

Iniciativa Hidrógeno Verde

Propuestas de los sub-Grupos de trabajo

Serie Informes Nº 27-20, 22/09/2020

por Boris Lopicich y Marek Hoehn

Resumen

El presente Informe da cuenta del debate y de los acuerdos alcanzados en los sub-grupos de expertos en torno a la "Iniciativa Hidrógeno Verde en Chile", convocada por la Comisión "Desafíos del Futuro, Ciencia, Tecnología e Innovación" del Senado de la República, actividad realizada entre los meses de Julio a Septiembre de 2020.

Disclaimer: Este trabajo ha sido elaborado a solicitud de parlamentarios del Congreso Nacional, bajo sus orientaciones y particulares requerimientos. Por consiguiente, sus contenidos están delimitados por los plazos de entrega que se establezcan y por los parámetros de análisis acordados. No es un documento académico y se enmarca en criterios de neutralidad e imparcialidad política.

Tabla de contenido

1. Sub-Grupo Transporte.....	3
1.1 Actores y sectores representados en el sub-grupo.....	3
1.2 Principales propuestas recogidas.....	3
a) <i>Brechas tecnológicas</i>	3
b) <i>Propuestas regulatorias y otras potenciales acciones</i>	4
2. Sub-Grupo Energía.....	7
2.1 Actores y sectores invitados y representados en el subgrupo.....	7
2.2 Principales propuestas recogidas.....	7
a) <i>Propuestas regulatorias</i>	7
b) <i>Posibles proyectos piloto</i>	10
3. Sub-grupo Minería.....	11
3.1 Actores y sectores invitados y representados en el subgrupo.....	11
3.2 Principales propuestas recogidas.....	11
4. Sub-Grupo Usos Industriales.....	11
4.1 Actores y sectores invitados y representados en el subgrupo.....	11
4.2 Principales propuestas recogidas.....	11

1. Sub-Grupo Transporte

1.1 Actores y sectores representados en el sub-grupo

Dentro de las 3 reuniones del subgrupo, se contó con la presencia de:

- Christian González - Jefe de Gabinete Min. De Transporte.
- Antonio Sánchez - Universidad Técnica Federico Santa María
- Benjamín Maluenda - Ministerio de Energía
- Carlos Busso - Asociación Chilena de Hidrógeno
- Carlos Restrepo - Universidad de Talca
- Jaime Aleé - ESK Consulting
- Ruth Rain - CORFO
- Victor Dorner - Codelco
- René Espinoza - Fundación Transurbano
- Rodrigo Palma - SERC

1.2 Principales propuestas recogidas

a) Brechas tecnológicas

En el presente sub-grupo se ha manifestado un consenso en el sentido de urgencia que debe tener esta misión por establecer una Política Nacional de Hidrógeno Verde en el país. Las emisiones siguen en aumento a nivel planetario y es urgente tomar decisiones profundas que apunten a una descarbonización pronta. La tecnología está aumentando de manera muy acelerada, tal como ocurre con la inteligencia artificial. En el mercado del H2 verde se están dando grandes economías de escala, tanto en la generación como en el consumo, debido a las pilas de combustible, lo cual sugiere que hay que actuar prontamente.

Es necesario ahondar en recursos para I&D específicamente en proyectos piloto pues el pilotaje incide también en la formación de capital humano. ¿Por qué? Primero, porque el pilotaje puede formar capital humano en forma transversal: técnicos, profesionales y capital humano avanzado a nivel de post-grado. Esto dejaría eventualmente "en Chile" el conocimiento respecto al montaje, mantenimiento y operación de vehículos. Los pilotajes de vehículos – buses, trenes, camiones de carga, mineros, interurbanos- podrían contribuir fuertemente a esta formación de profesionales del hidrógeno.

El pilotaje puede ser transversal, en cualquier vehículo que se pueda transformar a eléctrico: los más simples podrían ser buses, luego trenes y barcos. En minería serían especialmente importantes los avances en vehículos de potencia media. Buses interurbanos dejan muchísimo *know how*, y los trenes son buena opción por las características geográficas del país.

En este ítem de brechas tecnológicas, debe incentivarse la I+D, especialmente, de los siguientes campos:

- Soluciones de electromovilidad a vehículos de potencia media, como por ejemplo los camiones de la minería, aunque no exclusivamente circunscritos a esta área. La electromovilidad pasa por cambiar máquinas a combustión por máquinas eléctricas (dispositivos estándar); pero hay vacíos tecnológicos en la potencia media. Este punto se refiere a vehículos espe-

cíficos, que transiten a baja velocidad con altas cargas, segmento en el cual la tecnología disponible es poca: por lo mismo, en este ámbito hay una posibilidad de investigación y desarrollo a nivel nacional para los motores de esas características.

- Otras brechas tecnológicas son: el desarrollo de electrónica a potencia; adaptación de pilas de combustible al ambiente minero; sistemas de almacenamiento y cómo se utilizan de mejor manera en los vehículos eléctricos.
- En vehículos de alta potencia también hay desafíos tremendos. China, Canadá, Sudáfrica tienen iniciativas de conversión de camiones mineros CAEX hacia hidrógeno verde y Chile debiese avanzar en esa dirección.
- La electromovilidad, se ha señalado en el sub-grupo, debe tener un enfoque de migración hacia la minería verde. Cómo generar menos emisiones es el principal desafío, pues el 80% de estas tiene que ver con el uso de combustibles fósiles. Por supuesto tiene valor también la electromovilidad verde no sólo en las minas a rajo abierto, sino en la minería subterránea. El hidrógeno, a través de las celdas de combustible y el uso de baterías de litio, podrían dar una posibilidad real de cero emisiones en minería para el 2040, junto con la descarbonización del país. Esto también debe incluirse en la gran política nacional de H2 Verde.
- La electromovilidad con pilas de combustible es también un nicho. El tiempo de vida de estas pilas es un cuello de botella para el desarrollo masivo de esta tecnología. La electrónica de potencia, que termina haciendo la gestión de energía de la pila de combustible, todo está enfocado en extender el tiempo de vida de éstas.

Debe propiciarse dar un valor agregado a toda la cadena: minero, generación, distribución. Recordar que el potencial de la producción de hidrógeno en Chile equivale a más de 100 veces la demanda de los camiones mineros en el país. Debe también estimularse un cambio político-económico como sucedió con la energía fotovoltaica en nuestro país, involucrando a todos los actores relevantes, desde la banca a la academia.

b) Propuestas regulatorias y otras potenciales acciones

Deben abarcarse distintos frentes: Se propone que la electromovilidad no sólo sea circunscrita a camiones mineros, sino abrir nichos con una mirada amplia: transporte público, sector acuícola, agroindustria, incluso botes para potenciar el eco-turismo. Chile tiene muchos frentes abiertos para hacer pilotajes desde la industria del salmón y acuícola. Al legislarse, se debiese priorizar el transporte público y transporte de carga. Actualmente hay sobre 200 buses eléctricos, esto permite crear un mercado. Hay que demostrar la ventaja de los buses con celdas de hidrógeno, para lo cual se requiere un pilotaje. Tal vez para las próximas licitaciones puede dejarse una cuota, 5% de los buses. Los buses interurbanos, por ejemplo, no podrían funcionar con buses eléctricos, por las distancias, pero sí con celdas de hidrógeno.

Regulación sobre seguridad y aprobación urgente de la ley de Eficiencia Energética: Actualmente, no hay reglamentación, permisos de SERNAGEOMIN, nada que permita con libertad entrar con H2 verde para la minería, por razones principalmente de seguridad. Hay que desmitificar este aspecto para lograr

seguridad y respaldos de uso. Hay que dar pasos rápidos en la legislación. ¿Cómo? A través de la correcta entrada en vigor de la ley de eficiencia energética que permitirá al Ministerio de Energía regular estos aspectos vía decreto, de forma rápida y ordenada

Incluir buses a hidrógeno en licitaciones: En las licitaciones de transporte público y de buses interurbanos debiese incluirse sí o sí un par de buses a hidrógeno, lo mismo para las empresas que podrían llamar a licitación. Esto debe provenir de una "política a nivel país".

Regular el Diesel para eliminar su ventaja competitiva sobre el hidrógeno: El mayor competidor asociado al hidrógeno en la electromovilidad no es el gas licuado sino que es el Diesel. Asumiendo que el H2 verde está a 3.4 dólares el kilogramo de H2 hoy en día, al ver los números del energía de 11 kW/h por dólar de hidrógeno y Diesel y 12 kW/h por dólar de Diesel. Éste es ligeramente más barato y el hidrógeno se queda atrás en tecnologías desarrolladas. Además, las celdas de combustible en los últimos 6 años han bajado sus costos un 70%. Esa es la tendencia que va. Hay electrolizadores ya no de 1 sino de 5 y de 10 mW. El tema va muy rápido y va a explotar mucho antes de 10 años. Y en eso hay consenso en el sub-grupo. Hay que tener pronto la experiencia y la gente capacitada, gracias a los pilotajes.

Líneas/Áreas/Ejes Prioritarios: Establecer líneas prioritarias es relevante, pues esto aporta en capital humano. Habrá financiamiento para estas líneas prioritarias, ya sea producción, o consumo. Es un beneficio transversal, que sentará las bases para la futura industria del H2 verde en Chile. Por lo mismo, el hidrógeno debe establecerse mediante un dialogo intersectorial entre ministerios: salud, medioambiente, transporte, Sernageomin, Energía.

Apoyo a emprendedores: Otra buena idea es la confección y difusión de una "Guía" para emprendedores para el desarrollo de proyectos piloto en Hidrógeno Verde. Esto puede pactarse en conjunto con CORFO.

Otras propuestas tuvieron que ver con los siguientes ámbitos de acción:

- "Reactivación verde" o sostenible. Un % de las utilidades por sector podría establecerse para incentivar la I&D. Es importante que las metas sean concretas. Mix inversión privada con fondos de subsidios.
- Las plantas piloto o demostrativas son buenos instrumentos porque podrían ser anteriores a los marcos regulatorios. En el sector agrícola, por ejemplo, se pueden hacer desarrollos de plantas demostrativas, dando servicios complementarios que mejoren el valor de los productos que se están produciendo en la agroindustria (desde mejorar la tecnología para los tractores hasta utilizando almacenamiento para las fuentes renovables de energía en el invierno).
- Resulta relevante ejecutar un levantamiento de externalidades positivas: en el caso de buses, que bajen los repuestos de mantención, los costos de energía (el precio es más conveniente que el del Diesel); los terminales pueden quedar en lugares más céntricos, pues no hay ruido, humo, una operación menos disruptiva; externalidades de género, mujeres conduciendo buses eléctricos han sido más eficientes. Otro ejemplo: en el caso de la minería, el reducir emisiones de los túneles genera una reducción de costos de ventilación y extracción de aire muy importante.

- Rubros donde se han visto buenas posibilidades: regular los Centros de Distribución a lo largo del país. Es una de las áreas en donde los montacargas y otros elementos pueden ser reemplazados de forma mucho más eficiente, pasando de baterías de plomo ácido a celda de hidrógeno es algo que eficientiza tanto los procesos que podría ser opción.
- El presente subgrupo sugiere recomendar que se plantee un año determinado, 2040 por ejemplo, para electromovilidad con hidrógeno verde. Que a partir de cierto año no se acepten más camiones ni vehículos motorizados a combustión. Esto, para ser parte de una política u hoja de ruta nacional sobre el hidrógeno verde.
- Se sugiere también buscar mecanismos de financiamiento para proyectos piloto en fase demostrativa. Así, se diferencian las distintas etapas de los proyectos que podrían generarse: proyecto piloto, proyecto comercial, proyecto demostrativo. ¿Cómo lograr aportar en esto? Una forma sería legislar para ampliar el abanico de posibilidades de financiamiento de estos proyectos en sus primeras etapas de vida, con el fin de generar un mercado del hidrógeno verde. Así, se sugiere legislar para obtener fondos provenientes de:
 - 1) cooperación internacional;
 - 2) acuerdos público privados,
 - 3) Otras formas de recaudamiento de dinero como los esquemas asociativos, entre universidades, centros de formación técnica, gobiernos locales y otros actores.
 - 4) Establecimiento de royalties;
 - 5) Modificación a la ley de donaciones para que se prioricen proyectos relacionados al H2 Verde.

Regulación relativa al transporte de carga: Chile es un país con distancias muy largas y esto justifica muy bien el uso del hidrógeno en los camiones. Otros vehículos eléctricos tradicionales con baterías de litio son para distancias mucho más cortas, o para utilizar dentro de las ciudades. Pero el hidrógeno para carga y largas distancias es un sector muy importante que podría regularse en el país. Se citó el ejemplo de EEUU, en donde se han ido identificando las rutas de mayor tráfico para focalizar la instalación de las electrolizadoras y comenzar con los proyectos.

Oportunidad en cuanto a los vehículos de aeropuertos y puertos: el H2 Verde es una oportunidad para sacar de circulación varios vehículos que son muy contaminantes hoy en día. Mucha maquinaria podría desplazarse hacia el hidrógeno.

Lanchas en el sur para la industria del salmón y para eco-turismo en los lagos del sur de Chile: Poder implementar un piloto en esta área también daría visibilidad al país en cuanto a temas ambientalmente sostenibles. La oxigenización en salmonicultura también es un tema relevante que debe regularse prontamente. La importancia del pilotaje viene dada pues el aprendizaje industrial y de capital humano que queda de hacer pilotos ahorra mucho tiempo en ensayo y error, no debe entregarse sólo a la empresa, sino que debe estar la academia detrás.

2. Sub-Grupo Energía

2.1 Actores y sectores invitados y representados en el subgrupo

Dentro de las 3 reuniones del subgrupo, se contó con la presencia de:

- Manuel Morales - Mineduc
- Monica Brevis - Mineduc
- Antonio Sanchez - Universidad Técnica Federico Santa María
- Carlos Portillo - Universidad de Antofagasta
- José Rodríguez - Universidad Andrés Bello
- Karin von Osten - Carbon Biocapture/Sustenta SpA
- Mario Toledo - Universidad Técnica Federico Santa María
- Melanie Collet - Universidad de Chile
- Patricia Darez - 350renewables
- Benjamín Maluenda - Ministerio de Energía
- Rodrigo Palma - Universidad de Chile
- Romina Paillao - Sociedad Civil
- Samir Kouro - Universidad Técnica Federico Santa María
- Yahaira Fiallos - CWELL Chile
- Carlos Finat - Acera

2.2 Principales propuestas recogidas

a) *Propuestas regulatorias*

Durante esta discusión se plantearon varios puntos importantes. Se tiene conciencia que en esta carrera van muchos jugadores adelante, pero hay variadas oportunidades para Chile en este ámbito. La estrategia, más que apostar por algo disruptivo, debe basarse en políticas y regulaciones en las que el país encuentre sus nichos.

La verdadera oportunidad del país, más allá de ser exportador de H2 verde, está en la producción y la utilización de hidrógeno.

- Regulación de bajo impacto, la cual podría potenciar la producción y consumos de Hidrógeno Verde. El bajo impacto quiere decir que se utiliza la normativa existente, con el fin de reducir los tiempos de discusión política y abrir un mercado a la brevedad. El mercado del Hidrógeno verde podría tener más trabas políticas que técnicas. El encargado de destrabar esto es el Estado, bajo el cambio de normativa. Lo que interesa es tener una respuesta oportuna y adecuada al mercado. Hay normas existentes de transporte de sustancias peligrosas: Decreto 112 de transporte y distribución de gas natural licuado, trabaja sobre la misma norma que utiliza la UE y EEUU., para transportar gas natural licuado. Esto da cuenta de los beneficios de actuar sobre normativa existente. También el Decreto 43 sobre sustancias peligrosas y su tratamiento. Ya existe normativa, hay varios ejemplos.
- Seguridad - Fundamentos de una regulación de hidrógeno: Velar por la seguridad de las personas. Deben establecerse estándares de seguridad mínimos, los que no son iguales para toda la industria. Eso deben verlo los expertos. Así, se permitiría que la SEC contase con normativa neces-

aria para fiscalizar esta materia en particular. Tal como en la década de los 90 se produjo el mismo fenómeno con el gas natural, en esa oportunidad no se partió de cero, modificándose la ley de servicios de gas (DS 323) y la ley N°18.856 con el propósito de incorporar e incentivar el gas natural, dictándose dos decretos. Las inversiones estaban a la vuelta de la esquina así que se debía actuar rápidamente. Lo mismo debe ocurrir hoy, especialmente para dar oportunidad a los proyectos piloto.

- El vector energético debe responder a su naturaleza: el H2 es un gas. En Europa, un "gas renovable", no tenemos esa categoría en Chile. Alemania lo reconoce como un biogás en su normativa. Eso se podría hacer en nuestro país. Podríamos "tomar" el [Decreto 119 de 2017](#)¹ para efectos de regular rápidamente vía decreto sobre H2Verde.
- Debe aplicarse el concepto de "Inteligencia regulatoria": Debe haber una concordancia en los estándares que se adopten desde el plano internacional. Para certificar los estándares debemos tener laboratorios adecuados. Tenemos que tener una revisión de códigos y estándares ya reconocidos, que hayan pasado por la toma de razón de la Contraloría.
- Específicamente en el sector minero, se mencionó que un camión minero de *high class* de 300 toneladas equivale a una demanda eléctrica de 2.5 megawatts, lo que equivale a un PMGD, a "un generador con ruedas" básicamente. Hay muchas centrales de ese tamaño que están instaladas. Si esas centrales fueran a petróleo, están afectas a impuesto verde, pero ocurre que los camiones mineros con esta capacidad no pagan impuestos por las características que tienen. En Chile hay aproximadamente +1000 de estos camiones, lo que equivaldría a una demanda de 2.500 MW, aprox el 20% de la demanda eléctrica de Chile; es decir, hay un sector que se beneficia de un subsidio indirecto y no paga impuesto a las emisiones, y su camino natural sería migrar al cambio de camiones mediante el uso de *trolleys* o al cambio de combustibles. Debe extenderse el impuesto verde a los camiones, lo que permita que la industria se adapte en ese sentido. Ahí solamente hay un potencial de demanda gigantesco para el Hidrógeno Verde.
- Importante es la distinción de tres ejes ambiental, mercado y regulación. Los cuerpos normativos que manejan estos temas son distintos, por eso la distinción. No es lo mismo un reglamento de seguridad que el Sistema de Evaluación Ambiental, por ejemplo. Lo que se ha visto en los diagnósticos es que hoy en día no hay barreras insalvables para el desarrollo del hidrógeno en Chile. En términos ambientales el reglamento del SEA lo admite, ENAP tiene proyectos de producción de H2 en su refinería. Incluso en términos de mercado se transa, pueden pedirse cotizaciones al INDE y se vende sin problemas. En términos de seguridad, la SEC tiene una figura que se denomina "proyecto especial", solicita antecedentes y normas internacionales a las que uno se sujeta. Entonces, si bien no hay regulación específica en hidrógeno, los proyectos igual se pueden llevar a cabo en el corto plazo. Así, hay tres vigas o ejes transversales de los cuales deriva la regulación sobre este tema: Leyes del ejecutivo, reglamentos y las normas, de industria, asociaciones, internacionales o chilenas. Al menos en cuanto a seguridad, la regulación por ley es mínima y se le da la

1 Véase: <https://www.bcn.cl/leychile/navegar?idNorma=1099847&idParte=0>

potestad al MinEnergía para que reglamente distintos aspectos de la seguridad mediante decretos; esto permite que en estas regulaciones de seguridad no es necesario pasar por el Congreso para reglamentar el DL 2224, sino que hay que decretar un nuevo reglamento para esta ley, para que el Ministerio de Energía sea quien regule esto rápidamente. Esto da un camino regulatorio rápido. Por esto resulta fundamental que avance el Proyecto de Ley de Eficiencia Energética para que se incluya al hidrógeno como un combustible en el DL 2224. Si ese proyecto se llegara a aprobar como está hoy, que está en el Senado, el Ministerio tendría toda la potestad necesaria para dictar reglamentos sobre la seguridad en el hidrógeno. Eso se puede hacer modificando el reglamento del biogás, o lo puede decretar un nuevo reglamento específico para el hidrógeno, con una salvedad: el reglamento del biogás regula principalmente plantas de biogás, pero no aplicaciones de movilidad (bajo el Min de Transportes).

- Se propone estimular la demanda interna, podrían considerarse dos sectores para esto: (1) Movilidad de transporte marítimo, y (2) la Industria acuícola: en esta es muy importante la sustentabilidad, la cual otorga un valor de mercado superior al 10% de incremento del precio del salmón en la industria internacional. Pero esa sustentabilidad no se puede lograr con solo generadores Diesel, sino que con el fomento a servicios complementarios. En este sentido, hay un gran desafío tecnológico en producir hidrógeno con agua de mar; mejorar la eficiencia de los electrolizadores y en el desarrollo de nuevos materiales; y en reemplazar Diesel por hidrógeno.
- Resulta relevante también como conclusión de este sub-grupo el regular la institución de la Evaluación Ambiental en proyectos de hidrógeno verde pues a la fecha no está claro si requieren evaluación o declaración al momento de proponerse nuevos proyectos.
- En cuanto a mercados también hay mucho por regular. Debe trabajarse en iniciativas legales que promuevan este aspecto, va a ser difícil que haya un despegue con la velocidad que necesitamos que despegue, para ser competitivos a nivel internacional, para ser carbono neutrales en 2050, y líderes en una industria limpia. En este sentido reformular el impuesto verde y establecer umbrales más altos de tributación es fundamental.
- Para propender a la formación de capital humano en hidrógeno –tema transversal a los distintos subgrupos–, se sugiere abrir un área prioritaria de conocimiento e investigación, para financiar proyectos relacionados con el hidrógeno verde. Gracias a estudios como éstos, por ejemplo, en Alemania han comenzado a desarrollar baterías de sodio en lugar de baterías de litio. En este punto son relevantes los actores CONICYT, el CRUCH y CORFO, así como las alianzas de cooperación multilateral que puedan generarse.
- Deben buscarse incentivos para que se genere un ecosistema de confianza para competir con Australia y países de Medio Oriente. Por ejemplo a través de incentivos tributarios. Chile podría diseñar una marca país en torno a la sostenibilidad, en la cual el hidrógeno juega un rol fundamental en los sectores que más contribuyen a las emisiones. Chile como “vendedor de sostenibilidad”, explotando alianzas con otros

gobiernos y con sectores financieros. Otros incentivos más allá de las exenciones tributarias podrían ser porcentajes mínimos de producción de hidrógeno como se utilizó en el desarrollo de las energías renovables.

- Debe avanzarse en propuestas legislativas que estimulen pilotos, posiblemente con financiamiento proveniente de: esquemas asociativos, cooperación internacional, acuerdos público privados (que en Chile apenas son regulados por encima por la Ley de Concesiones), donaciones locales e internacionales. Resulta trascendental en este punto la creación de alianzas con otros países limítrofes, se mencionó a Argentina y a Perú, también a Marruecos.
- Debe avanzarse en regular tributariamente a los camiones mineros por la cantidad de energía que utilizan.
- Se propone también, para vincular a la academia y la comunidad científica con la sociedad civil y los parlamentarios, la creación de repositorio de información sobre hidrógeno, iniciativas comparadas, aspectos técnicos y otros –abierto al público o bien para los integrantes de este grupo-.

b) Posibles proyectos piloto

¿Qué proyectos piloto se proponen por parte de este sub-grupo? Algunas ideas levantadas fueron:

- Producción de combustible sintético para aviones que operen en Calama y Magallanes, uno con energía eólica y otro con energía solar, vinculado con empresas privadas que viabilicen esta “economía del hidrógeno en Chile”.
- Plantas de generación de hidrógeno integrada a una central hidráulica de embalse: el hidrógeno producido a alta presión requiere menos energía. Chile tiene varias centrales con altura de caída interesantes y que pueden fabricar hidrógeno en varias atmósferas. Esto va contra la noción de sacar el hidrógeno del agua del mar; más bien usemos el agua de la cordillera para fabricar hidrógeno, a alta presión, y desalinicemos para otros usos.
- Validación de elementos clave para una red nacional de hidrógeno: esto podría viabilizar una especie de ecosistema industrial urbano y que pueda escalarse para armar una red primero entre regiones y luego a nivel nacional.
- Hidrógeno para alimentar procesos con plástico, para recuperar y cumplir con los compromisos ambientales internacionales del país en protección de ecosistemas marinos.
- Electromovilidad acuática: Para el transporte de carga entre distintos puertos de Chile. El hidrógeno podría ser un alimentador de embarcaciones.

Todos estos proyectos demostrativos requieren de justificación técnica, evaluación económica e impacto ambiental. Se podrían propiciar las alianzas público privadas, por ejemplo participación de empresas aéreas, aeropuertos, etc. También es importante identificar las externalidades positivas del uso del hidrógeno, por ejemplo jóvenes que son parte de la cadena de mantenimiento de buses eléctricos. Impactos socio ambientales, análisis de escenarios para gestionar incertidumbres, entre otros serían los factores para seleccionar entre un piloto y otro.

Finalmente, se sugirió fuertemente fomentar a través de regulación la cooperación internacional mirando hacia el 2050; legislaciones sectoriales que impongan metas de desarrollo de proyectos demostrativos, metas de innovación para empresas; y la creación de instrumentos financieros como Royalties.

3. Sub-grupo Minería

3.1 Actores y sectores invitados y representados en el subgrupo

- Senadores de la Comisión "Desafíos del Futuro, Ciencia, Tecnología e Innovación"
- Alejandra Wood - Centro de Estudios sobre el Cobre y la Minería (CESCO)
- Benjamin Maluenda - Ministerio de Energía
- Erwin Plett - Asociación Chilena de Hidrógeno
- Ignacio Pérez - Anglo American Chile
- Jorge Vargas - SERNAGEOMIN
- José Ignacio Galindo - Alset Ingeniería SpA
- Juan de Dios Rivera Agüero - Consultor independiente
- Juan Rada - Universidad de Chile
- Marcela Angulo - Universidad de Concepción
- Patricio Valdivia - U Fdco. Santa María
- Rebeca Poleo - PMP Trachtebel, Engie Group
- Rodrigo Navia - Universidad de la Frontera
- Ursula Bustamante

3.2 Principales propuestas recogidas

Se propone incentivar la demanda por H₂ desde la Minería (utilizar estímulos tributarios, por ejemplo impuesto al CO₂), considerando eficiencia energética y energías renovables (Cobre verde). La minería es el principal driver para que la industria adopte la tecnología hidrógeno verde. Especialmente en el actual contexto, el desafío actual es la descarbonización. La tecnología basada en hidrógeno verde ofrece una oportunidad para camiones mineros (gran impacto). La estructura de costos es favorable e implica una oportunidad para Chile. Chile es uno de los principales *hot spots* a nivel global, pero debemos ser ágiles y rápidos. Se requiere coordinación multisectorial. Se requiere de reglas claras para invertir (acceso a créditos), propuesta de normas a corto y mediano plazo.

Hay que crear políticas de incentivos al hidrógeno. Los bajos costos asociados a las emisiones de CO₂ no incentivan la descarbonización. Hay que eliminar subsidios al Diesel y otros combustibles fósiles.

Chile debe crear una economía del hidrógeno que le dé valor agregado. Esto implica considerar el H₂ al diseñar una política de reactivación económica sostenible. Hay que dar la señal a las agencias de CyT, de desarrollo y de innovación (ANID, CORFO) que este es un "tema país", que hay que focalizar los escasos recursos en él. ANID tiene herramientas para tomar decisiones estratégicas (proyectos grandes). Debemos hacer llegar la propuesta de focalización. Frente a los limitados recursos del país se propone, además, recurrir a créditos y a utilizar Fondos de Innovación para la Competitividad (FIC) para innovación en hidrógeno. Se destaca la importancia de alianzas internacionales

con grandes países mineros como Canadá, Australia y Sudáfrica que tienen recursos, mientras en Chile son escasos y hay otras prioridades (sociales). La propuesta es colaborar con estos 3 países (convenios, proyectos en conjunto).

Se debe avanzar en la Ley de Eficiencia Energética, definiendo un estatus jurídico que favorezca el H₂. Debemos contar con una regulación del H₂ para procesos de autorización más cortos. El reglamento de seguridad de minas subterráneas no permite ingreso de H₂. El hidrógeno debe ser considerado como combustible.

El oxígeno producido en el proceso de generación de hidrógeno debe ser valorado. También la industria química para derivados energéticos de H₂ para su exportación: metano verde, amoníaco y nitrato de amonio verdes, combustibles verdes, combustibles sintéticos, *power to liquids* (Methanol, Dimethyl ether). Se debe considerar el potencial para descontaminación de metalurgia (altos hornos) mediante O₂.

Chile tiene la posibilidad de alcanzar la autonomía energética, reconvertir mineras, incluso exportar derivados químicos.

4. Sub-Grupo Usos Industriales

4.1 Actores y sectores invitados y representados en el subgrupo

- Senadores de la Comisión "Desafíos del Futuro, Ciencia, Tecnología e Innovación"
- Alberto Ortega - Ministerio de Energía
- Alejandro Karelovic – Universidad de Concepción
- Benjamín Maluenda - Ministerio de Energía
- Daniel Serafini – Universidad de Santiago de Chile
- Karin von Osten - Carbon Biocapture/Sustenta SpA
- Rebeca Poleo - PMP Trachtebel, Engie Group
- Ruth Rain – CORFO
- Saravanan Rajendran – Universidad de Tarapacá
- Dr. Joseph Pratt, CEO & CTO, Golden Gate Zero Emissions Marine
- Dr. Jay Keller, Co-Director of Energy Technology Integration, AdapTec DOE & HySafe
- Dr. Susan Schoenung, Co-Director of Energy Technology Integration, AdapTec
- Dr. George Williams, Director of Naval Technology, AdapTec
- Emiliano Burgos, ABB Group
- Peter Bryn, ABB Group

4.2 Principales propuestas recogidas

El sub-grupo hace énfasis en la importancia de colaborar con el Ministerio de Energía y otras instituciones: Es primordial considerar la estrategia de Hidrógeno Verde así como el mapa de instituciones y reglamentaciones disponible en el Ministerio de Energía. Asimismo hay que conocer marco legal/ regulatorio de EE.UU. y de Alemania.

Hay que considerar aspectos críticos y claves en el desarrollo de H₂, la Seguridad en general y la fragilización de materiales por H₂ en específico.

Se solicitó a la Biblioteca del Congreso Nacional (BCN) elaborar un informe de derecho comparado sobre el estatus jurídico del Hidrógeno en otros países, es decir, del tratamiento conceptual que se le da.

Se solicitó a la BCN elaborar Minuta sobre el estado en el que se encuentra el proyecto de "Ley sobre Eficiencia Energética" (Boletín 12058-08). (estatus jurídico del H₂)