIN.
Conclusiones y recomendaciones.	• En la información nueva siguiendo las Directrices IPCC 1996 revisadas y la Guía de Buenas Prácticas IPCC 2003, considerar como fuente de N a la Fijación Biológica de N (FsN), aun cuando es aceptable la adopción del criterio de nulidad de esta fuente adoptado a partir de IPCC 2006.	No implementado	Chile ha decidido utilizar las GL2006 del IPCC. Se evaluará el cálculo de dicha fuente de N2O para reportarlo como partida informativa dentro del IIN.
Conclusiones y recomendaciones.	• Se alienta a que el país investigue las causas de las diferencias en factores de emisión en Manejo del Estiércol-CH4-, para el caso de los porcinos, entre los valores específicos del país y los valores por defecto para países templados de IPCC.	Implementado	Se ha incorporado en el IIN 1990-2016
Conclusiones y recomendaciones.	• Se recomienda al país una mejor caracterización del uso de fertilizantes nitrogenados, discriminando entre las diferentes fuentes de N en cada región, y los valores de pérdidas por volatilización para el cálculo de las emisiones indirectas de N2O.	No implementado	En el próximo INN se incluirá este punto. Siempre y cuando se cuente con la información pertinente.
LULUCF	Walter OYHANTCABAL		

Categoría	Comentario de la revisión	Estatus	Comentarios del país
Recomendaciones	a) resolver los problemas de exhaustividad asociados a depósitos de C, priorizando las categorías principales y alguna sub-categoría de tierras (matorrales). Debería apuntarse a reportar todos los pools de carbono de las categorías principales, usando datos específicos de Chile (Nivel 2) o, en su defecto, no optar por no reportarlos si se demuestra en forma transparente que no son una fuente. Para categorías de uso de la tierra no principales pero mandatorias (como pastizales y tierras de cultivo) se puede recurrir a supuestos y factores por defecto del IPCC (GBP UTCUTS, 2003);	Implementado	Se incluyó el carbono orgánico del suelo utilizando tier 1. Se espera desarrollar el tier 2 más adelante.
Recomendaciones	d) establecer la duración del período en que una tierra permanece en una categoría transicional y revisar la asignación actual de áreas forestadas a las sub-categorías Tierras forestales que permanecen como tierras forestales y Tierras convertidas a tierras forestales;	Implementado	Se ha incorporado en el IIN 1990-2016
Recomendaciones	e) explicitar los mecanismos de archivo y documentación, y detallar las responsabilidades;	Implementado	Se ha incorporado en el IIN 1990-2016
Recomendaciones	f) mejorar la documentación sobre procedimientos de Garantía de calidad / Control de calidad y verificación (GC/CC), revisiones externas e internas, en el marco de un plan de GC/CC;	Implementado	Se ha incorporado en el IIN 1990-2016
Recomendaciones	g) elaborar un plan de mejora continua, a incluir en el informe del ISGEI.	Implementado	Se ha incorporado en el IIN 1990-2016
Residuos	Eduardo CALVO		
Conclusiones y recomendaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se recomienda obtener dato de consumo nacional de proteína a futuro para interpolar años actualmente extrapolados.</li> </ul>	No implementado	En el próximo INN se incluirá este punto. Siempre y cuando se cuente con la información pertinente.
Conclusiones y recomendaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Se recomienda remitir los ajustes mencionados en el cuadro 1.B del anexo en la p. 101 al EFDB del IPCC, para que sean incorporados en dicha base de datos internacional.</li> </ul>	No implementado	En el próximo INN se incluirá este punto si es que el equipo lo considera pertinente.

## **ANEXO 11.03. PLAN DE MEJORA CONTINUA**

Tabla 58. Plan de mejoramiento continuo del sector Energía

Código o IPCC	Categoría	Mejoras detectadas por el país
1	Energía	Con base en las recomendaciones como resultado de los procesos de revisión externa (garantía de la calidad) y al análisis propio del Equipo Técnico de Energía, el plan de mejoramiento de sector Energía se basa en su mayoría a acciones para mejorar la calidad de las estadísticas energéticas nacionales mediante el mejoramiento del BNE.
1.A	Actividades de quema de combustible	Con base en las recomendaciones como resultado de los procesos de revisión externa (garantía de la calidad) y al análisis propio del Equipo Técnico de Energía, el plan de mejoramiento de sector Energía se basa en su mayoría a acciones para lograr obtener los factores de emisión país específico de los combustibles utilizados a nivel nacional, dado su relevancia en el aporte de emisiones y por su categorización como categoría principal del país. Para ello se plantea analizar las importaciones de energéticos, y si se cuenta con cobertura suficiente de algún energético, la idea es usar factores específicos de los países de la procedencia de los combustibles.
1.A	Actividades de quema de combustible	se debe realizar un esfuerzo en lograr una consistencia temporal respecto a los consumos declarados por ENAP en sus refinerías, por lo que se propone establecer conversaciones para definir criterios que permitan estandarizar esta información para toda la serie temporal
1.A.3.	Transporte	Establecimiento de arreglos institucionales con organismos que disponen de información que pudiese ser relevante (INE, MTT, Aduanas, etc.).
1.A.3.	Transporte	Mejorar desagregación de Transporte terrestre: en el INGEI se pueden mejorar los datos asociados a Transporte terrestre, donde se destaca el desarrollo de: o Consumo de combustibles distintos al diésel y la gasolina a todo terreno. o Variación en los años de parámetros de rendimiento y nivel de actividad. o Usar promedio ponderado entre los datos paramétricos entregador por región.
1.A.3.	Transporte	Realizar una consulta a Aduanas respecto al consumo de combustibles para la navegación internacional con el fin de determinar la variación de la información pública disponible, junto con revisar la metodología propuesta por el estudio realizado en 2010 por Sistemas Sustentables.

Tabla 59. Plan de mejoramiento continuo del sector IPPU

Código o IPCC	Categoría	Mejoras detectadas por el país
2.A y 2.B.	Industria de los minerales y Industria química	Oficializar las mesas de trabajo con el sector privado por medio del establecimiento algún convenio de cooperación, en el que se incluyan, además, otros procedimientos referidos a la calidad de los datos entregados y acciones de mitigación.
2.A.1.	Producción de cemento	Conformación de mesas de trabajo con las empresas, o asociaciones gremiales, que tengan participación en la subcategoría, para levantar información estadística y paramétrica de primera fuente, y verificar la información oficial del país, especialmente aquella relacionada con el contenido de CaO del clínker y los valores necesarios para mejorar el factor corrector de CKD.
2.A.3	Producción de vidrio	Conformación de mesas de trabajo con las empresas, o asociaciones gremiales, que tengan participación en las categorías principales de emisiones de GEI del sector, para levantar información estadística y paramétrica de primera fuente, y verificar la información oficial del país.
2.A.3	Producción de vidrio	Estimar valores de incertidumbre nacionales.
2.B.8	Producción petroquímica y de negro de humo	Conformación de mesa de trabajo con la empresa Methanex, única empresa productora de metanol, para levantar información estadística y paramétrica de primera fuente, y verificar la información oficial. Incluir a otros interesados como ENAP y la SEREMI de la región de Magallanes.
2.B.8	Producción petroquímica y de negro de humo	Trabajo coordinado con equipo del sector Energía quienes utilizan el BNE, ante cambios en los datos de actividad y las unidades de presentación de estos. Se tendrá especial cuidado de revisar la información necesaria para la componente Etileno.
2.C.1	Producción de hierro y acero:	Conformación de mesas de trabajo con COCHILCO para el levantamiento oficial de la información estadística y paramétrica necesaria para mejorar la metodología.
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	Conformación de mesas de trabajo con las empresas, o asociaciones gremiales como ASIMET y COCHILCO, para levantar información estadística y paramétrica que represente de mejor manera la realidad nacional.
2.D	Uso de productos no energéticos de combustibles y de solventes	Conformación de mesas de trabajo con el INE para mejorar los datos de producción de lubricantes y cera de parafina.
2.F. y 2.G	Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono y	Conformación de mesas de trabajo con las empresas, o asociaciones gremiales relacionadas con la industria de los solventes, y Aduanas para levantar información estadística y paramétrica de primera fuente, y verificar la información oficial del país.

Código o IPCC	Categoría	Mejoras detectadas por el país
	Manufactura y utilización de otros productos	
2.F	Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono	Coordinación con la sección de Ozono del MMA para la incorporación de información relacionada con recambio tecnológico equipos relacionados con la refrigeración y aire acondicionado y el uso de sustitutos de SAO en aerosoles.

Tabla 60. Plan de mejoramiento continuo del sector Agricultura

Código o IPCC	Categoría	Mejoras detectadas por el país
3.A y 3.B	Fermentación entérica y Gestión del estiércol	Conformación de mesas de trabajo con las principales entidades no gubernamentales (asociaciones gremiales, instituciones, etc.) que posean datos paramétricos, para la generación de factores de emisión país específicos. Esto es particularmente relevante para aquellas categorías y subcategorías significativas o clave
3.A y 3.B	Fermentación entérica y Gestión del estiércol	Mejoramiento de la coordinación y gestión entre las entidades gubernamentales que poseen/generan datos estadísticos, para su posterior reporte a fuentes internacionales. Con esta acción se pretende mantener la consistencia entre bases de datos nacionales e internacionales;
3.A.1	Ganado vacuno	Desarrollo y mejora de factores de emisión país específicos para las componentes animales de mayor importancia. Se evaluará la posibilidad de contar con fondos que permitan la ejecución de proyectos.
3.A.2.	Ovinos	Desarrollo y mejora de factores de emisión país específicos. Se evaluará la disponibilidad de fondos que permitan la ejecución de proyectos.
3.B.1	Ganado vacuno	Desarrollo y mejora de factores de emisión país específicos. Se evaluará la disponibilidad de fondos que permitan la ejecución de proyectos.
3.B.5.	Emisiones indirectas de N2O resultantes de la gestión del estiércol	Desarrollo y mejora de factores de emisión país específicos. Se evaluará la disponibilidad de fondos que permitan la ejecución de proyectos.
3.C.	Cultivo del arroz	Debido a que las emisiones de CH <sub>4</sub> dependen directamente de la cantidad de días que abarca el período de siembra a cosecha, se generaran datos que diferencien este parámetro a nivel regional, junto la variación en el tiempo no-inundado, tomando en cuenta factores como el cultivar de arroz más utilizado en cada región. La cantidad de residuos incorporados al suelo permitiendo una estimación más precisa de emisión de metano. A la misma vez, factores país-específicos se deben implementar para emisiones de metano y óxido nitroso, reflejando las condiciones únicas del arroz producido en Chile, especialmente sus condiciones climáticas (de bajas temperaturas).
3.D.	Suelos agrícolas	En general, se requiere mejorar la precisión de los datos sobre cantidad de nitrógeno aplicado al suelo desde todas sus fuentes.
3.D.	Suelos agrícolas	En el caso de los <i>Fertilizantes sintéticos</i> , se cuenta con el dato de consumo anual total, disponible en FAOSTAT, valor que le es aportado por ODEPA como datos nacionales no publicados. Una mejora fundamental consiste en descontar la urea y los nitratos que no son empleados para fines agrícolas. Esta información está disponible en ODEPA, pero se requeriría de convenios de cooperación y esfuerzos adicionales para hacer una desagregación de la información
3.D.	Suelos agrícolas	Adicionalmente, se requeriría contar con información por región administrativa, con el fin de disminuir la incertidumbre asociada a la utilización de métodos de desagregación regional, que consisten en procedimientos internos, basados en desagregar la información nacional de acuerdo a la importancia relativa de la actividad agrícola en cada una de las regiones.
3.D.	Suelos agrícolas	Respecto a las fuentes de nitrógeno animal, en la actualidad el país no cuenta con factores de emisión país específico para aplicar métodos Nivel 2 o Nivel 3, aunque ya hay en marcha investigación científica práctica por parte de INIA-Remehue, con el apoyo de la Global Research Alliance (GRA), para determinar estos factores; los que se espera sean aplicados en la próxima actualización del INGEI de Chile. Lo que generaría una contribución importante debido a que mas del 75% de esta subcategoría tiene relación con las fuentes y la cantidad de nitrógeno animal.
3.F.	Quema de residuos agrícolas en el campo	Respecto al nitrógeno incorporado al suelo a través de los residuos de cultivo, se requiere evaluar y mejorar los juicios de experto empleados. Esto permitiría estimar de manera más precisa el volumen de nitrógeno incorporado al suelo por parte de las actividades agrícolas. También se puede asesorar la confiabilidad y tasas de materia oxidada en cultivos no-cereales – raps y lupino – cuyas quemas son registradas por CONAF, para poder aplicar estos datos de actividad. Los destinos de residuos enfardo y consumo animal en campo, se deberían mejorar por aplicar datos de poblaciones animal y su consumo



Código o IPCC	Categoría	Mejoras detectadas por el país
		esperado, considerando también juicios expertos regionales.
3.G.	Encalado	Pese a que el encalado no es una categoría principal, se reconoce la necesidad de contar con mejor información del consumo de cal para su aplicación en suelos agrícolas, idealmente recopilada por una entidad oficial del gobierno y con datos regionales. En efecto, solo se cuenta con estimaciones de las empresas comercializadoras respecto al volumen de cal agrícola producida, sin información fidedigna respecto del volumen efectivamente aplicado a los suelos. Frente a esta falta de información, se hace evidente la necesidad de que las entidades pertinentes, siendo ODEPA una de ellas, comiencen a generar datos estadísticos respecto al consumo real de la cal agrícola en Chile, idealmente desagregados por región y tipo de cultivos.
3.H.	Aplicación de Urea	Se requiere revisar y depurar la información estadística de ODEPA para descontar del total de urea consumida a nivel nacional el porcentaje de urea que no es utilizada para fines agrícolas.

Tabla 61. Plan de mejoramiento continuo del sector UTCUTS

Código o IPCC	Categoría	Mejoras detectadas por el país
4.A.	Tierras forestales	Mejoramiento de la información de biomasa de matorrales arborescentes que constituyen parte del bosque nativo.
4.A.	Tierras forestales	Incorporación de información disponible de hojarasca.
4.B.	Tierras de cultivo	Desarrollo de factores de emisión país específicos para categorías de importancia, tales como los frutales.
4.B.	Tierras de cultivo	Desarrollar un proceso de mejoramiento continuo respecto a ir progresivamente generando mayores y mejores datos estadísticos y paramétricos, como es el caso de la distribución de los residuos agrícolas según destino final, al menos para los cultivos más importantes en la generación de residuos.
4.B.	Tierras de cultivo	Avanzar en el levantamiento de información país-específico de contenido de carbono del suelo considerando los distintos tipos de gestión p.e., agricultura orgánica, siembra directa, uso de fertilizantes orgánicos u otros).
4.C.	Pastizales	Conformación de mesas de trabajo con las principales entidades no gubernamentales (asociaciones gremiales, instituciones, etc.) que posean datos paramétricos para la generación de factores de emisión país específico. Esto es particularmente relevante para aquellas categorías significativas o clave.
4.C.	Pastizales	Desarrollo y mejora de factores de emisión país específicos para categorías de importancia.
4.D.	Humedales	Aplicar en futuras actualizaciones el nuevo <i>Suplemento de Humedales de 2013 para las Directrices del IPCC de 2006</i> que incluyen mayor información sobre los cálculos de GEI de esta categoría.
4.D.	Humedales	Incluir mayor información a nivel nacional sobre la vegetación presente en humedales.

Tabla 62. Plan de mejoramiento continuo del sector Residuos

Código o IPCC	Categoría	Mejoras detectadas por el país
5.A	Disposición de residuos sólidos:	<p>Desde el 2014 se cuenta con el Sistema Nacional de Declaración de Residuos (SINADER) del D.S N°1 Reglamento del registro de emisiones y transferencias de contaminantes, respecto a información anual que declaran generadores y destinatarios de residuos, del cual existen datos desde el 2014, sin embargo, no fue posible usar esta información debido a las siguientes brechas y barreras:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No es posible distinguir el tipo de destino de los residuos (gestionado, no gestionado y no categorizado);</li> <li>• Falta información, debido a que no todas las comunas declararon;</li> <li>• Existen errores en la entrega de la información, lo cual fue cotejado en base al INGEI2016 obteniéndose un alto nivel de datos fuera de rango.</li> </ul> <p>Se está trabajando en mejorar la recolección de información de dicha plataforma en base a la implementación de un sistema de validación de los datos denominado Data Mining, mediante el cual se realizará un Análisis Exploratorio de Datos y Detección de Outliers e Inconsistencias y para el caso de falta de antecedentes, se están ideando metodologías que fomenten que todas las comunas se vean obligadas a declarar y así poder contar con la información real asociada a la generación de residuos.</p>
5.A	Disposición de residuos sólidos:	<p>Adicionalmente, está pendiente revisar los parámetros utilizados en la estimación de emisiones para ver si es posible, utilizar datos nacionales para reemplazar valores por defecto:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar DOC: Actualmente se utiliza por defecto 0,18 que corresponde al valor por defecto promedio mundial.</li> <li>• Revisar F: Usar información nacional sobre composición de Biogas.</li> <li>• Revisar NIND-COM: Para calcular las emisiones de metano por carga orgánica de las aguas residuales domésticas se hace el supuesto de que no hay descargas industriales, sin embargo para el NIND-COM se utiliza 1,1 en vez de 1, lo que supone que si existe un aporte de proteína por descarga de riles.</li> <li>• Composición de residuos enviados a disposición final.</li> </ul>

Código o IPCC	Categoría	Mejoras detectadas por el país
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	Conformar una mesa de trabajo con la SISS para facilitar la entrega de la información en un formato más adecuado a las necesidades del inventario.
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	Buscar datos más recientes sobre consumo de proteína por persona.
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	Evaluar fuentes de información considerar el tratamiento de aguas industriales.
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	Comparar valor de BOD por defecto utilizado con valores nacionales para toda la serie y mejorar en caso necesario.
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas	Utilizar datos de población urbana y rural directo de informes del INE para los años 1990 al 2002.

## **ANEXO 12. ACRÓNIMOS Y SIGLAS**

AFOLU	:	Agriculture, forestry and other land uses (agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra)
AIE	:	Agencia Internacional de Energía
ASPROCER A.G.	:	Asociación Gremial de Productores de Cerdos de Chile
BNE	:	Balance Nacional de Energía
C	:	Confidencial
CH <sub>4</sub>	:	Metano
CMNUCC	:	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático
CN	:	Comunicaciones Nacionales
CO	:	Monóxido de carbono
CO <sub>2</sub>	:	Dióxido de carbono
CO <sub>2</sub> eq	:	Dióxido de carbono equivalente
COCHILCO	:	Comisión Chilena del Cobre
CONAF	:	Corporación Nacional Forestal
COVDM	:	Compuestos orgánicos volátiles distintos del metano
CS	:	Country specific (país específico)
D	:	Por defecto
DA	:	Dato de actividad
FAO	:	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FE	:	Factor de emisión
FOLU	:	Forestry and other land uses (silvicultura y otros usos de la tierra)
GEI	:	Gas de efecto invernadero
Gg	:	Gigagramos (10 <sup>9</sup> gramos)
GIZ	:	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional)
GLP	:	Gas licuado de petróleo
GWh	:	Gigawatt hora
HFC	:	Hidrofluorocarbonos
IBA	:	Informe Bienal de Actualización
IE	:	Included elsewhere (incluido en otro lugar)
IIN	:	Informe del inventario nacional de gases de efecto invernadero
INE	:	Instituto Nacional de Estadísticas
INFOR	:	Instituto Forestal de Chile
INGEI	:	Inventario nacional de gases de efecto invernadero
INGEI2016	:	Inventario nacional de gases de efecto invernadero de Chile serie 1990-2013. Presentado por el país ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en su Segundo Informe Bienal de Actualización (MMA, 2016)
INGEI2018	:	Inventario nacional de gases de efecto invernadero de Chile serie 1990-2016. Presentado por el país ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático en su STercer Informe Bienal de Actualización (MMA, 2018)
INIA	:	Instituto de Investigaciones Agropecuarias
IPCC	:	The Intergovernmental Panel on Climate Change (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático)
IPPU	:	Industrial processes and product use (procesos industriales y uso de productos)
ISGEI	:	Inventario sectorial de gases de efecto invernadero

LECB	:	Low Emission Capacity Building (Programa de fomento de capacidades para el desarrollo bajo en emisiones de carbono para Chile)
kt	:	kilo tonelada
MINAGRI	:	Ministerio de Agricultura
MINENERGIA	:	Ministerio de Energía
MMA	:	Ministerio del Medio Ambiente
$M_w$	:	Magnitud momento
$N_2O$	:	Óxido nitroso
NA	:	No aplica
NDC	:	Nationally determined contribution (contribución determinada a nivel nacional)
NE	:	No estimado
NO	:	No ocurre
$NO_x$	:	Óxidos de nitrógeno
ODEPA	:	Oficina de Estudios y Políticas Agrarias
PCG	:	Potencial de calentamiento global
PFC	:	Perfluorocarbonos
PMC	:	Plan de Mejoramiento Continuo
PNUD	:	Programas de las Naciones Unidas para el Desarrollo
RCA	:	Resolución de Calificación Ambiental
REDINGEI	:	Red Latinoamericana de Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero
RSM	:	Residuos sólidos municipales
SAO	:	Sustancias agotadoras de la capa de ozono
SAR	:	Segundo Informe de Evaluación del IPCC
SDRS	:	Sitios de disposición de residuos sólidos
SERNAGEOMIN	:	Servicio Nacional de Geología y Minería
$SF_6$	:	Hexafluoruro de azufre
SGCC	:	Sistema de Garantía y Control de la Calidad
SISS	:	Superintendencia de Servicios Sanitarios
SNICHILE	:	Sistema Nacional de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero de Chile
$SO_2$	:	Dióxido de azufre
SRT	:	Sistema de Registro Tabular
T1	:	Tier 1 (método Nivel 1)
T2	:	Tier 2 (método Nivel 2)
T3	:	Tier 3 (método Nivel 3)
TJ	:	Terajoules
USGS	:	United States Geological Survey (Servicio Geológico de los Estados Unidos)
UTCUTS	:	Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura

Tabla 63. Regiones de Chile: Ordenadas de Norte a Sur, con su número y nombre correspondiente y el nombre corto y la sigla asignados

NORTE-SUR	NÚMERO	NOMBRE OFICIAL	NOMBRE CORTO	SIGLAS
1	XV	Región de Arica y Parinacota	Arica y Parinacota	ARI
2	I	Región de Tarapacá	Tarapacá	TAR
3	II	Región de Antofagasta	Antofagasta	ANT
4	III	Región de Atacama	Atacama	ATA
5	IV	Región de Coquimbo	Coquimbo	COQ
6	V	Región de Valparaíso	Valparaíso	VAL
7	XIII	Región Metropolitana de Santiago	Metropolitana	MET
8	VI	Región del Libertador General Bernardo O'Higgins	O'Higgins	OHI
9	VII	Región del Maule	Maule	MAU
10	VIII	Región del Biobío	Biobío	BIO
11	IX	Región de La Araucanía	Araucanía	ARA
12	XIV	Región de Los Ríos	Los Ríos	RIO
13	X	Región de Los Lagos	Los Lagos	LAG
14	XI	Región Aisén del General Carlos Ibáñez del Campo	Aisén	AIS
15	XII	Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	Magallanes	MAG