

INVENTARIOS REGIONALES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO, SERIE 1990-2016

Oficina de Cambio Climático
Ministerio del Medio Ambiente

Junio de 2019

ÍNDICE

ÍNDICE	2
INTRODUCCIÓN	3
ANTECEDENTES.....	4
SISTEMA NACIONAL DE INVENTARIOS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE CHILE.....	5
METODOLOGÍA PARA LA DESAGREGACIÓN REGIONAL	7
TENDENCIAS DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO REGIONALES.....	8
INDICADORES DE GEI	11
RECÁLCULOS	13
REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA	14
REGIÓN DE TARAPACÁ	16
REGIÓN DE ANTOFAGASTA	18
REGIÓN DE ATACAMA	20
REGIÓN DE COQUIMBO.....	22
REGIÓN DE VALPARAÍSO	24
REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO	26
REGIÓN DEL LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O'HIGGINS.....	28
REGIÓN DEL MAULE.....	30
REGIÓN DEL BIOBÍO.....	32
REGIÓN DE LA ARAUCANÍA	34
REGIÓN DE LOS RÍOS	36
REGIÓN DE LOS LAGOS	38
REGIÓN AISÉN DEL GENERAL CARLOS IBÁÑEZ DEL CAMPO.....	40
REGIÓN DE MAGALLANES Y DE LA ANTÁRTICA CHILENA.....	42
Anexo 1.....	44

INTRODUCCIÓN

En el presente documento se describen los resultados de la regionalización del más reciente Inventario Nacional de Gases de Efecto Invernadero (INGEI2018) de Chile, que forma parte del *Tercer Informe Bienal de Actualización* presentada por el país ante la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) el 3 de diciembre del 2018.

El objetivo de este trabajo es informar a cada región respecto a la actualización de su inventario de gases de efecto invernadero para con ello acercar a todo el territorio nacional a la lucha contra el cambio climático percibiendo desde cada realidad cómo afectan sus acciones y decisiones en las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero (GEI).

ANTECEDENTES

El 21 de marzo de 1994 entró en vigor la CMNUCC, ratificada por Chile el mismo año, con el objetivo de lograr la estabilización de las concentraciones de GEI en la atmósfera a un nivel que impida interferencias antropógenas peligrosas en el sistema climático. Para lograr dicho objetivo, todos los países miembros de la CMNUCC deben elaborar, actualizar periódicamente, publicar y facilitar inventarios nacionales de GEI (INGEI).

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.

Según los acuerdos internacionales, los países en desarrollo, como Chile, deben presentar sus INGEI ante la CMNUCC como parte de las comunicaciones nacionales (cada cuatro años) y de los informes bienales de actualización (cada dos años a partir del 2014).

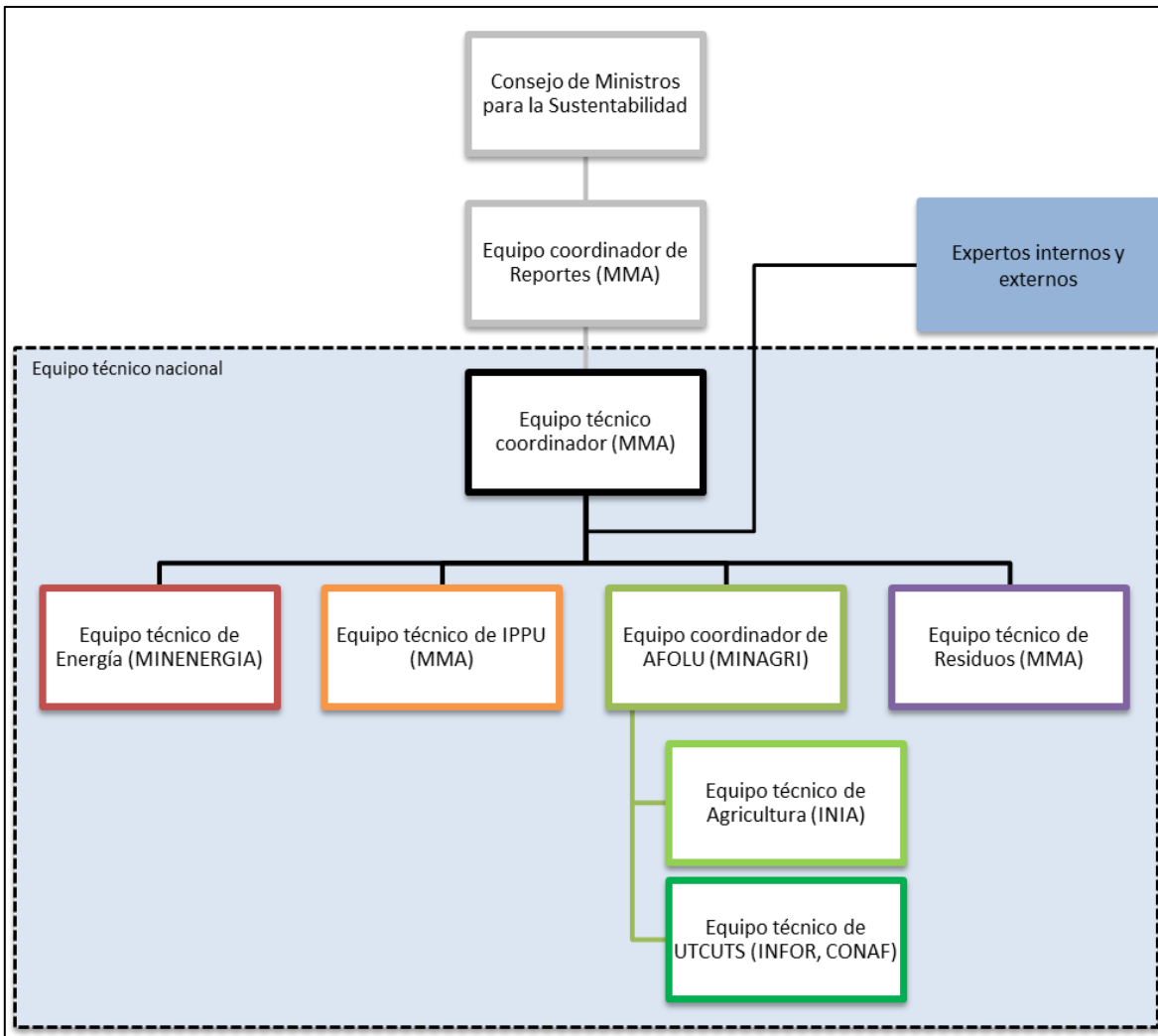
SISTEMA NACIONAL DE INVENTARIOS DE GASES DE EFECTO INVERNADERO DE CHILE

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 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 componiendo 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 de acuerdo a la Imagen 1.

Imagen 1. Estructura organizacional del SNICHILE



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

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 Política Energética 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.

METODOLOGÍA PARA LA DESAGREGACIÓN REGIONAL

El INGEI de Chile abarca todo el territorio nacional e incluye las emisiones y absorciones de dióxido de carbono (CO₂) y las emisiones de metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), hidrofluorocarbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF₆) en una serie de tiempo que va desde 1990 a 2016. Los resultados de las estimaciones de GEI son presentados en kilotoneladas (kt) y hacen referencia al 2016, último año del inventario, a menos que se especifique algo distinto.

El INGEI de Chile fue elaborado siguiendo las *Directrices del IPCC de 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero*, en donde los sectores económicos de un país se agrupan en cinco sectores que comparten características relativas a los procesos que generan emisiones o absorciones de GEI. Estos sectores son Energía; Procesos industriales y uso de productos (IPPU); Agricultura; Uso de la tierra, cambio de uso de la tierra y silvicultura (UTCUTS) y Residuos.

La metodología para la desagregación del último INGEI de Chile consistió en identificar variables representativas (*proxy*) de las emisiones o absorciones de GEI de los sectores Energía, IPPU y Residuos, que ya estuvieran regionalizadas y que tuvieran una fuerte correlación con la fuente o sumidero de GEI. Con estos *proxy* se procedió a desagregar las emisiones y absorciones nacionales de GEI en 15 regiones administrativas (la región de Ñuble aún no se agrega ya que esta se creó después del 2016). Una tabla con el detalle de los *proxy* utilizados y sus fuentes se encuentra como Anexo 1 en este documento. Las emisiones y absorciones de GEI de los sectores Agricultura y UTCUTS son estimadas a nivel regional por el Equipo Técnico sectorial, por lo que no fue necesario desagregarlas durante este proceso y solo se requirió compilarlas a nivel regional.

Es importante destacar que el enfoque de inventario considera solo las emisiones que ocurren en el territorio, por lo que, por ejemplo, las emisiones asociadas a la generación eléctrica a partir de la quema de combustibles fósiles, se atribuyen a la región en donde se generaron y no necesariamente en donde se consumen. Lo mismo ocurre para el caso de residuos sólidos, en que las emisiones de metano por degradación de la materia orgánica se suman en la región en donde se encuentra el sitio de disposición final y no en donde se genera el residuo.

Los principales *proxy* del sector *Energía* fueron los niveles de actividad de las diferentes industrias (minería, siderurgia, cemento, generación de electricidad) disponibles en los anuarios de las empresas o en estadísticas nacionales oficiales. Para intensidad energética y como método de verificación se trabajó con los Balances nacionales de energía regionalizados de los años 2014, 2015 y 2016. Adicionalmente se utilizaron datos del parque automotriz regional elaborados por el INE. Las emisiones provenientes de transporte marítimo y aéreo, que solo considera entre puertos nacionales, se utilizaron número de viajes y distancia recorrida. En los casos en que los niveles de actividad no se encontraban regionalizados, se utilizó el Producto Interno Bruto (PIB) por rubro y región.

Los principales *proxy* del sector *IPPU* fueron los niveles de actividad de las diferentes industrias disponibles en los anuarios de las empresas o en estadísticas nacionales oficiales. En los casos en que los niveles de actividad no se encontraban regionalizados, se utilizó el PIB por rubro y región.

Los principales *proxy* del sector *Residuos* fueron los niveles de actividad de los residuos sólidos y los caudales de aguas residuales, ambos regionalizados y disponibles en estadísticas del Ministerio del Medio Ambiente y de la Superintendencia de Servicios Sanitarios (SISS). En los casos en que los niveles de actividad no se encontraban regionalizados, se utilizó el PIB por rubro y región.

Para garantizar la calidad del proceso, la aplicación de cada *proxy* ha sido sujeta a un control de calidad interno con el objetivo que cada inventario regional de GEI sea consistente y coherente con los inventarios regionales de GEI y el inventario nacional de GEI de Chile.

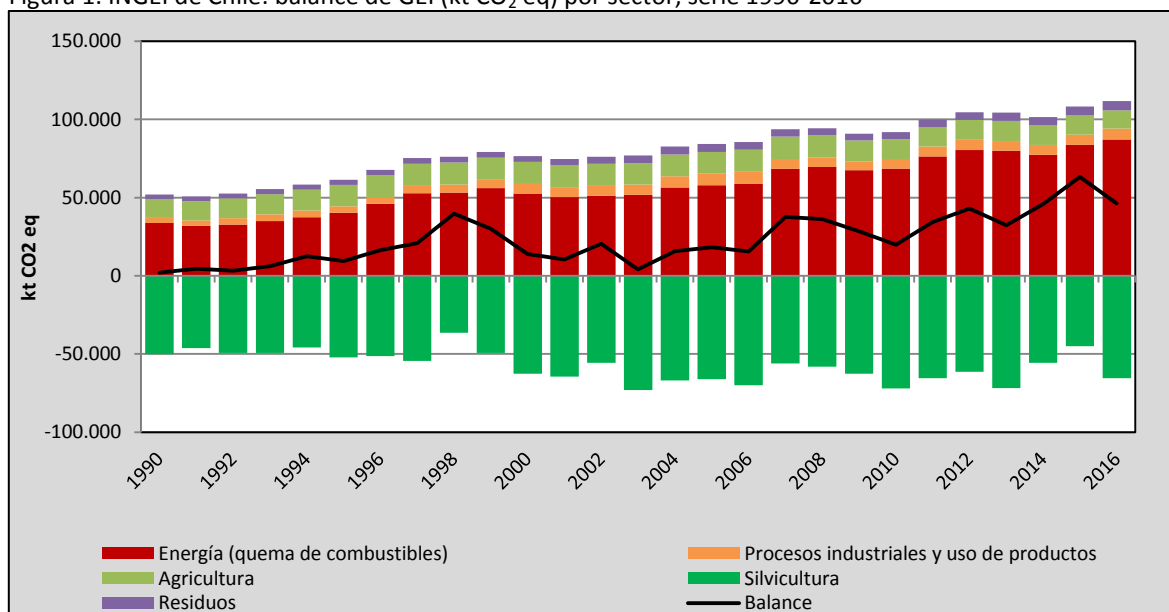
TENDENCIAS DE LAS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO REGIONALES

En 2016, las emisiones totales (sin considerar el sector silvícola o UTCUTS) fueron de 111.678 kt CO₂ eq, incrementándose en un 114,7 % desde 1990 y en un 7,1 % desde 2013. Respecto del 2016, el sector Energía, que considera principalmente la quema de combustibles fósiles, representó un 78,0 %, seguido del sector Agricultura (10,6 %) que abarca, entre otros, el ganado y el uso de fertilizantes, del sector IPPU (6,2 %) que incluye en general procesos fisicoquímicas y fugas de gases, y por último del sector Residuos (5,2 %) que contempla las emisiones por degradación de materia orgánica.

El sector UTCUTS, al que también se le llama silvícola, considera tanto las emisiones como las absorciones de la reducción y crecimiento de la biomasa forestal. En la Figura 1 se presenta solo el resultado final del sector que se obtiene sumando las emisiones y restando las absorciones. Este sector se mantiene como sumidero durante toda la serie alcanzando en el 2016 a absorber -65.492 kt CO₂ eq.

Sumando las emisiones totales y absorciones se contabiliza en el 2016 un balance de 46.185 kt CO₂ eq, el que se incrementó en un 2.262,5 % desde 1990 y en un 42,5 % desde 2013 (Figura 1). La tendencia general del balance ha estado dominada por los sectores de Energía y UTCUTS destacándose valores que escapan de la tendencia que son consecuencias, principalmente, de los incendios forestales¹.

Figura 1. INGEI de Chile: balance de GEI (kt CO₂ eq) por sector, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Al analizar las emisiones y absorciones de GEI de Chile por región (Figura 2) se observan un primer grupo de regiones que son emisoras netas² (Arica y Parinacota, Tarapacá, Antofagasta, Atacama, Coquimbo, Valparaíso, Metropolitana, O'Higgins, Maule y Biobío) y un segundo grupo de regiones que son sumideros netos³ (Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Magallanes y Aisén). En general la condición de emisora o sumidero se mantiene durante la serie excepto para algunas regiones sumideros que debido principalmente a incendios forestales mueven su balance de GEI hacia la emisión. Ejemplo de ello son la región de Los Lagos (1998), Araucanía (2002 y 2015) y Maule (1990-1994 y 2014-2016).

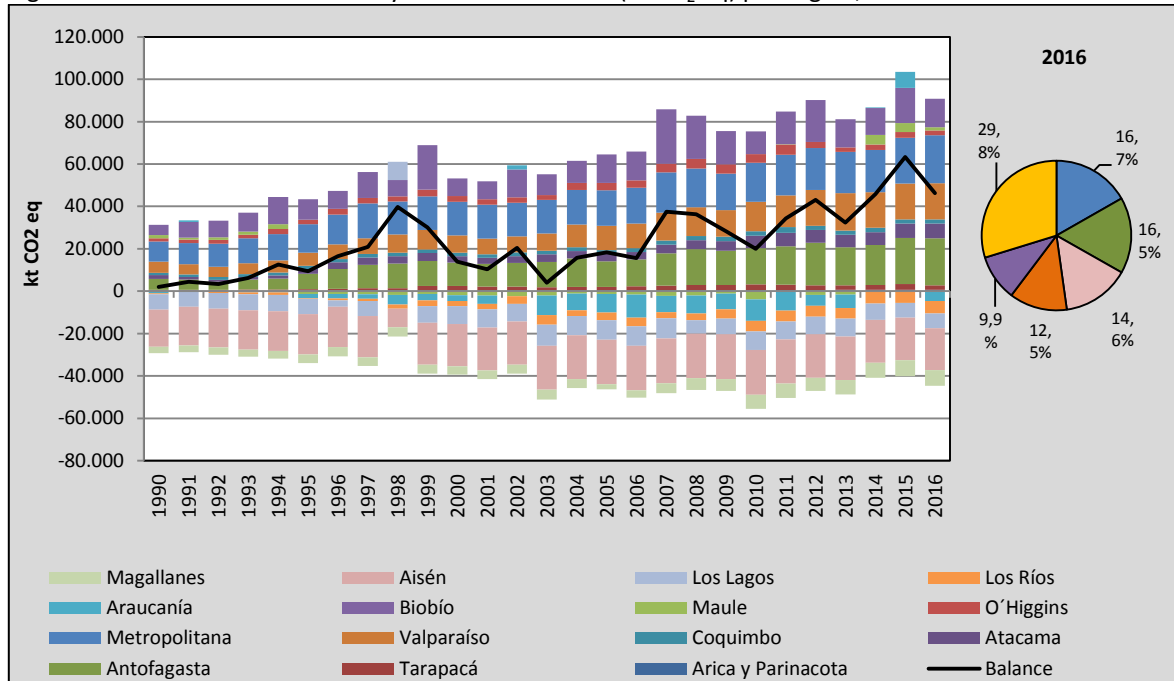
¹ Las emisiones por incendios forestales se estiman en base a información de CONAF, que reporta superficie afectada por temporada (últimos meses de año 1 y primeros meses de año 2). En el inventario se asignan las emisiones de una temporada en el año 2.

² Su balance de GEI es favorable a la emisión.

³ Su balance de GEI es favorable a la absorción y se identifican con un signo negativo (-) antes del valor numérico o del porcentaje en las figuras.

En 2016, las principales regiones que influyeron en el balance de GEI de Chile, en términos absolutos, fueron Metropolitana (16,7 %), seguida de Antofagasta (16,5 %), Aisén (14,6 %), Valparaíso (12,5 %) y Biobío (9,9 %). Las otras regiones representaron un 29,8 % (Figura 2).

Figura 2. INGEI de Chile: emisiones y absorciones de GEI (kt CO₂ eq) por región, serie 1990-2016

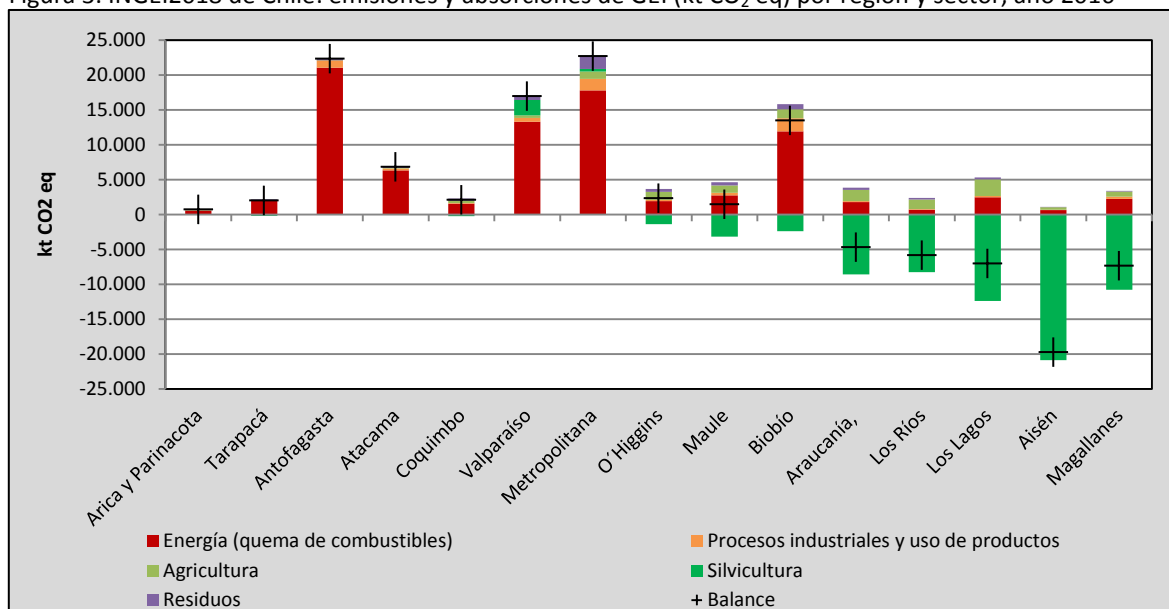


Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Respecto las emisiones y absorciones de GEI de cada región por sector (Figura 3), se aprecia la fuerte influencia del sector Energía en el grupo de regiones que son emisoras netas; del mismo modo, se aprecia la influencia que posee el sector UTCUTS en las regiones que son sumideros netos. Si se analiza por sector, para el 2016, se aprecia lo siguiente:

- El 73,5 % de las emisiones del sector Energía se logra sumando las regiones Antofagasta, Valparaíso, Metropolitana y Biobío
- El 66,1 % de las emisiones del sector IPPU se logra sumando las regiones Antofagasta, Metropolitana y Biobío.
- El 83,8 % de las emisiones del sector Agricultura está repartido entre la Metropolitana, O'Higgins, Maule, Biobío, Araucanía, Los Ríos y Los Lagos, destacándose esta última con un 20,4 % con respecto al total.
- El 86,0 % del sector UTCUTS en términos absolutos se logra sumado las regiones de Araucanía, Los Ríos, Los Lagos, Magallanes y Aisén, destacándose esta última que aporta con el 29,5 % con respecto al total.
- El 31,5 % del sector Residuos corresponde a la Metropolitana y le sigue Biobío con un 13,0 %.

Figura 3. INGEI2018 de Chile: emisiones y absorciones de GEI (kt CO₂ eq) por región y sector, año 2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

INDICADORES DE GEI

La Tabla 1 y las Figuras 4, 5, 6 y 7 presentan los principales indicadores de intensidad de GEI regionales junto con el nacional.

Tabla 1. Intensidad de GEI: indicadores regionales per cápita y Producto Interno Bruto, año 2016

REGIÓN	POBLACIÓN		PRODUCTO INTERNO BRUTO	
	Balance GEI (t CO ₂ eq/persona)	GEI totales (t CO ₂ eq/persona)	Balance GEI (t CO ₂ eq/MMCLP)	GEI totales (t CO ₂ eq/MMCLP)
Chile	2,5	6,1	0,35	0,84
Arica y Parinacota	2,9	2,9	0,66	0,66
Tarapacá	5,9	6,4	0,62	0,67
Antofagasta	35,3	35,3	1,58	1,58
Atacama	21,6	21,7	1,98	1,99
Coquimbo	2,7	2,9	0,51	0,57
Valparaíso	9,2	8,0	1,41	1,23
Metropolitana	3,1	3,0	0,37	0,36
O'Higgins	2,5	4,0	0,35	0,56
Maule	1,4	4,4	0,32	1,00
Biobío	6,3	7,4	1,30	1,53
Araucanía	- 4,7	3,9	- 1,28	1,05
Los Ríos	- 14,3	5,9	- 3,14	1,29
Los Lagos	- 8,3	6,3	- 1,71	1,30
Aisén	- 180,6	10,2	- 25,81	1,45
Magallanes	- 44,4	20,5	- 4,94	2,28

Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA con base en información del Instituto Nacional de Estadísticas y Banco Central de Chile

Figura 4. Intensidad de GEI: balance de GEI per cápita por región, año 2016

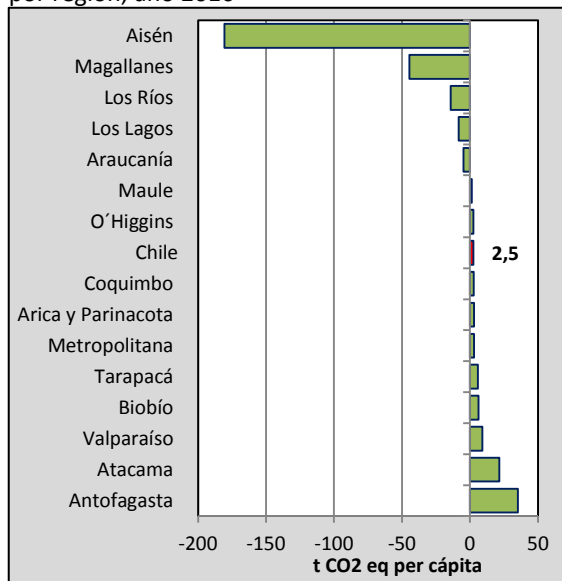
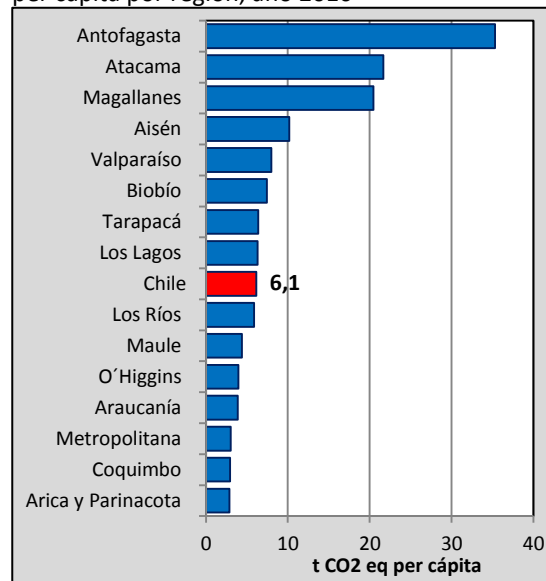


Figura 5. Intensidad de GEI: emisiones de GEI totales per cápita por región, año 2016



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

Figura 6. Intensidad de GEI: balance de GEI per cápita por región, año 2016

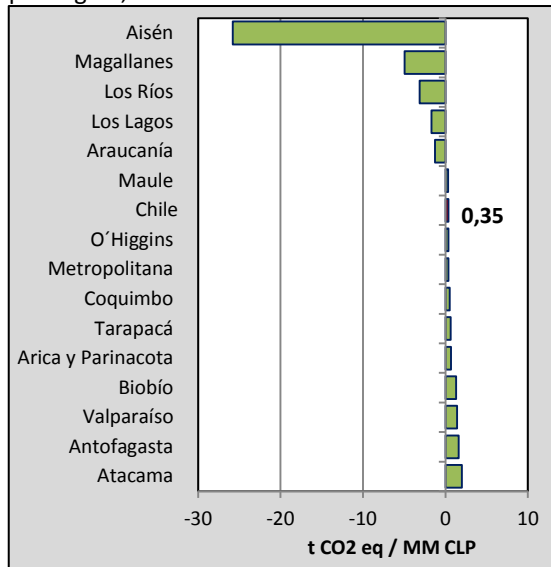
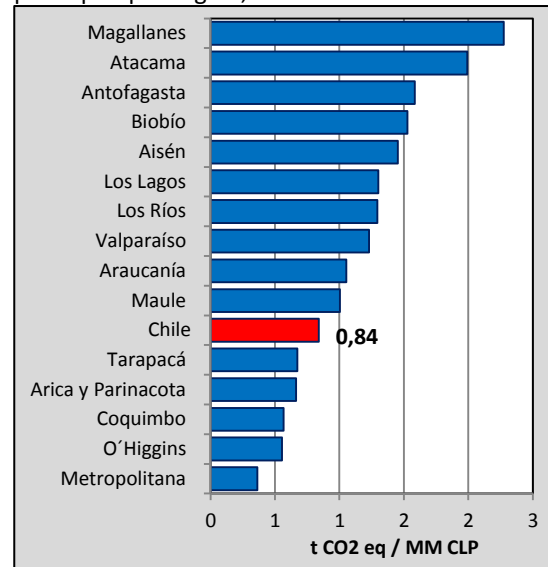


Figura 7. Intensidad de GEI: emisiones de GEI totales per cápita por región, año 2016



Fuente: elaboración propia del Equipo Técnico Coordinador del MMA con base en información del Banco central.

RECÁLCULOS

Tanto el actual INGEI de Chile (INGEI2018, serie 1990-2016) como el anterior (INGEI2016, serie 1990-2013), se elaboraron siguiendo los lineamientos de las *Directrices del IPCC de 2006*. Para la elaboración del presente INGEI de Chile, y de su regionalización, 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, pero que representan una mejora. Al tener mejor información, las *Directrices del IPCC de 2006* aconsejan recalcular toda la serie de tiempo para que los datos mantengan coherencia temporal y estos sean comparables.

El balance de GEI del INGEI2018 en comparación con el INGEI2016 muestra una diferencia promedio entre 1990 y 2013 de 18.653 kt CO₂ eq siendo el INGEI2018 menor para toda la serie. Para el 2013 (último año comparable) esta diferencia, fue de 37.638 kt CO₂ eq lo que equivale a una disminución de un 53,7 % con respecto al INGEI2016. Estas diferencias se atribuyen 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 Potencial de calentamiento global (PCG) (antes con base en los valores del *Second assessment report del IPCC (SAR)* y ahora con base en los valores del *Fourth assessment report del IPCC (AR4)*) provoca un aumento del valor de las emisiones al llevarlas a CO₂ equivalente.

Otra diferencia importante es que se separó el sector Agricultura, Silvicultura y otros usos de la tierra (AFOLU, por sus siglas en inglés) en Agricultura y UTCUTS. Con esta desagregación se tiene un mejor entendimiento de las emisiones y absorciones tanto nacionales como regionales.

Específicamente para la regionalización los cambios que generan más diferencias son para el sector Energía debido a la utilización de los Balances de Energía regionalizados (2014, 2015 y 2016); la separación de autoprodutores en la generación eléctrica; y para el sector IPPU el estudio "Elaboración de Inventario Nacional de HFC" del 2017.

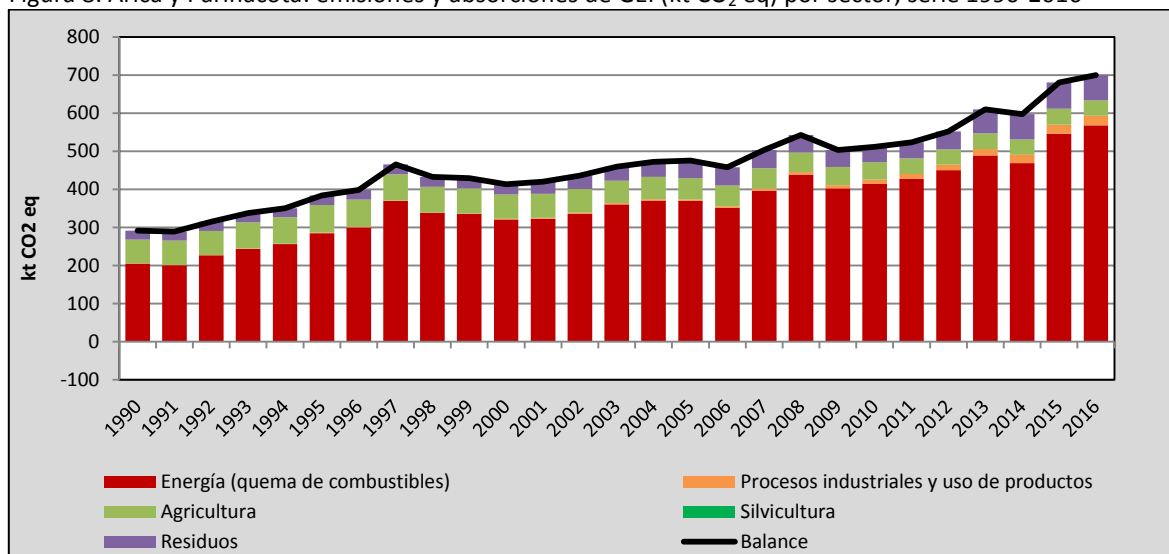
REGIÓN DE ARICA Y PARINACOTA

En 2016, la región de Arica y Parinacota emitió 700 kt CO₂ eq (sin considerar el sector silvícola o UTCUTS), representando un 0,6 % del total de emisiones de GEI nacionales. A nivel sectorial, el sector Energía⁴ fue el principal emisor (81,1 %), seguido del sector Residuos⁵ con un 9,5 %, luego Agricultura con 5,8 % y por último del sector Procesos industriales y uso de productos (IPPU) (3,7 %).

A nivel nacional las emisiones totales aumentaron en un 114,7 % desde 1990 y en un 7,1 % desde 2013, mientras que en esta región se observa un mayor incremento aumentando en un 140,4 % desde 1990 y un 14,8 % desde 2013. La tendencia general ha estado dominada por el sector Energía, observándose una predominante tendencia al alza debido a las emisiones de quema de combustible de automóviles, camiones y buses. También han aumentado significativamente las emisiones de IPPU producto de uso de refrigerantes (HFC) y de Residuos debido a las emisiones de metano producidas durante la disposición de residuos sólidos y tratamiento de aguas servidas

El balance en 2016 entre emisiones y absorciones fue de 700 kt CO₂ eq, aumentando en un 140,3 % desde 1990 y en un 15 % desde 2013 (Figura 8).

Figura 8. Arica y Parinacota: emisiones y absorciones de GEI (kt CO₂ eq) por sector, serie 1990-2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

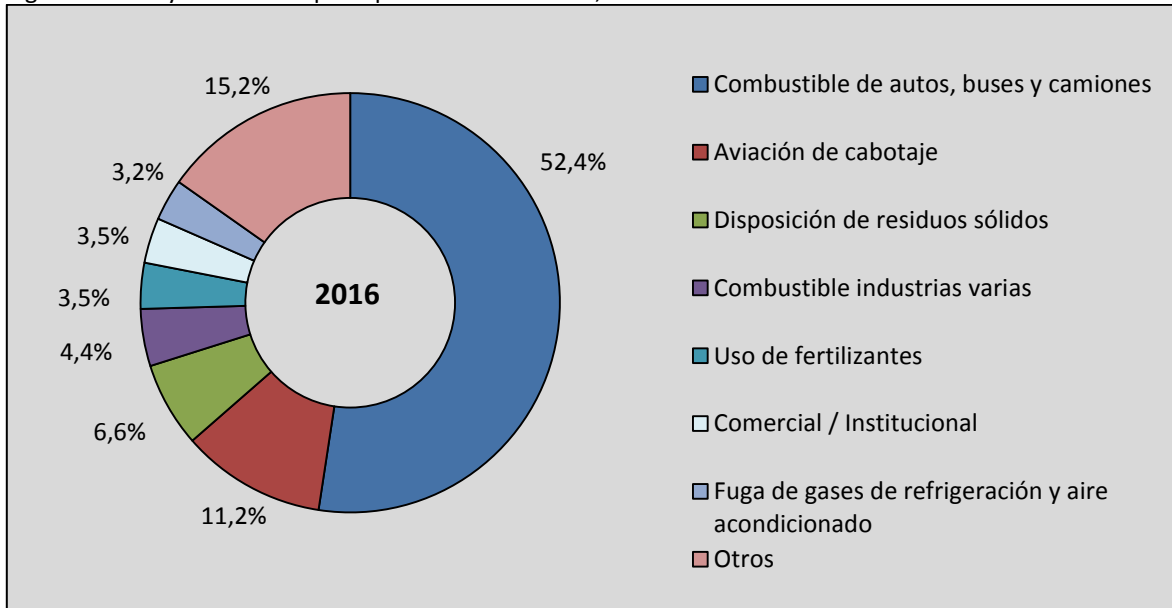
A nivel de fuentes de GEI individuales sin considerar el sector silvícola (

Figura 9), las principales fueron las emisiones por el consumo de *Combustible de autos, buses y camiones* (52,4 %), en la *Aviación de cabotaje* (con origen en la región) (11,2 %), generación de metano en *Disposición de residuos sólidos* (6,6 %), *Combustible industrias varias* (4,4 %), *Uso de fertilizantes* (3,5 %), combustible utilizado en servicio *Comercial/Institucional* (3,5 %) y *Fuga de gases de refrigeración y aire acondicionado* (3,2 %). Las otras fuentes y sumideros representaron el 15,2 % de los GEI de la región.

⁴ Las emisiones asociadas a la quema de combustibles fósiles para generación eléctrica, se atribuyen a la región en donde se generaron y no necesariamente en donde se consumen.

⁵ Las emisiones asociadas a la degradación de residuos orgánicos se contabilizan en la región en donde se encuentran los sitios de disposición final y no necesariamente a la región en que se generan.

Figura 9. Arica y Parinacota: principales fuentes de GEI, año 2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

REGIÓN DE TARAPACÁ

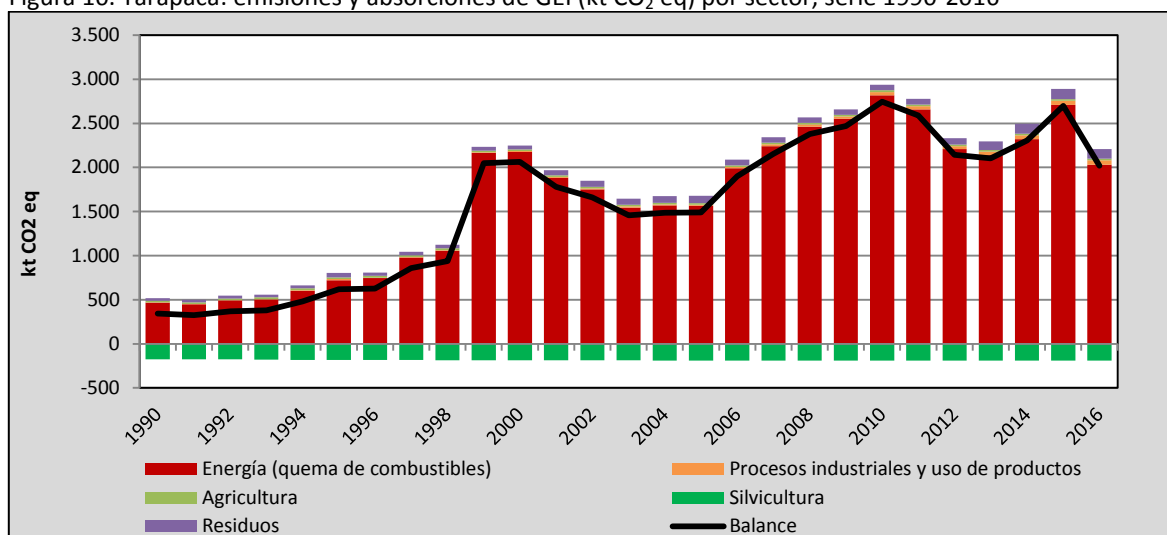
En 2016, la región de Tarapacá emitió 2.209 kt CO₂ eq (sin considerar el sector silvícola o UTCUTS), representando un 2,0 % del total de emisiones de GEI nacionales. A nivel sectorial, el sector Energía⁶ fue el principal (91,9 %), seguido del Residuos⁷ con un 5 %, luego Procesos industriales y uso de productos (IPPU) con 2,4 % y por último del sector Agricultura con 0,8 %.

A nivel nacional las emisiones totales aumentaron en un 114,7 % desde 1990 y en un 7,1 % desde 2013, mientras que en esta región se observa un mayor incremento aumentando en un 327,7 % desde 1990, pero disminuyendo en un 3,7 % desde 2013. La tendencia al alza se debe al incremento sostenido del consumo de combustible, especialmente el relacionado con la minería. Las variaciones interanuales se deben al consumo de combustible para la generación eléctrica (Figura 10).

Por otra parte, el sector UTCUTS absorbió en suma -190 kt CO₂ eq, manteniéndose aproximadamente constante a lo largo de la serie.

El balance en 2016 entre emisiones y absorciones de GEI fue de 2.019 kt CO₂ eq, aumentando en un 490,2 % desde 1990 y disminuyendo en -4,0 % desde 2013 (Figura 10). En relación al balance nacional que fue de 46.185 kt CO₂ eq e incrementó en un 2.262,5 % desde 1990 y en un 42,5 % desde 2013.

Figura 10. Tarapacá: emisiones y absorciones de GEI (kt CO₂ eq) por sector, serie 1990-2016



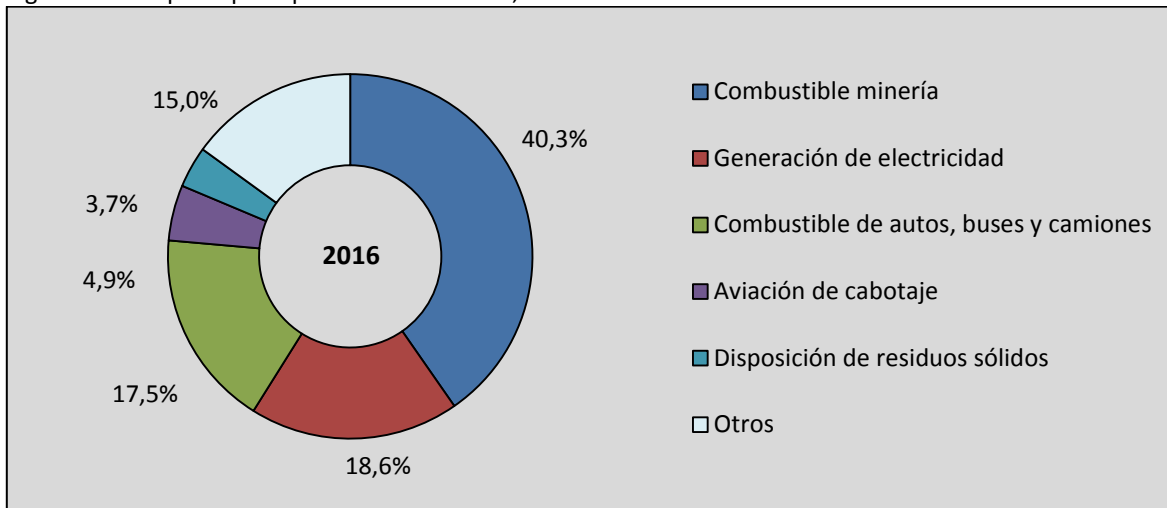
Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

A nivel de fuentes de GEI individuales sin considerar sumideros (Figura 11), las principales fueron las emisiones por el quemado de combustibles fósiles debido a *Combustible minería* (40,3 %), en la *Generación de electricidad*⁵ (18,6 %), en *Combustible autos, buses y camiones* (17,5 %), *Aviación de cabotaje* con origen en esta región (4,9 %) y generación de metano por la *Disposición de residuos sólidos* (3,7 %). Las otras fuentes representaron el 15,0 % de las emisiones de la región.

⁶ Las emisiones asociadas a la quemado de combustibles fósiles para generación eléctrica, se atribuyen a la región en donde se generaron y no necesariamente en donde se consumen.

⁷ Las emisiones asociadas a la degradación de residuos orgánicos se contabilizan en la región en donde se encuentran los sitios de disposición final y no necesariamente a la región en que se generan.

Figura 11. Tarapacá: principales fuentes de GEI, año 2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

REGIÓN DE ANTOFAGASTA

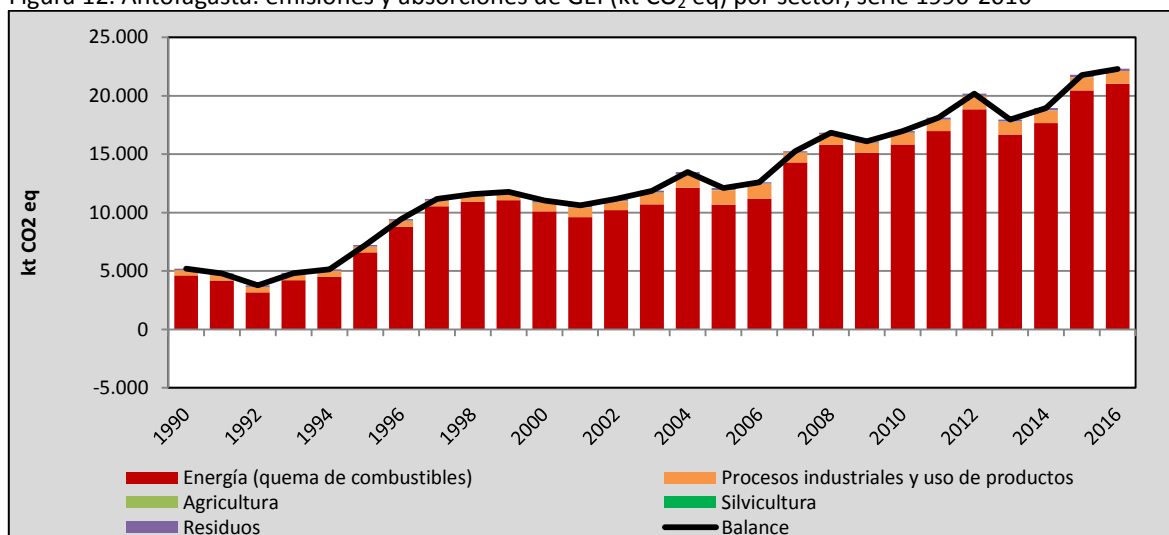
En 2016, la región de Antofagasta emitió 22.307 kt CO₂ eq (sin considerar el sector silvícola o UTCUTS), representando un 20,0 % del total de emisiones de GEI nacionales. A nivel sectorial, el sector Energía⁸ fue el principal (94,3 %), seguido del sector Procesos industriales y uso de productos (IPPU) con un 4,8 %, luego Residuos⁹ con 0,8 % y por último los sectores Agricultura con menos del 0,1 %.

A nivel nacional las emisiones totales aumentaron en un 114,7 % desde 1990 y en un 7,1 % desde 2013, mientras que en esta región se observa un mayor incremento aumentando en un 329,4 % desde 1990 y en un 24,1 % desde 2013. La tendencia general ha estado dominada por el sector Energía, observándose incremento sostenido del consumo de combustible, especialmente el relacionado con la generación eléctrica y la minería. El sector IPPU es relevante, con respecto al resto de las regiones, debido a producción de ácido nítrico, cal y de cemento (Figura 12).

Por otra parte, el sector UTCUTS absorbió en suma -7 kt CO₂ eq, manteniéndose constante a lo largo de la serie.

El balance en 2016 entre emisiones y absorciones fue de 22.299 kt CO₂ eq, aumentando en un 329,5 % desde 1990 y en un 24,1 % desde 2013 (Figura 12). En relación al balance nacional que fue de 46.185 kt CO₂ eq e incrementó en un 2.262,5 % desde 1990 y en un 42,5 % desde 2013, el aumento fue menor.

Figura 12. Antofagasta: emisiones y absorciones de GEI (kt CO₂ eq) por sector, serie 1990-2016



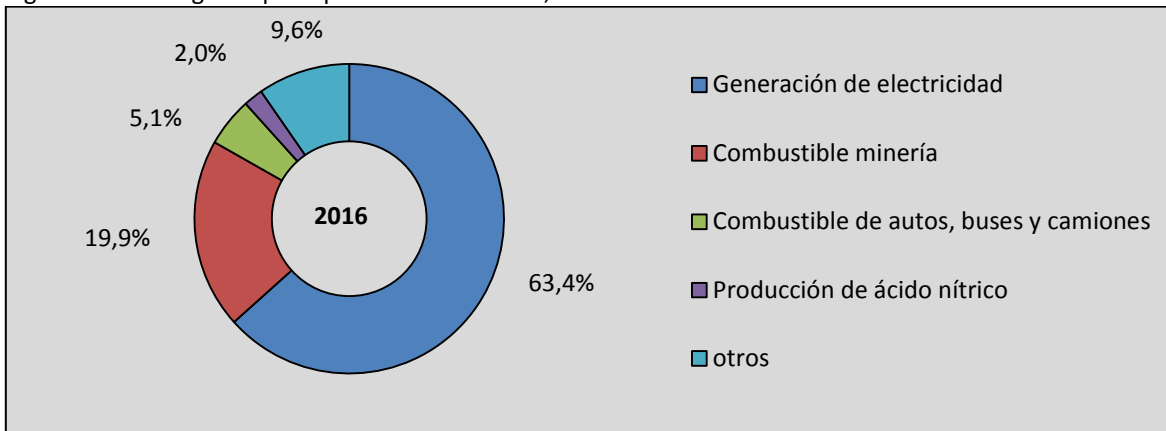
Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

A nivel de fuentes de GEI individuales sin considerar sumideros (Figura 13), las principales fueron las emisiones por el consumo de combustibles fósiles en la *Generación de electricidad* (63,4 %), *Combustible minería* (19,9 %) y *Combustible autos, buses y camiones* (5,1 %). Adicionalmente el 2,0 % corresponde a las emisiones de N₂O generadas en el proceso de *Producción de ácido nítrico*. Las otras fuentes representaron el 9,6 % de los GEI de la región.

⁸ Las emisiones asociadas a la quema de combustibles fósiles para generación eléctrica, se atribuyen a la región en donde se generaron y no necesariamente en donde se consumen.

⁹ Las emisiones asociadas a la degradación de residuos orgánicos se contabilizan en la región en donde se encuentran los sitios de disposición final y no necesariamente a la región en que se generan.

Figura 13. Antofagasta: principales fuentes de GEI, año 2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

REGIÓN DE ATACAMA

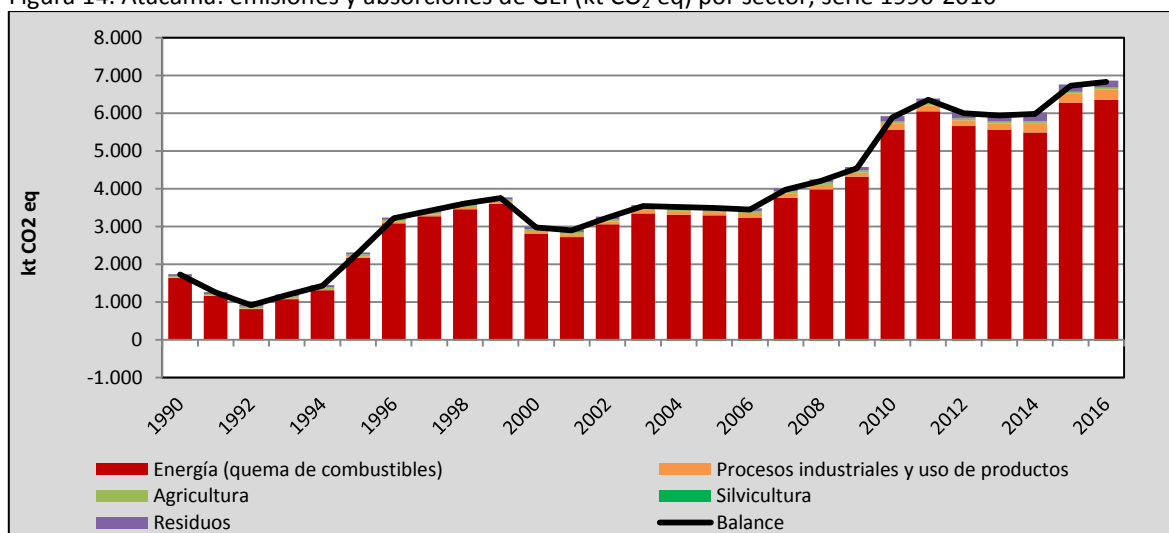
En 2016, la región de Atacama emitió 6.862 kt CO₂ eq (sin considerar el sector silvícola o UTCUTS), representando un 6,1 % del total de emisiones de GEI nacionales. A nivel sectorial, el sector Energía¹⁰ fue el principal (92,6 %), seguido del sector Procesos industriales y uso de productos (IPPU) con un 4,0 %, luego Residuos¹¹ con 2,7 % y Agricultura con 0,7 %.

A nivel nacional las emisiones totales aumentaron en un 114,7 % desde 1990 y en un 7,1 % desde 2013, mientras que en esta región se observa un mayor incremento aumentando en un 295,0 % desde 1990 y en un 14,9 % desde 2013. La tendencia general ha estado dominada por el sector *Energía*, observándose incremento sostenido del consumo de combustible, especialmente el relacionado con la generación eléctrica y la minería. El sector IPPU es relevante debido a producción de cal (Figura 14).

Por otra parte, el sector UTCUTS absorbió en suma -32 kt CO₂ eq, manteniéndose constante a lo largo de la serie.

El balance en 2016 entre emisiones y absorciones fue de 6.830 kt CO₂ eq aumentando en un 295,1 % desde 1990 y en un 15,0 % desde 2013.

Figura 14. Atacama: emisiones y absorciones de GEI (kt CO₂ eq) por sector, serie 1990-2016



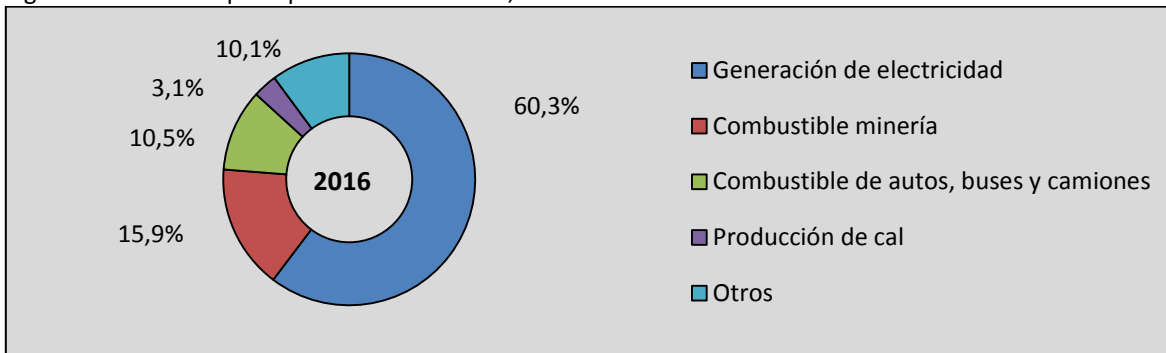
Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

A nivel de fuentes de GEI individuales sin considerar sumideros (Figura 15), las principales fueron las emisiones provenientes del consumo de combustibles fósiles en la *Generación de electricidad* (60,3 %), en *Combustible minería* (15,9 %), en *Combustible autos, buses y camiones* (10,5 %) y emisiones de CO₂ generadas en el proceso de calcinación en *Producción de cal* (3,1 %). Las otras fuentes representaron el 10,1 % de los GEI de la región.

¹⁰ Las emisiones asociadas a la quema de combustibles fósiles para generación eléctrica, se atribuyen a la región en donde se generaron y no necesariamente en donde se consumen.

¹¹ Las emisiones asociadas a la degradación de residuos orgánicos se contabilizan en la región en donde se encuentran los sitios de disposición final y no necesariamente a la región en que se generan.

Figura 15. Atacama: principales fuentes de GEI, año 2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

REGIÓN DE COQUIMBO

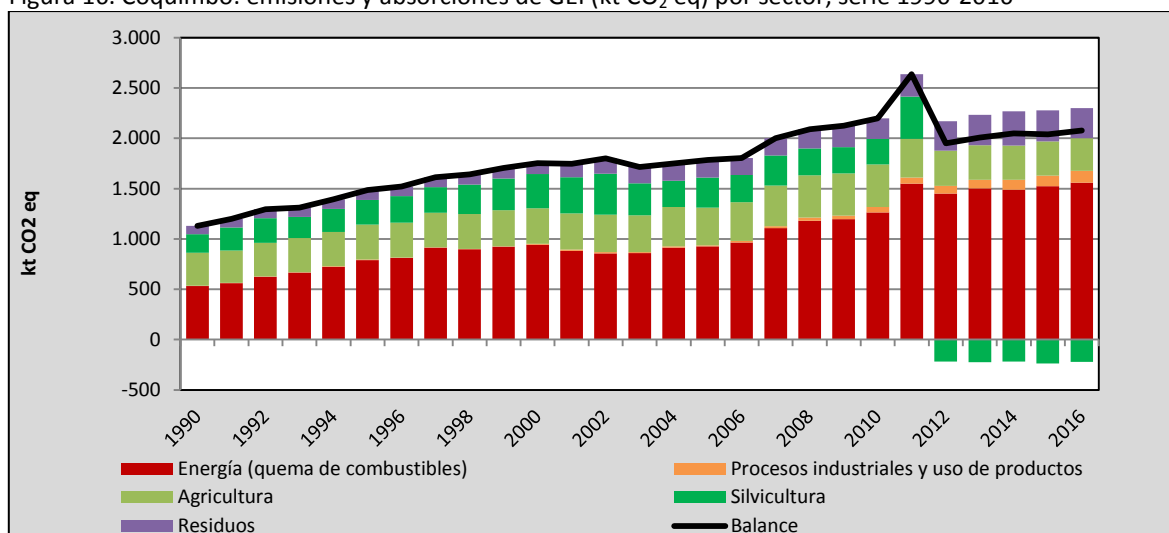
En 2016, la región de Coquimbo emitió 2.299 kt CO₂ eq (sin considerar el sector silvícola o UTCUTS), representando un 2,1 % del total de emisiones de GEI nacionales. A nivel sectorial, el sector Energía¹² fue el principal emisor (67,8%), seguido del sector Agricultura con un 14,2 %, el sector Residuos¹³ con un 13,0 % y finalmente el sector Procesos industriales y uso de productos (IPPU) (5,0 %).

A nivel nacional las emisiones totales aumentaron en un 114,7 % desde 1990 y en un 7,1 % desde 2013, mientras que en esta región se observa un mayor incremento aumentando en un 143,3 % desde 1990 y en un 3 % desde 2013. La tendencia general ha estado dominada por el crecimiento sostenido del consumo de combustible, especialmente el relacionado con el transporte en camiones y automóviles.

Por otra parte, el sector UTCUTS absorbió en suma -220 kt CO₂ eq. Se observa un fuerte cambio en el sector UTCUTS desde el 2012 debido a mejoras en la estimación de la leña cosechada, siendo los valores recientes los de mayor confianza.

El balance en 2016 entre emisiones y absorciones fue de 2.079 kt CO₂ eq, aumentando en un 84,1 % desde 1990 y en un 3,6 % desde 2013 (Figura 16).

Figura 16. Coquimbo: emisiones y absorciones de GEI (kt CO₂ eq) por sector, serie 1990-2016



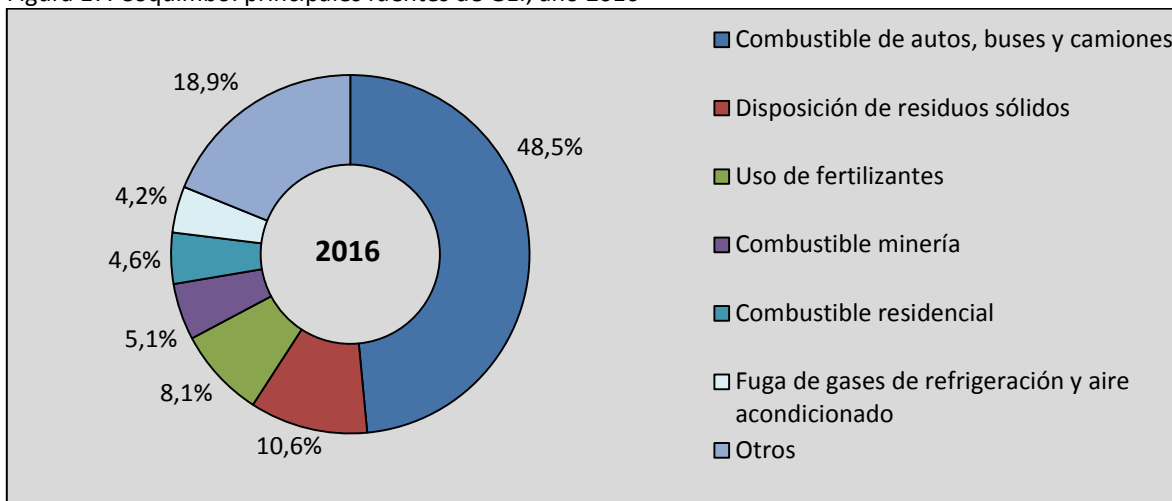
Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

A nivel de fuentes de GEI individuales sin considerar sumideros (Figura 17), las principales fueron las emisiones por el consumo de combustibles fósiles en *Combustible de autos, buses y camiones* (48,5 %); lo sigue las emisiones de CH₄ por descomposición de materia orgánica en *Disposición de residuos sólidos* (10,6 %); Luego las emisiones por *Uso de fertilizantes* (8,1 %); seguido de *Combustible minería* (5,1 %), *Combustible residencial* (4,6 %) y finalmente se destaca la *Fuga de gases de refrigeración y aire acondicionado* (4,2 %). Las otras fuentes representaron el 18,9 % de los GEI de la región.

¹² Las emisiones asociadas a la quema de combustibles fósiles para generación eléctrica, se atribuyen a la región en donde se generaron y no necesariamente en donde se consumen.

¹³ Las emisiones asociadas a la degradación de residuos orgánicos se contabilizan en la región en donde se encuentran los sitios de disposición final y no necesariamente a la región en que se generan.

Figura 17. Coquimbo: principales fuentes de GEI, año 2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

REGIÓN DE VALPARAÍSO

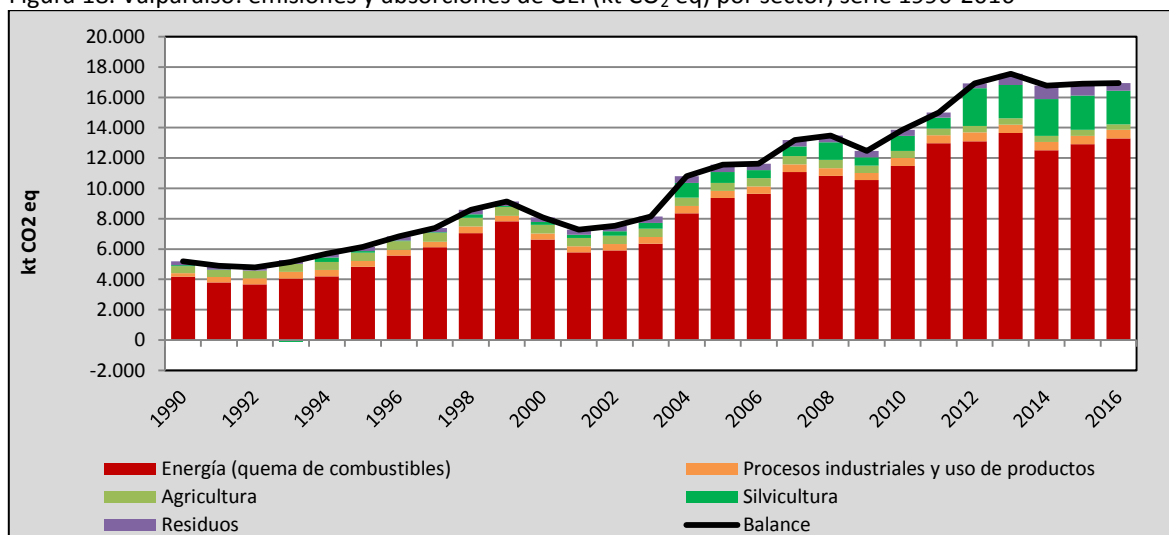
En 2016, la región de Valparaíso emitió 14.727 kt CO₂ eq (sin considerar el sector silvícola o UTCUTS), representando un 13,2 % del total de emisiones de GEI nacionales. A nivel sectorial, el sector Energía¹⁴ fue el principal (90,2 %), seguido del sector Procesos industriales y uso de productos (IPPU) con 3,8 %, Residuos¹⁵ con un 3,4 % y por último del sector Agricultura (2,6 %).

A nivel nacional las emisiones totales aumentaron en un 114,7 % desde 1990 y en un 7,1 % desde 2013, mientras que en esta región se observa un mayor incremento aumentando en un 187,1 % desde 1990 y disminuyendo en un 4,2 % desde 2013. La tendencia general ha estado dominada por el incremento sostenido del consumo de combustible, especialmente el relacionado con la generación eléctrica, observándose una serie de fluctuaciones debido al aumento del consumo del gas natural, por sobre el consumo de carbón y diésel.

Por otra parte, el sector Silvicultura emitió en suma 2.210 kt CO₂ eq. Se observa un fuerte aumento en este sector desde el 2012 debido a mejoras en la estimación de la leña cosechada, siendo los valores recientes los de mayor confianza.

El balance en 2016 entre emisiones y absorciones fue de 16.937 kt CO₂ eq, aumentando en un 226,4 % desde 1990 y disminuyendo en un 3,6 % desde 2013 (Figura 18).

Figura 18. Valparaíso: emisiones y absorciones de GEI (kt CO₂ eq) por sector, serie 1990-2016



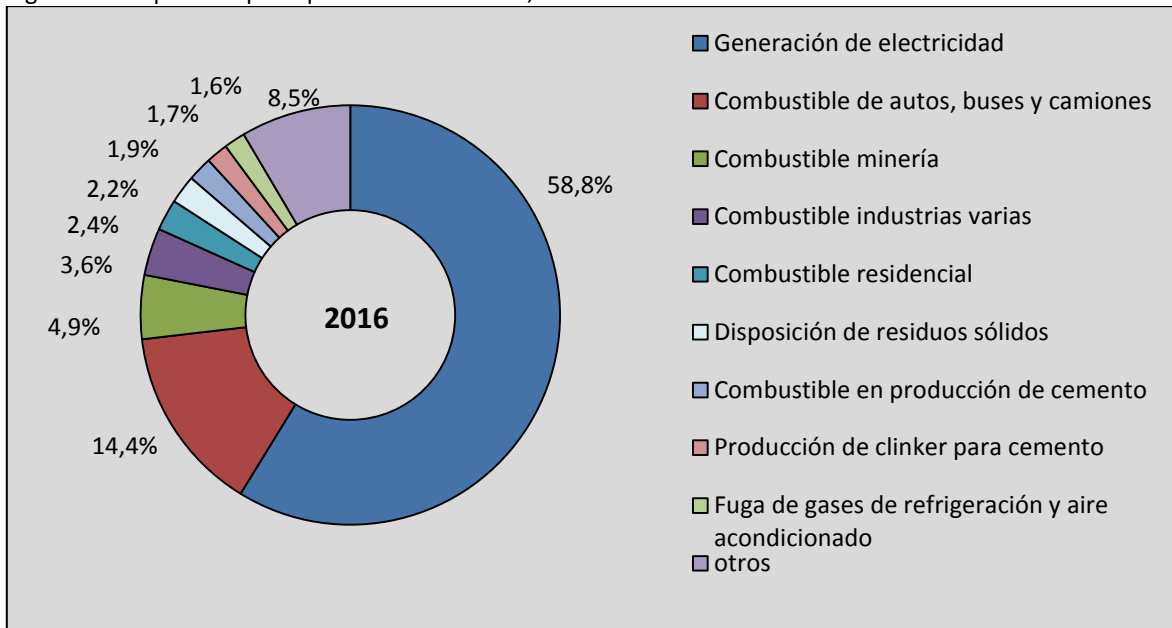
Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

A nivel de fuentes de GEI individuales sin considerar sumideros (Figura 19), las principales fueron las emisiones por el consumo de combustibles fósiles en la *Generación de electricidad* (58,8 %), en *Combustible de autos, buses y camiones* (14,4 %), *Combustible minería* (4,9 %), *Combustible de industrias varias* (3,6 %) y *Combustible residencial* (2,4 %), luego la generación de metano en *Disposición de residuos sólidos* (2,2 %), *Combustible en Producción de cemento* (1,9 %) y del sector IPPU emisiones por procesos en la *Producción de Clinker para cemento* (1,7 %) y *Fuga de gases de refrigeración y aire acondicionado* (1,6 %). Las otras fuentes representaron el 8,5 % de los GEI de la región.

¹⁴ Las emisiones asociadas a la quema de combustibles fósiles para generación eléctrica, se atribuyen a la región en donde se generaron y no necesariamente en donde se consumen.

¹⁵ Las emisiones asociadas a la degradación de residuos orgánicos se contabilizan en la región en donde se encuentran los sitios de disposición final y no necesariamente a la región en que se generan.

Figura 19. Valparaíso: principales fuentes de GEI, año 2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

REGIÓN METROPOLITANA DE SANTIAGO

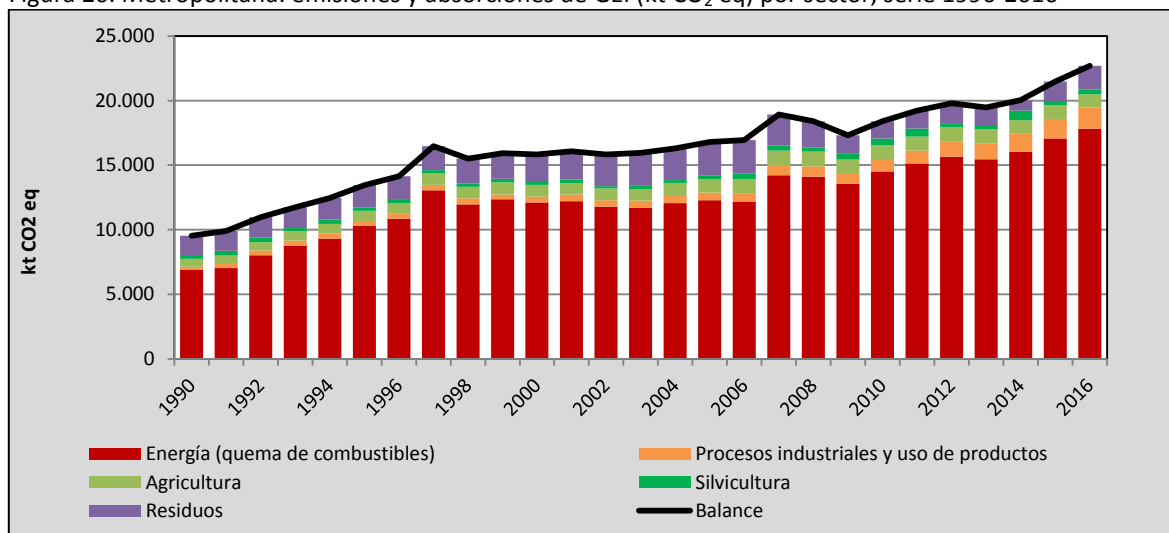
En 2016, la región Metropolitana de Santiago emitió 22.316 kt CO₂ eq (sin considerar el sector silvícola o UTCUTS), representando un 20,0 % del total de emisiones de GEI nacionales. A nivel sectorial, el sector Energía¹⁶ fue el principal (79,8 %), seguido del sector Residuos¹⁷ con un 8,2 %, luego Procesos industriales y uso de productos (IPPU) con 7,4 % y Agricultura con un 4,6 %.

A nivel nacional las emisiones totales aumentaron en un 114,7 % desde 1990 y en un 7,1 % desde 2013, mientras que en esta región se observa un mayor incremento aumentando en un 141,6 % desde 1990 y un 16,4 % desde 2013. La tendencia general ha estado dominada por el incremento sostenido del consumo de combustible, especialmente el relacionado con el transporte en camiones y automóviles (Figura 20).

Por otra parte, el sector UTCUTS emitió en suma 373 kt CO₂ eq, manteniéndose sin grandes variaciones durante la serie de tiempo.

El balance en 2016 entre emisiones y absorciones fue de 22.690 kt CO₂ eq, aumentando en un 137,9 % desde 1990 y en un 16,5 % desde 2013.

Figura 20. Metropolitana: emisiones y absorciones de GEI (kt CO₂ eq) por sector, serie 1990-2016



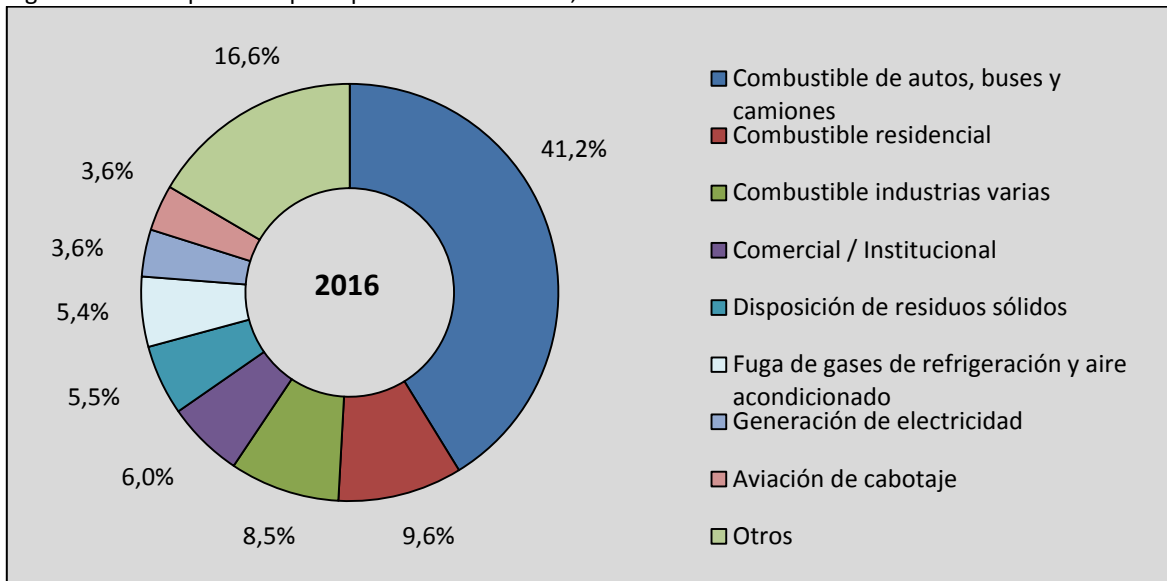
Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

A nivel de fuentes de GEI individuales sin considerar sumideros (Figura 21), las principales fueron las emisiones por el consumo *Combustible de autos, buses y camiones* (41,2 %), *Combustible residencial* (9,6 %), en *Combustible industrias varias* (8,5 %), quema de combustibles en servicio *Comercial/Institucional* (6,0 %), luego generación de metano en la degradación de materia orgánica en *Disposición de residuos sólidos* (5,5 %), *Fuga de gases de refrigeración y aire acondicionado* parte del sector IPPU (5,4 %), quema de combustible para *Generación de electricidad*¹⁵ (3,6 %) y finalmente se destacan las emisiones de *Aviación de cabotaje* (3,6 %) de naves con origen en la región. Las otras fuentes representaron el 16,6 % de los GEI de la región.

¹⁶ Las emisiones asociadas a la quema de combustibles fósiles para generación eléctrica, se atribuyen a la región en donde se generaron y no necesariamente en donde se consumen.

¹⁷ Las emisiones asociadas a la degradación de residuos orgánicos se contabilizan en la región en donde se encuentran los sitios de disposición final y no necesariamente a la región en que se generan.

Figura 21. Metropolitana: principales fuentes de GEI, año 2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

REGIÓN DEL LIBERTADOR GENERAL BERNARDO O'HIGGINS

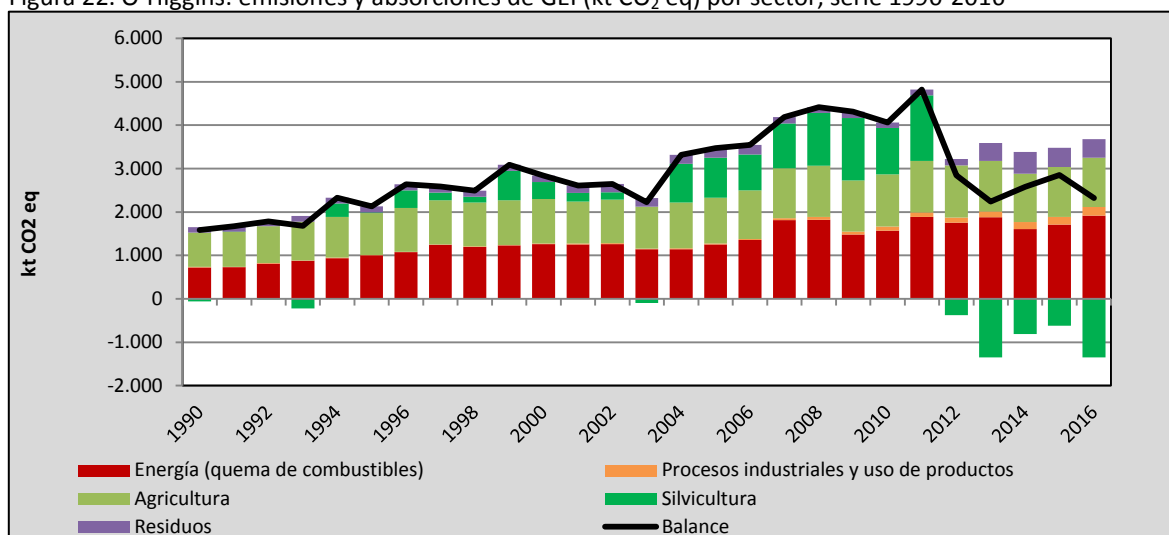
En 2016, la región Libertador General Bernardo O'Higgins emitió 3.675 kt CO₂ eq (sin considerar el sector silvícola o UTCUTS), representando un 3,3 % del total de emisiones de GEI nacionales. A nivel sectorial, el sector Energía¹⁸ fue el principal (52,1 %), seguido del sector Agricultura con 31,0%, el sector Residuos¹⁹ (11,5 %) y por último del sector Procesos industriales y uso de productos (IPPU) (5,4 %).

A nivel nacional las emisiones totales aumentaron en un 114,7 % desde 1990 y en un 7,1 % desde 2013, mientras que en esta región se observa un mayor incremento aumentando en un 122,9 % desde 1990 y un 2,4 % desde 2013. La tendencia general ha estado dominada principalmente por las emisiones de transporte terrestre, rellenos sanitarios y uso de refrigerantes los que han aumentado significativamente.

Por otra parte, el sector UTCUTS absorbió en suma -1.352 kt CO₂ eq, que proviene principalmente por las emisiones de GEI debido a la cosecha forestal, el consumo de leña y los incendios forestales, lo que se suma a un cambio metodológico en el 2012 para el levantamiento de información de leña, siendo los datos de los últimos años de mayor confianza.

El balance en 2016 entre emisiones y absorciones fue de 2.323 kt CO₂ eq, aumentando en un 46,4 % desde 1990 y en un 3,6 % desde 2013 (Figura 22).

Figura 22. O'Higgins: emisiones y absorciones de GEI (kt CO₂ eq) por sector, serie 1990-2016



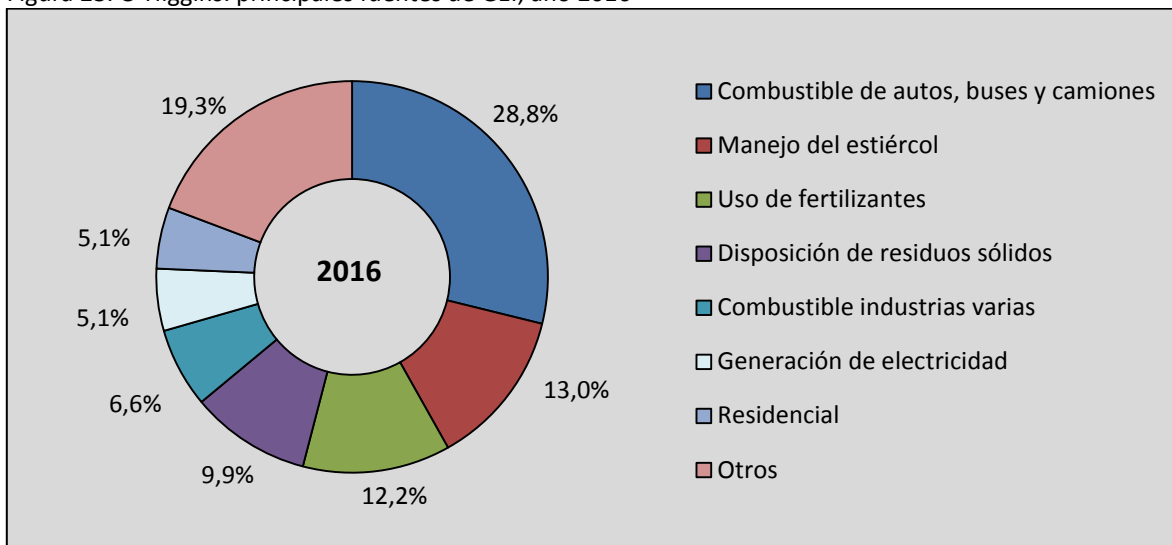
Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

A nivel de fuentes de GEI individuales sin considerar sumideros (Figura 23), las principales fueron las emisiones por el consumo de combustibles fósiles en *Combustible de autos, buses y camiones* (28,8 %) seguido de emisiones en *Manejo del estiércol* (13,0 %) y *Uso de fertilizantes* (12,2 %) del sector Agricultura, luego generación de metano en *Disposición de residuos sólidos* (9,9 %), quema de *Combustible industrias varias* (6,6 %), de combustibles en *Generación de electricidad* (5,1 %) y en *Residencial*. Las otras fuentes representaron el 19,3 % de las emisiones de GEI de la región.

¹⁸ Las emisiones asociadas a la quema de combustibles fósiles para generación eléctrica, se atribuyen a la región en donde se generaron y no necesariamente en donde se consumen.

¹⁹ Las emisiones asociadas a la degradación de residuos orgánicos se contabilizan en la región en donde se encuentran los sitios de disposición final y no necesariamente a la región en que se generan.

Figura 23. O'Higgins: principales fuentes de GEI, año 2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

REGIÓN DEL MAULE

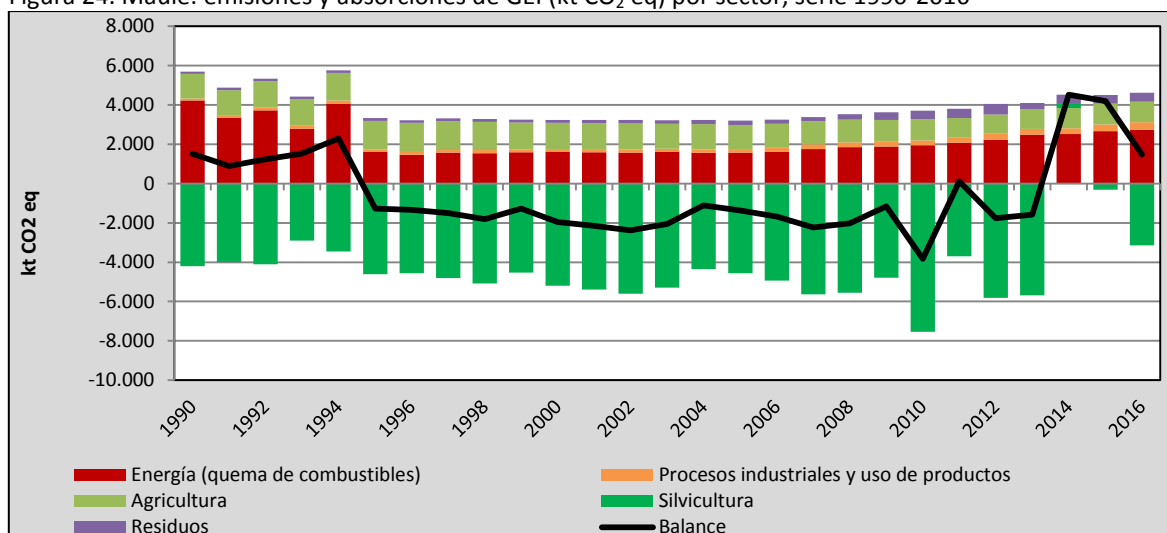
En 2016, la región del Maule emitió 4.625 kt CO₂ eq (sin considerar el sector silvícola o UTCUTS), representando un 4,1 % del total de emisiones de GEI nacionales. A nivel sectorial, el sector Energía²⁰ fue el principal (59,2 %), luego Agricultura con 22,7 %, Residuos²¹ con un 9,8 % y por último del sector Procesos industriales y uso de productos (IPPU) (8,2 %).

A nivel nacional las emisiones totales aumentaron en un 114,7 % desde 1990 y en un 7,1 % desde 2013, mientras que en esta región se observa una disminución de un 18,9 % desde 1990 y un aumento de 12,7 % desde 2013. La tendencia general ha estado dominada principalmente por las emisiones del sector Energía que ha aumentado debido al consumo de combustible para transporte terrestre.

Por otra parte, el sector UTCUTS absorbió en suma -3.152 kt CO₂ eq, observándose una disminución de su condición de sumidero debido al aumento de las emisiones de GEI producto de la cosecha y los incendios forestales para los que se destacan los años 1993, 2009, 2012, 2014 y 2015.

El balance entre emisiones y absorciones fue de 1.472 kt CO₂ eq, disminuyendo en un 2,1 % desde 1990 y aumentando en un 193,3 % desde 2013 (Figura 24).

Figura 24. Maule: emisiones y absorciones de GEI (kt CO₂ eq) por sector, serie 1990-2016



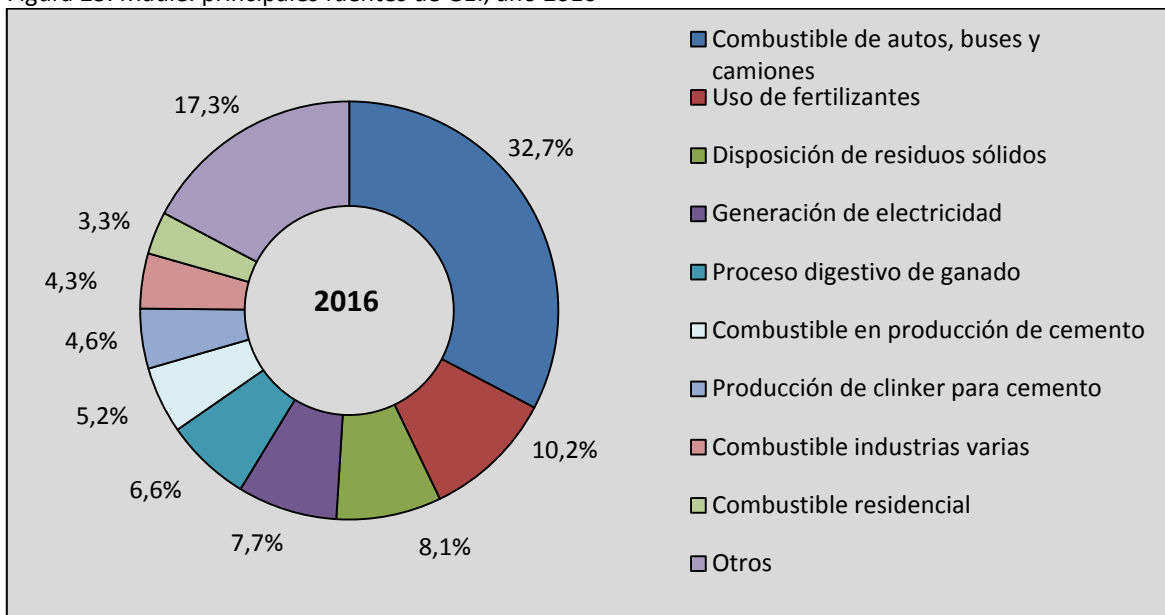
Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

A nivel de fuentes de GEI individuales sin considerar sumideros (Figura 25), las principales fueron las emisiones por el consumo de *Combustible de autos, buses y camiones* (32,7 %), emisiones de N₂O por *Uso de fertilizantes* (10,2 %), generación de metano en la *Disposición de residuos sólidos* (8,1 %), quema de combustible para *Generación eléctrica* (7,7 %); seguido de emisiones generadas en el *Procesos digestivo del ganado* (6,6 %), quema de *Combustible en producción de cemento* (6,6 %) y del sector IPPU emisiones por procesos en la *Producción de Clinker para cemento* (4,6 %), finalmente uso de *Combustible en industrias varias* (4,3 %) y uso de *Combustible residencial* (3,3 %). Las otras fuentes representaron el 17,3 % de emisiones de GEI de la región.

²⁰ Las emisiones asociadas a la quema de combustibles fósiles para generación eléctrica, se atribuyen a la región en donde se generaron y no necesariamente en donde se consumen.

²¹ Las emisiones asociadas a la degradación de residuos orgánicos se contabilizan en la región en donde se encuentran los sitios de disposición final y no necesariamente a la región en que se generan.

Figura 25. Maule: principales fuentes de GEI, año 2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

REGIÓN DEL BIOBÍO

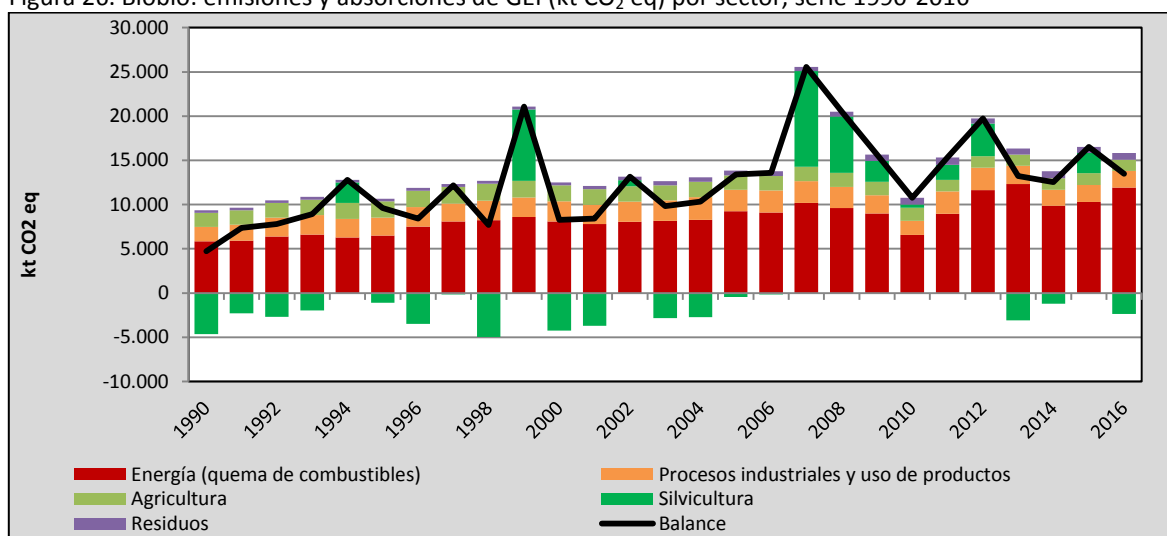
En 2016, la región del Biobío emitió un total de 15.838 kt CO₂ eq (sin considerar el sector silvícola o UTCUTS), representando un 14,2 % del total de emisiones de GEI nacionales. A nivel sectorial, el sector Energía²² fue el principal (75,3 %) seguido del sector Procesos industriales y uso de productos (IPPU) con un 11,8 %, Agricultura con 8,1 % y por último del sector Residuos²³ (4,7 %).

A nivel nacional las emisiones totales aumentaron en un 114,7 % desde 1990 y en un 7,1 % desde 2013, mientras que en esta región se observa un incremento menor de 68,9 % desde 1990 y una disminución de 3,0 % desde 2013. La tendencia general ha estado dominada por las variaciones en el consumo de combustible para la generación eléctrica y en la industria manufacturera.

Por otra parte, el sector UTCUTS absorbió en suma -2.362 kt CO₂ eq, pasando de sumidero neto a un emisor neto debido al aumento de la cosecha y los incendios forestales.

El balance entre emisiones y absorciones fue de 13.476 kt CO₂ eq, aumentando en un 184,4 % desde 1990 y en un 1,8 % desde 2013 (Figura 26).

Figura 26. Biobío: emisiones y absorciones de GEI (kt CO₂ eq) por sector, serie 1990-2016



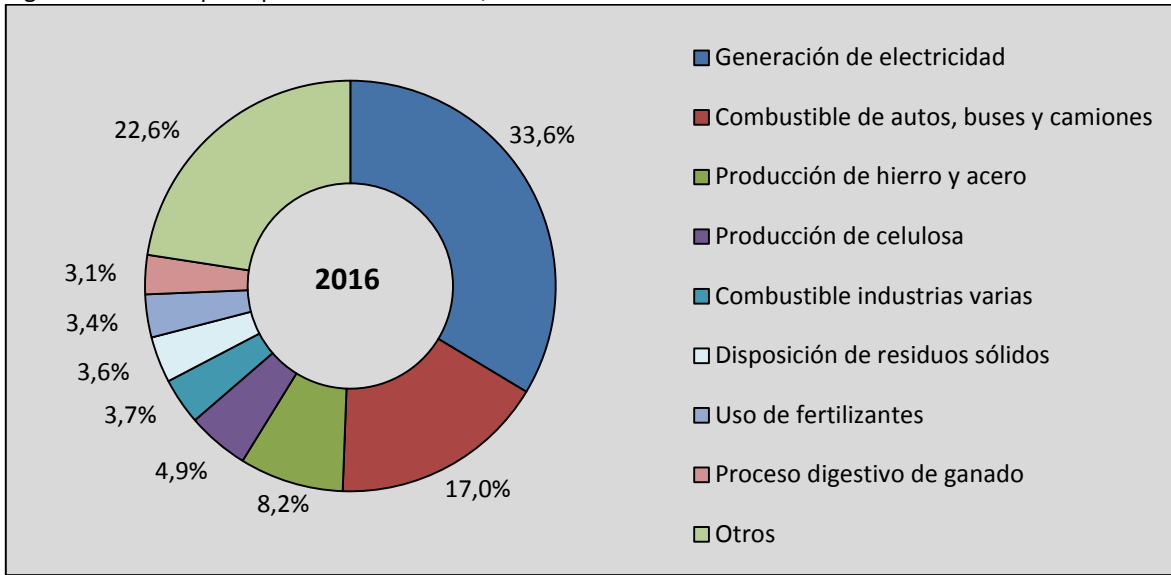
Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

A nivel de fuentes de GEI individuales sin considerar sumideros (Figura 27), destacan las emisiones por el consumo de combustibles fósiles para la *Generación de electricidad* (33,6 %), *Combustible de autos, buses y camiones* (17,0 %), emisiones del sector IPPU generadas en el proceso de *Producción de hierro y acero* (8,2 %), quema de combustible en la *Producción de celulosa* (4,9 %), quema de *Combustible en industrias varias* (3,7 %), generación de metano en la *Disposición de residuos sólidos* (3,6 %), y emisiones del sector Agricultura por *Uso de fertilizantes* (3,4 %) y por el *Proceso digestivo de ganado* (3,1 %). Las otras fuentes representaron el 22,6 % de las emisiones de GEI de la región.

²² Las emisiones asociadas a la quema de combustibles fósiles para generación eléctrica, se atribuyen a la región en donde se generaron y no necesariamente en donde se consumen.

²³ Las emisiones asociadas a la degradación de residuos orgánicos se contabilizan en la región en donde se encuentran los sitios de disposición final y no necesariamente a la región en que se generan.

Figura 27. Biobío: principales fuentes de GEI, año 2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

REGIÓN DE LA ARAUCANÍA

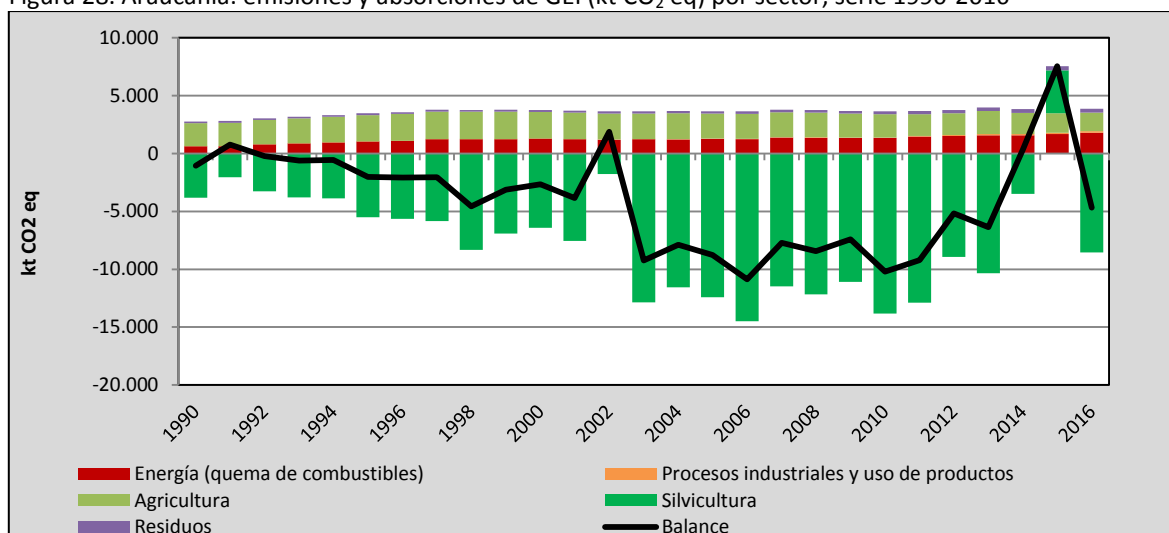
En 2016, la región de la Araucanía emitió 3.868 kt CO₂ eq (sin considerar el sector silvícola o UTCUTS), representando un 3,5 % del total de emisiones de GEI nacionales. A nivel sectorial, el sector Energía²⁴ fue el principal (46,2 %) seguido del sector Agricultura con un 41,2 %, Residuos²⁵ con 8,9 % y por último del sector Procesos industriales y uso de productos (IPPU) (3,6 %).

A nivel nacional las emisiones totales aumentaron en un 114,7 % desde 1990 y en un 7,1 % desde 2013, mientras que en esta región se observa un incremento menor de 40,4 % desde 1990 y una disminución de 2,8 % desde 2013. La tendencia general ha estado dominada por el aumento en la quema de combustible en el transporte terrestre.

Por otra parte, el sector UTCUTS absorbió en suma -8.548 kt CO₂ eq, entre bosque nativo y plantaciones forestales. Las fluctuaciones del balance se explican por las emisiones de GEI producto de la cosecha y los incendios forestales sobre todo para los años 2002 y 2015 (Figura 28).

El balance entre emisiones y absorciones fue de -4.680 kt CO₂ eq, aumentando su condición de sumidero en un 341,9 % desde 1990 y disminuyendo esta condición en un 26,4 % desde 2013.

Figura 28. Araucanía: emisiones y absorciones de GEI (kt CO₂ eq) por sector, serie 1990-2016



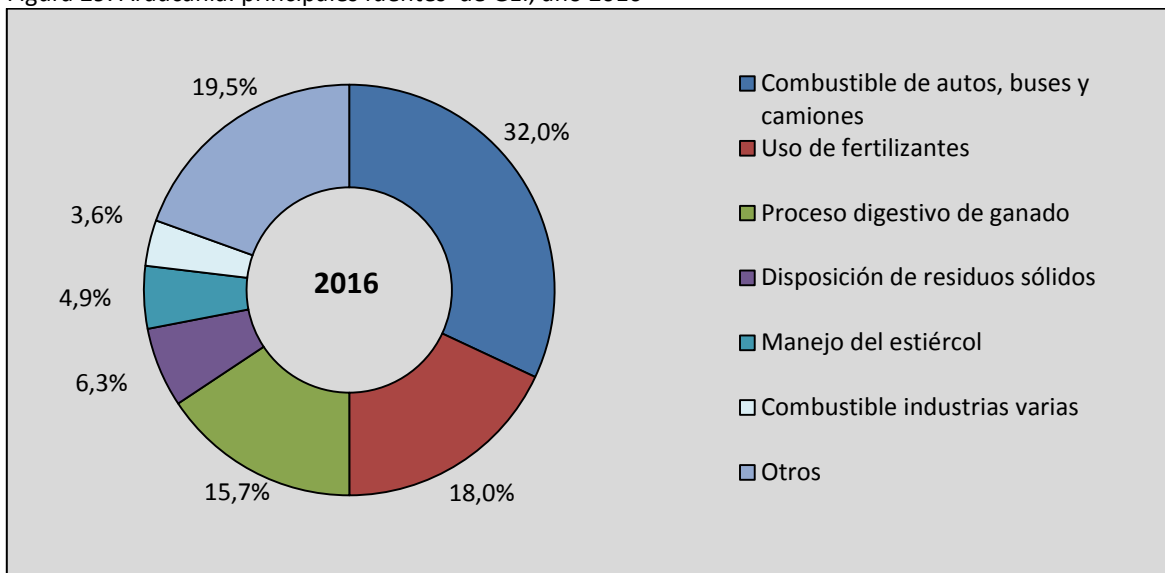
Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

A nivel de fuentes de GEI individuales (Figura 29), las principales emisiones fueron por el consumo de *Combustible de autos, buses y camiones* (32,0 %); seguido de generación N₂O por el *Uso de fertilizantes* (18,0 %), emisiones de metano por el *Proceso digestivo de ganado* (15,7 %), generación de metano en la *Disposición de residuos sólidos* (6,3 %), seguido de las emisiones por el *Manejo del estiércol* (4,9 %) y las emisiones por quema de *Combustible industrias varias* (3,6 %). Las otras fuentes representaron el 19,5 % de GEI de la región.

²⁴ Las emisiones asociadas a la quema de combustibles fósiles para generación eléctrica, se atribuyen a la región en donde se generaron y no necesariamente en donde se consumen.

²⁵ Las emisiones asociadas a la degradación de residuos orgánicos se contabilizan en la región en donde se encuentran los sitios de disposición final y no necesariamente a la región en que se generan.

Figura 29. Araucanía: principales fuentes de GEI, año 2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

REGIÓN DE LOS RÍOS

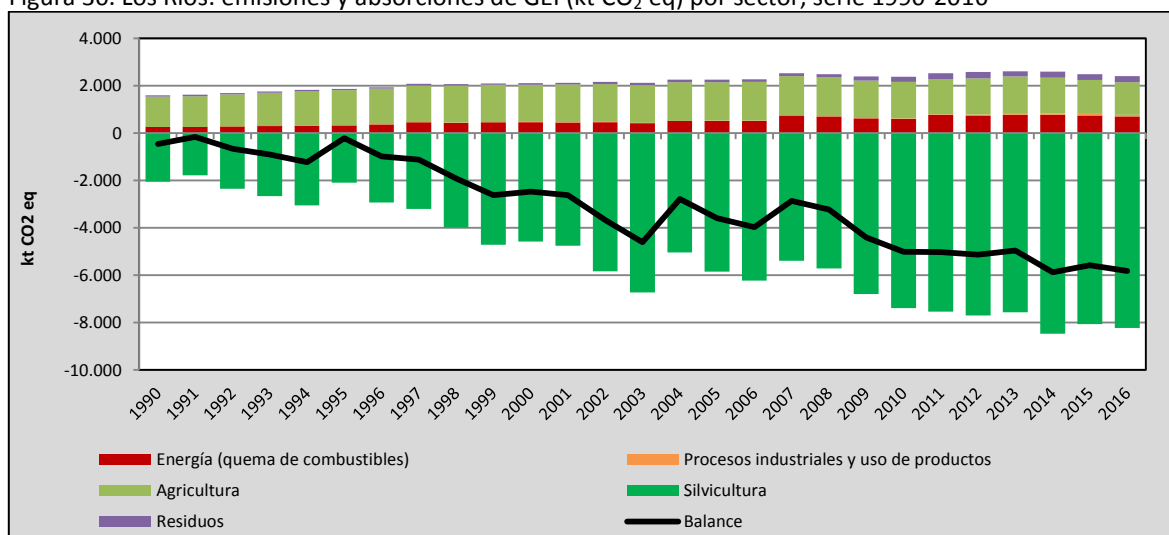
En 2016, la región de los Ríos emitió 2.401 kt CO₂ eq (sin considerar el sector silvícola o UTCUTS), representando un 2,1 % del total de emisiones de GEI nacionales. A nivel sectorial, el sector Agricultura fue el principal (57,3 %) seguido del sector Energía²⁶ con un 29,5 %, Residuos²⁷ con 10,3 % y por último el sector Procesos industriales y uso de productos (IPPU) (2,9 %).

A nivel nacional las emisiones totales aumentaron en un 114,7 % desde 1990 y en un 7,1 % desde 2013, mientras que en esta región se observa un incremento menor de 50,7 % desde 1990 y una disminución de 7,8 % desde 2013. La tendencia general ha estado dominada por el aumento en la quema de combustible en camiones y buses, la generación eléctrica desde 2007 y el aumento de emisiones de metano de residuos sólidos.

Por otra parte, el sector UTCUTS absorbió en suma -8.227 kt CO₂ eq, entre bosque nativo y plantaciones forestales. Las variaciones interanuales, principalmente de 1998, 2004 y 2007 se deben a incendios forestales y a aumento en la cosecha (Figura 30).

El balance entre emisiones y absorciones fue de -5.826 kt CO₂ eq, aumentando su participación como sumidero en un 1.166,6 % desde 1990 y en un 17,4 % desde 2013.

Figura 30. Los Ríos: emisiones y absorciones de GEI (kt CO₂ eq) por sector, serie 1990-2016



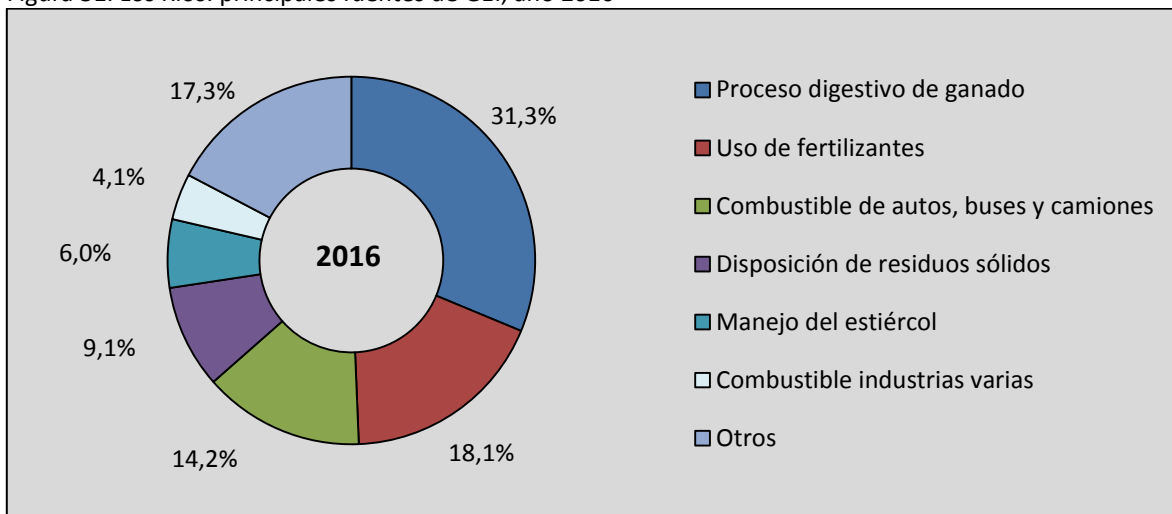
Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

A nivel de fuentes de GEI individuales (Figura 31), las principales fueron las emisiones de metano por *Proceso digestivo de ganado* (31,3 %), emisiones de N₂O por *Uso de fertilizantes* (18,1 %), emisiones por quema de *Combustible de autos, buses y camiones* (14,2 %), seguido de generación de metano en *Disposición de residuos sólidos* (9,1 %); luego las emisiones generadas por el Manejo del estiércol (6,0 %) y finalmente el consumo de *Combustibles industrias varias* (4,1 %). Las otras fuentes representaron el 17,3 % de GEI de la región.

²⁶ Las emisiones asociadas a la quema de combustibles fósiles para generación eléctrica, se atribuyen a la región en donde se generaron y no necesariamente en donde se consumen.

²⁷ Las emisiones asociadas a la degradación de residuos orgánicos se contabilizan en la región en donde se encuentran los sitios de disposición final y no necesariamente a la región en que se generan.

Figura 31. Los Ríos: principales fuentes de GEI, año 2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

REGIÓN DE LOS LAGOS

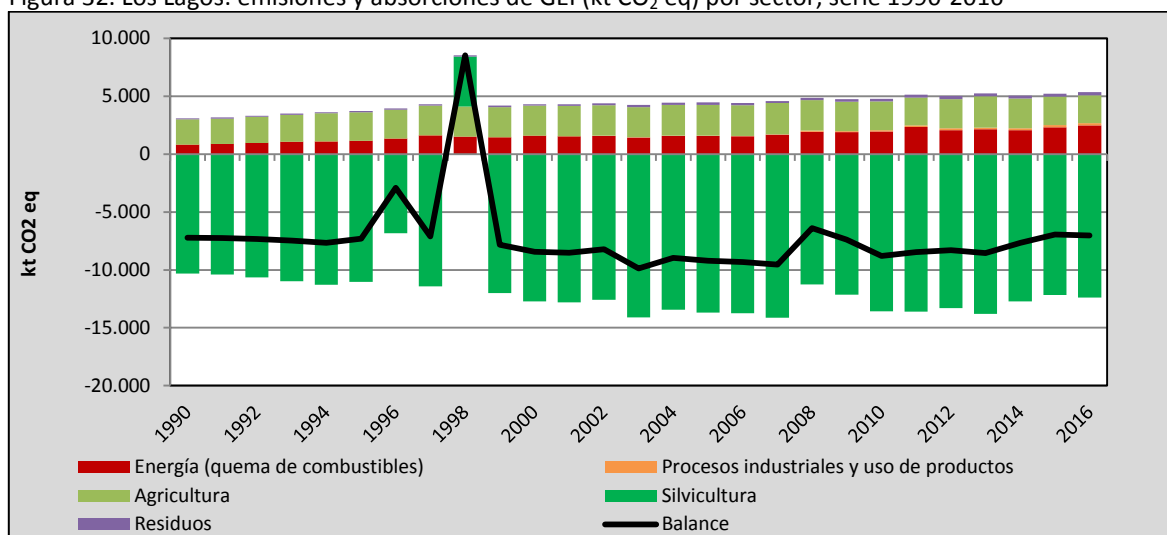
En 2016, la región de los Lagos emitió 5.346 kt CO₂ eq (sin considerar el sector silvícola o UTCUTS), representando un 4,8 % del total de emisiones de GEI nacionales. A nivel sectorial, el sector Energía²⁸ fue el principal (46,2 %) seguido del sector Agricultura con un 45,0 %, Residuos²⁹ con 5,1 % y por último del sector Procesos industriales y uso de productos (IPPU) (3,7 %).

A nivel nacional las emisiones totales aumentaron en un 114,7 % desde 1990 y en un 7,1 % desde 2013, mientras que en esta región se observa un incremento menor de 72,4 % desde 1990 y de 1,7 % desde 2013. La tendencia general ha estado dominada por el aumento en la quema de combustible en camiones pesados y autobuses.

Por otra parte, el sector UTCUTS absorbió en suma -12.382 kt CO₂ eq, dominado por bosque nativo. Las fluctuaciones del balance se explican principalmente por la cosecha y los incendios forestales. Es notorio en 1998, y en menor nivel en 1996 y en 2006, el aumento en el balance debido a la importante superficie de bosque nativo afectada por incendios (Figura 32).

El balance entre emisiones y absorciones fue de -7.036 kt CO₂ eq, disminuyendo su condición de sumidero en un 2,6 % desde 1990 y en un 17,6 % desde 2013.

Figura 32. Los Lagos: emisiones y absorciones de GEI (kt CO₂ eq) por sector, serie 1990-2016



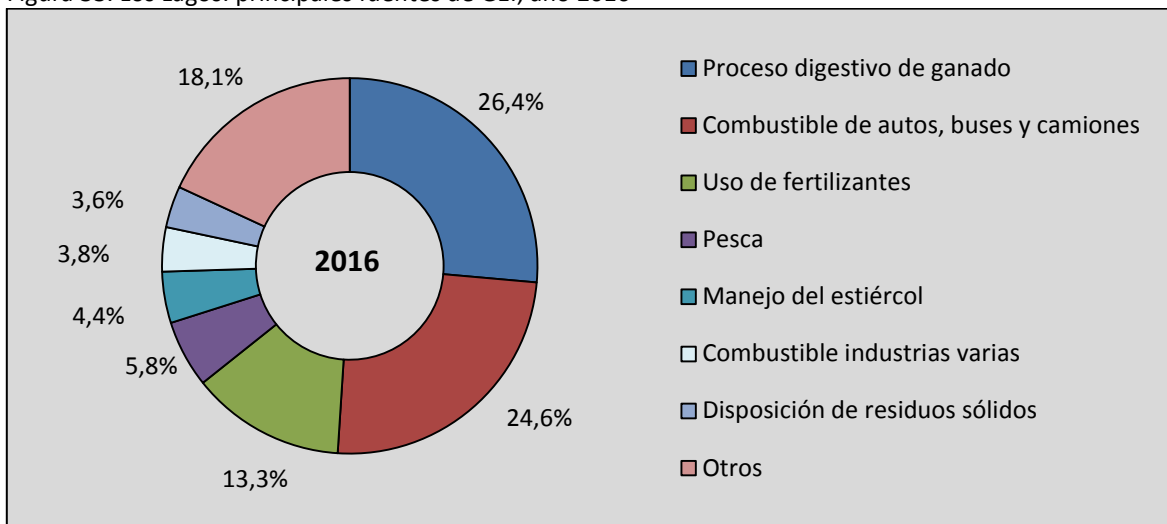
Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

A nivel de fuentes de GEI individuales (Figura 33), las principales fueron las emisiones de metano por *Proceso digestivo de ganado* (26,4 %), emisiones por quema de *Combustible de autos, buses y camiones* (24,6 %), emisiones de N₂O por *Uso de fertilizantes* (13,3 %), seguido de quema de combustible en la *Pesca* (móvil y estacionaria) (5,8 %); luego las emisiones generadas por el *Manejo del estiércol* (4,4 %), el consumo de *Combustible industrias varias* (3,8 %) y finalmente generación de metano en *Disposición de residuos sólidos* (3,6 %). Las otras fuentes representaron el 18,1 % de GEI de la región.

²⁸ Las emisiones asociadas a la quema de combustibles fósiles para generación eléctrica, se atribuyen a la región en donde se generaron y no necesariamente en donde se consumen.

²⁹ Las emisiones asociadas a la degradación de residuos orgánicos se contabilizan en la región en donde se encuentran los sitios de disposición final y no necesariamente a la región en que se generan.

Figura 33. Los Lagos: principales fuentes de GEI, año 2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

REGIÓN AISÉN DEL GENERAL CARLOS IBÁÑEZ DEL CAMPO

Generalidades³⁰

La Región Aisén del General Carlos Ibáñez del Campo (en adelante Aisén), está ubicada en la Patagonia chilena, cuenta con una superficie de 109.024,9 km², convirtiéndola en la tercera más grande del país, representando un 14,2 % de Chile continental e insular. Su población proyectada al año 2015 es de 108.328 habitantes, siendo así la región menos poblada del país.

Aisén representa para la fisonomía de nuestro país, una realidad única y espectacular debido a la conformación geomorfología, producto de la tectónica, el volcanismo, la acción de glaciares (campos de Hielo Norte y Sur) y otros agentes como precipitaciones nivosas y pluviales, el viento y la cercanía al mar. La abundancia de recursos naturales y la belleza de sus paisajes, hacen que esta Región se proyecte como un territorio virgen e indómito, que ponen a la naturaleza como el centro de la actividad turística. La región constituye una importante reserva nacional de vegetación y fauna natural.

Perfil de emisiones

En 2016, la región de Aisén emitió 1.112 kt CO₂ eq (sin considerar el sector silvícola o UTCUTS), representando un 1,0 % del total de emisiones de GEI nacionales. A nivel sectorial, el sector Energía³¹ fue el principal (60,0 %) seguido del sector Agricultura con un 34,2 %, Residuos³² con 4,4 % y por último del sector Procesos industriales y uso de productos (IPPU) (1,4 %).

A nivel nacional las emisiones totales aumentaron en un 114,7 % desde 1990 y en un 7,1 % desde 2013, mientras que en esta región se observa un incremento de 94,5 % desde 1990 y de 23,0 % desde 2013. La tendencia general ha estado dominada por el aumento en la quema de combustible en camiones pesados y autobuses.

Por otra parte, el sector UTCUTS absorbió en suma -20.853 kt CO₂ eq representando un 31,8 % del sector a nivel nacional. Desde 1990, la tendencia del balance entre emisiones y absorciones de GEI (Balance de GEI) de Aisén ha sido favorable a la absorción, principalmente por los bosques, transformado a la región en un **sumidero neto de GEI**. En 1998, es muy notorio que la región disminuye su condición de sumidero neto debido a la importante superficie de bosque nativo afectada por incendios forestales que ascendió por sobre las 25.000 ha. La condición de sumidero neto se ha incrementado en un 12,7 % desde 1990, pero disminuyendo en un 3,7 % desde 2013 (Figura 34).

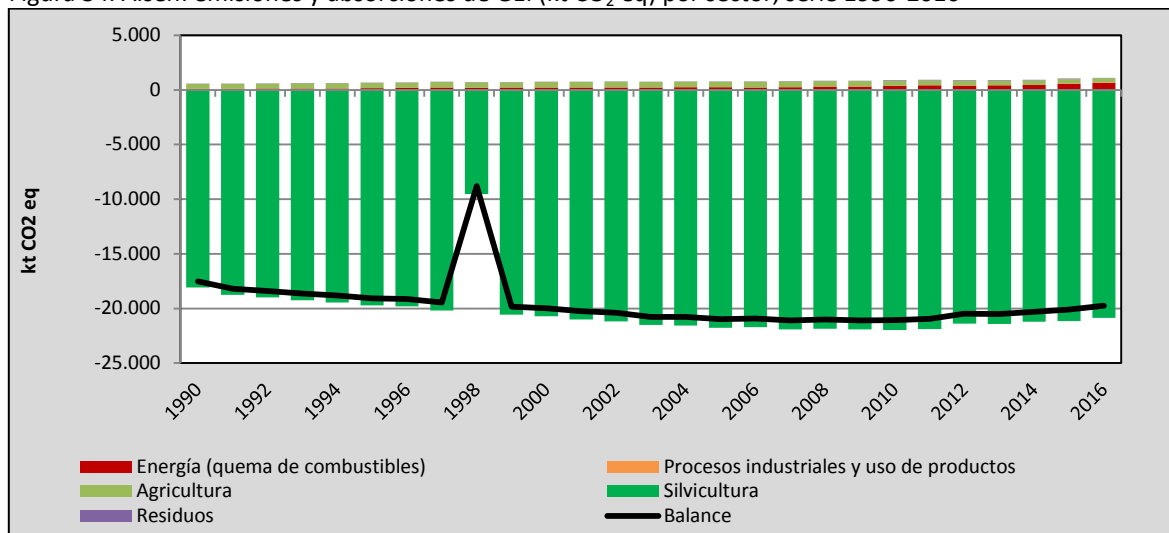
El balance entre emisiones y absorciones fue de -19.741 kt CO₂ eq, aportando la mayor tasa de absorción neta en el país.

³⁰ <http://sea.gob.cl/regiones/region-de-aysen-del-general-carlos-ibanez-del-campo>

³¹ Las emisiones asociadas a la quema de combustibles fósiles para generación eléctrica, se atribuyen a la región en donde se generaron y no necesariamente en donde se consumen.

³² Las emisiones asociadas a la degradación de residuos orgánicos se contabilizan en la región en donde se encuentran los sitios de disposición final y no necesariamente a la región en que se generan.

Figura 34. Aisén: emisiones y absorciones de GEI (kt CO₂ eq) por sector, serie 1990-2016

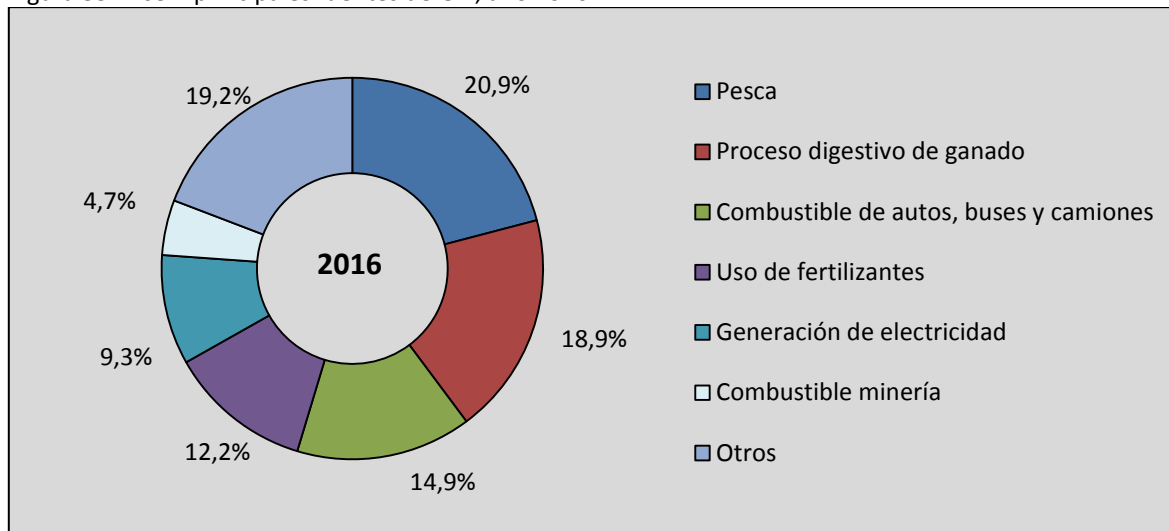


Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Análisis de fuentes y sumideros de GEI

A nivel de fuentes de GEI individuales (Figura 35), las principales fuentes de emisión de la región son el uso de combustibles fósiles en la Pesca (20,9 %), emisiones de metano generadas en el *Proceso digestivo de ganado* (18,9 %), emisiones por quema de *Combustible de autos, buses y camiones* (14,9 %), emisiones de N₂O por *Uso de fertilizantes* (12,2 %), quema de combustible para *Generación de electricidad* (9,3 %), y *Combustible minería* (4,7 %). Las otras fuentes representaron el 19,2 % de GEI de la región.

Figura 35. Aisén: principales fuentes de GEI, año 2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

REGIÓN DE MAGALLANES Y DE LA ANTÁRTICA CHILENA

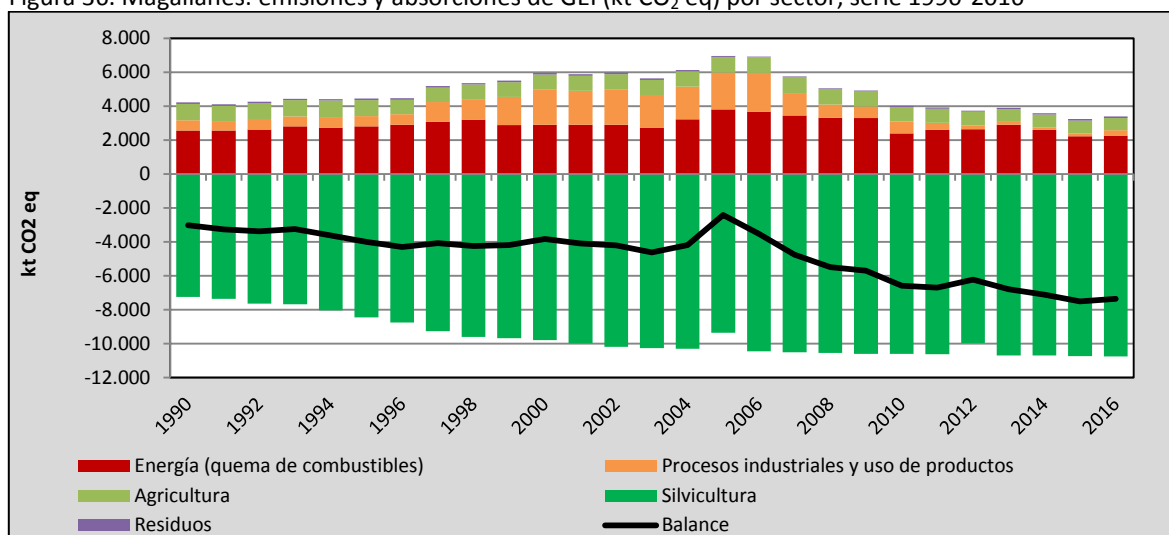
En 2016, la región de Magallanes y de la Antártica Chilena emitió (sin considerar el sector silvícola o UTCUTS) 3.391 kt CO₂ eq, representando un 3,0 % del total de emisiones de GEI nacionales. A nivel sectorial, el sector Energía³³ fue el principal emisor (66,7 %) seguido del sector Agricultura con un 21,1 %, Procesos industriales y uso de productos (IPPU) con 9,3 % y por último del sector Residuos³⁴ (2,9 %).

A nivel nacional las emisiones totales aumentaron en un 114,7 % desde 1990 y en un 7,1 % desde 2013, mientras que en esta región se observa una disminución de un 19,6 % desde 1990 y de un 13,2 % desde 2013. La tendencia general ha estado dominada por fluctuaciones en la quema de combustible del sector Energía. Se observa además que el sector IPPU tuvo una influyente participación durante el período 1997 a 2007 debido al crecimiento de la producción de metanol ligada al aumento de la oferta de gas natural.

Por otra parte, el sector UTCUTS absorbió en suma -10.747 kt CO₂ eq, dominado por bosque nativo. Adicionalmente en los años 2005 y 2012 se observa una disminución en su condición de sumidero producto de incendios forestales (Figura 36).

El balance entre emisiones y absorciones fue de -7.357 kt CO₂ eq, aumentando como sumidero en un 142,9 % desde 1990 y en un 8,4 % desde 2013.

Figura 36. Magallanes: emisiones y absorciones de GEI (kt CO₂ eq) por sector, serie 1990-2016



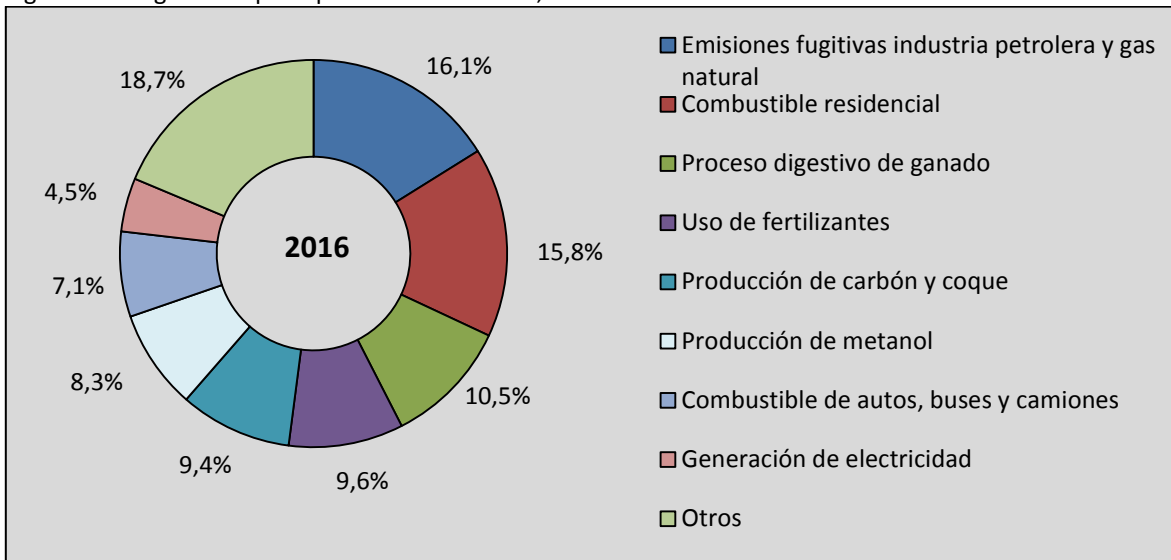
Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

A nivel de fuentes de GEI individuales (Figura 37), las principales fueron las *Emisiones fugitivas industria petrolera y gas natural* (16,1 %) del sector Energía, el consumo de combustibles fósiles para consumo *residencial* (15,8 %), las emisiones generadas por el *Proceso digestivo de ganado* (10,5 %), emisiones de N₂O por *Uso de fertilizantes* (9,6 %), quema de combustible en la *Producción de carbón y coque* (9,4 %), emisiones del sector IPPU generadas en el proceso de *Producción de metanol* (8,3 %), emisiones por quema de *Combustible de autos, buses y camiones* (7,1 %) y emisiones por quema de combustible para Generación de electricidad (4,5 %). Las otras fuentes representaron el 18,7 % de GEI de la región.

³³ Las emisiones asociadas a la quema de combustibles fósiles para generación eléctrica, se atribuyen a la región en donde se generaron y no necesariamente en donde se consumen.

³⁴ Las emisiones asociadas a la degradación de residuos orgánicos se contabilizan en la región en donde se encuentran los sitios de disposición final y no necesariamente a la región en que se generan.

Figura 37. Magallanes: principales fuentes de GEI, año 2016



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA

Anexo 1.

Tabla. A1. Detalle de *proxy* utilizados para el sector Energía.

Código IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	Driver regional	Fuentes
1.A.	Actividades de quema de combustible		
1.A.1.	Industrias de la energía		
1.A.1. a.i.	Generación de electricidad	Generación por planta SIC y SING; Unidad de consumo (ej. [ton/MWh]); Mapa coordinador eléctrico nacional; Ajuste por autoproducción y con Balances regionales y nacionales de energía	Coordinador eléctrico nacional;: https://sic.coordinador.cl/wp-content/uploads/2017/03/Mapa-Coordinador-Electrico.pdf https://sic.coordinador.cl/wp-content/uploads/2016/04/SIC_2015.pdf CDEC: http://cdec2.cdec-sing.cl/pls/portal/cdec.pck_web_coord_elec.sp_pagina?p_id=5170 http://cdec2.cdec-sing.cl/pls/portal/cdec.pck_pag_web_pub.get_file?p_file=Anexos.xlsx&p_tipo=A
1.A.1. b.	Refinación del petróleo	Crudo procesado por plantas ENAP	Informe estadístico SEC
1.A.1. c.	Manufactura de combustibles sólidos y otras industrias de la energía	Extracción de carbón	Anuarios Cochilco
1.A.2.	Industrias manufactureras y de la construcción		
1.A.2. a.	Hierro y acero	Balances regionales de energía y producción Gerdau y CAP	Reportado por empresas
1.A.2. c.	Sustancias químicas	Producción Metano(BioBio) y Etileno (Magallanes), en Tcal	BNE Minenergía
1.A.2. d.	Pulpa, papel e imprenta	Capacidad de producción por planta de odepa y corma; e intensidad energética según Balances regionales de energía	https://www.odepa.gob.cl/publicaciones/articulos/evolucion-de-la-produccion-de-celulosa-en-chile-1990-2006-2 http://www.seminarioscorma.cl/wp-content/uploads/2018/08/Programa-XV-Simposio-Internacional-Celulosa-y-Papel-CORMA-Chile.-Concepci%C3%B3n-27-28-29-Nov.-2018-espa%C3%B1olap.pdf https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2018/01/celulosaFinal.pdf
1.A.2. e.	Procesamiento de alimentos, bebidas y tabaco	Se refiere a producción de Azúcar, para lo que se utilizan las ha de remolacha y sumando aparte la autogeneración en planta curicó	http://www.odepa.cl/wp-content/uploads/2016/07/cultivosregional03.05.2016.xls
1.A.2. f.	Minerales no metálicos	Producción cemento por industria por planta	Producción empresas de memorias
1.A.2. i.	Minería (con excepción de combustibles) y cantería	Extracción Minerales (TM) para cobre y no cobre e intensidad energética por región de acuerdo al BNE regional 2016	Anuarios Cochilco

1.A.2. m.	Industria no especificada	PIB por actividad económica por región, sumando industria manufacturera y construcción, Se comparó con BNE regional y coincide con la desagregación por PIB	Banco central. El tipo de precio o año de referencia no influye ya que se usa sólo el % por región para cada año.
1.A.3.	Transporte		
1.A.3. a.ii.	Aviación de cabotaje	Pasajero-km, asignando según región de origen	Junta Aeronautica Civil (JAC) http://www.jac.gob.cl/estadisticas/estadisticas-historicas/
1.A.3. b.	Transporte terrestre	Parque vehicular en circulación por tipo de vehículo por región multiplicado por km/año por región. Verificación, se compara con BNE regional 2014 al 2016, el que se elabora con venta de combustibles por región.	ANUARIOS PARQUE DE VEHICULOS EN CIRCULACION del INE Actualización Metodológica del Modelo de Consumo Energético y Emisiones para el Sector Transporte (STEP) de Sectra 20 de Noviembre 2014
1.A.3. c.	Ferrocarriles	PIB Minería e industria manufacturera	Banco central. El tipo de precio o año de referencia no influye ya que se usa sólo el % por región para cada año.
1.A.3. d.ii.	Navegación marítima y fluvial nacional	TKM Marítimo cabotaje, asignación según origen.	Distancia entre puertos http://www.shoa.mil.cl/datos/descargas/pdf/pub3010.pdf Toneladas cargadas por puerto: Boletín Estadístico Marítimo (BEM) de Directemar
1.A.3. e.ii.	Todo terreno	Parque vehicular en circulación por tipo de vehículo por región multiplicado por km/año por región. Verificación, se compara con BNE regional 2014 al 2016, el que se elabora con venta de combustibles por región.	ANUARIOS PARQUE DE VEHICULOS EN CIRCULACION del INE Actualización Metodológica del Modelo de Consumo Energético y Emisiones para el Sector Transporte (STEP) de Sectra 20 de Noviembre 2014
1.A.4.	Otros sectores		
1.A.4. a.	Comercial / Institucional	PIB Regional, Adm. Pública y comercios y hoteles	Banco central. El tipo de precio o año de referencia no influye ya que se usa sólo el % por región para cada año.
1.A.4. b.	Residencial	Hogares ponderados por intensidad térmica de acuerdo a BNE regional 2015-2016 con y sin biomasa	Hogares : Resultados Encuesta CASEN 2017; Estadísticos; Vivienda y entorno http://observatorio.ministeriodesarrollosocial.gob.cl/casen-multidimensional/casen/casen_2017.php
1.A.4. c.ii.	Vehículo todo terreno y otra maquinaria	PIB sectorial agropecuario/silvícola y Pesca	Banco central
1.A.4. c.iii.	Pesca (combustión móvil)	PIB sectorial Pesca	Banco central
1.B.	Emisiones fugitivas de combustibles		
1.B.1.	Combustibles sólidos	Extracción de carbón	Anuarios Cochilco
1.B.2. a.	Petróleo	Crudo procesado por plantas ENAP y Derivados de petróleo distribuidos	Anuario estadístico SEC
1.B.2. b.	Gas natural	Gas Natural procesado	Anuario estadístico SEC

Tabla. A2. Detalle de proxy utilizados para el sector IPPU.

Código o IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	Driver regional	Fuentes
2.A.	Industria de los minerales		
2.A.1.	Producción de cemento	Producción industria cemento por planta	Despacho anual de cemento de CCHC y capacidad instalada por planta
2.A.2.	Producción de cal	Producción por planta	Reporte directo de empresas
2.A.3.	Producción de vidrio	Producción por planta	Reportes de sustentabilidad
2.A.4. a.	Cerámicas	No estimada	Se sospecha la ocurrencia de esta actividad pero no hay datos de actividad disponible
2.B.	Industria química		
2.B.2.	Producción de ácido nítrico	Producción de ácido nítrico por planta (Todo en Antofagasta)	Información Enaex
2.B.8. a.	Producción de Metanol	Producción metanol (todo en Magallanes)	Información ENAP
2.B.8. b.	Producción de Etileno	Producción etileno (todo en Bio Bio)	Información Methanex
2.B.8. f.	Producción de Negro de humo	No ocurre	
2.C.	Industria de los metales		
2.C.1.	Producción de hierro y acero	Balances regionales de energía y producción Gerdau y CAP	Reportado por empresas
2.C.2.	Producción de ferroaleaciones	No ocurre	
2.C.3.	Producción de aluminio	No ocurre	
2.C.4.	Producción de magnesio	No ocurre	
2.C.5.	Producción de plomo	No ocurre	
2.C.6.	Producción de cinc	No ocurre	
2.D.	Productos no energéticos de combustibles y uso de solventes		
2.D.1.	Uso de lubricantes	PIB Regional	Banco central. El tipo de precio o año de referencia no influye ya que se usa sólo el % por región para cada año.
2.D.2.	Uso de la cera de parafina	PIB Regional	Banco central. El tipo de precio o año de referencia no influye ya que se usa sólo el % por región para cada año.
2.E.	Industria electrónica		
2.E.2.	Pantalla plana tipo TFT	No ocurre	
2.E.3.	Células fotovoltaicas	No ocurre	
2.F.	Uso de productos sustitutos de las sustancias que agotan la capa de ozono		
2.F.1.	Refrigeración y aire acondicionado	Se desagregó de acuerdo a los resultados del estudio "Elaboración de Inventario Nacional de HFC" del 2017.	http://catalogador.mma.gob.cl:8080/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=ff78fced-0212-4797-a7cf-f471c394ba22&fname=Elaboraci%C3%B3n%20del%20Inventari

			o%20Nacional%20de%20Hidrofluorocarbonos%20HFC_2017.pdf&access=public
2.F.2.	Agentes espumantes	Se desagregó de acuerdo a los resultados del estudio "Elaboración de Inventario Nacional de HFC" del 2017.	http://catalogador.mma.gob.cl:8080/geonetwork/srv/spa/resources.get?uuid=ff78fced-0212-4797-a7cf-f471c394ba22&fname=Elaboraci%C3%B3n%20del%20Inventario%20Nacional%20de%20Hidrofluorocarbonos%20HFC_2017.pdf&access=public
2.F.3.	Protección contra incendios	Población regional	INE
2.F.4.	Aerosoles	Población regional	INE
2.F.5.	Solventes	No estimada	Se sospecha la ocurrencia de esta actividad pero no hay datos de actividad disponible
2.G.	Manufactura y utilización de otros productos		
2.G.1.	Equipos eléctricos	PIB Regional de Minería e industrias manufactureras	Banco central. El tipo de precio o año de referencia no influye ya que se usa sólo el % por región para cada año.

Tabla. A3. Detalle de *proxy* utilizados para el sector Residuos.

Código o IPCC	Categorías de fuente y sumidero de gases de efecto invernadero	Driver regional	Fuentes
5.A.	Disposición de residuos sólidos	Cantidad total de residuos sólidos municipales (t) por sitio de disposición por región. Separando por región la captura de metano para quema	Oficina de implementación legislativa y economía circular, MMA.
5.B.	Tratamiento biológico de residuos sólidos	Datos (t) por planta	Catastro industria del compostaje
5.C.1.	Incineración de residuos	Datos (t) por planta	Contacto con cementerios y hospitales
5.C.2.	Incineración abierta de residuos	No estimada	Se sospecha la ocurrencia de esta actividad pero no hay datos de actividad disponible
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas (CH4)	Datos (caudal) por planta	Informes de gestión de la SISS
5.D.1.	Tratamiento y descarga de aguas residuales domésticas (N2O)	Población	INE
5.D.2.	Tratamiento y descarga de aguas residuales industriales	Datos regionales	PIB