



Foto: Gentileza HIF Global.

Reportaje

Haru Oni fue la primera planta piloto de producción de e-Fuels que se puso en marcha en el mundo, en Magallanes.

DESCARBONIZACIÓN MINERA

Hidrógeno verde

y nuevas oportunidades en Chile

El reciente lanzamiento del “Plan de Acción de Hidrógeno Verde 2023-2030” marca un hito en los esfuerzos de Chile por descarbonizar su economía y consolidarse como líder en energías limpias. A pesar de no mencionar explícitamente la minería en sus 81 acciones concretas, el plan ofrece oportunidades cruciales para este sector productivo.

¿Por qué la importancia de ahondar en Hidrógeno Verde? El documento presentado explica que Chile aún enfrenta importantes desafíos para la descarbonización de la matriz energética, debido a que el sector minero aún es altamente dependiente de los combustibles fósiles: 64% del consumo final de energía proviene de fuentes fósiles sin considerar los combustibles fósiles utilizados para la generación eléctrica, y el sector es

Representantes asociados a la industria del HV2 destacan las **oportunidades y retos del uso de este elemento**, así como también el proyecto de Carbono Azul de Anglo American.

el responsable del 76% de las emisiones de gases de efecto invernadero totales del país (28% generación termoeléctrica, 25% transporte, 15% industria, 7% consumo en las edificaciones, 1% emisiones fugitivas).

Actores de la industria comparten sus perspectivas sobre cómo este Plan de Acción puede influir en la minería chilena, resaltando las oportunidades, desafíos y medidas necesarias para una transición exitosa.

Oportunidades del hidrógeno verde en minería

El Dr. Erwin Plett, CEO de

Low Carbon Chile y consejero nacional del Colegio de Ingenieros de Chile A.G., destaca que, aunque el Plan de Acción no menciona explícitamente la minería, hay varias acciones que podrían beneficiarla indirectamente.

“La descarbonización de la minería es un tópico relevante si se quieren alcanzar los futuros estándares ambientales. La mitad de la energía utilizada en la minería proviene de combustibles fósiles importados y la otra mitad de la electricidad, que es más fácil de desfosilizar con electricidad renovable”, señala Plett.

El Plan de Acción incluye varias medidas que pueden

impulsar la demanda interna de hidrógeno, como:

- El Sistema de Comercio de Emisiones (ETS).
- Creación de fondos para créditos tributarios.
- Reducción de impuestos para inversiones en tecnologías verdes.
- Promover la consolidación de información de referencia en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).
- Adopción de normas internacionales ante la ausencia de estándares locales.
- Implementación de corredores marítimos verdes, fundamental para el transporte de minerales con

menor huella de carbono. Patricio Lillo, director de la Unidad de Tecnologías del Hidrógeno en la Universidad Católica de Chile, complementa esta visión señalando que el plan impulsa el desarrollo de la economía del Hidrógeno Verde en Chile, tanto para el uso local como para la exportación. “Hay una serie de iniciativas asociadas a la promoción de esta demanda local, y el financiamiento a través de Corfo para proyectos piloto específicos”, comenta Lillo. En tanto, la directora ejecutiva del Comité de Hidrógeno de Corfo, Ana María Ruz, agrega que uno de los aspectos más completos es “lograr los cierres financieros y cómo se llega a la decisión final de inversión. Chile firmó un acuerdo con el Banco Mundial, el BID y bancos europeos para una facilidad de financiamiento que se lanzará en el tercer trimestre de 2024 con un monto total de USD 1.000 millones, precisamente para mitigar riesgos técnicos y financieros”.

Competitividad en el sector minero

Plett menciona que el plan puede fomentar la innovación e investigación, por ejemplo: la reducción de óxidos en la pirometalurgia actualmente se realiza con monóxido de carbono, que proviene de combustibles fósiles. Sin embargo, investigaciones en la Universidad de Concepción han demostrado que estos óxidos pueden reducirse

Los océanos son responsables de captar el



producido anualmente a nivel global

directamente con hidrógeno, eliminando las escorias y mejorando la rentabilidad del proceso metalúrgico, con emisiones consistentes únicamente en vapor de agua. En línea con lo anterior, Francisco Belmar, especialista senior en Hidrógeno Verde de Colbún -empresa socia de H2Chile- resalta que la adopción de combustibles cero emisiones permitirán reducir sustantivamente las emisiones de gases de efecto invernadero en la minería. “Reportes de Cochilco establecen que sólo las emisiones directas (alcance 1) de la minería en Chile rondan las 6.000.000 toneladas de CO₂e, cifra equivalente a lo emitido por cerca de 1.000.000 de autos en un año”, exhibe Belmar.

A pesar de las oportunidades, la incorporación del hidrógeno verde en la minería enfrenta varios desafíos. Belmar expresa que la mayoría de las operaciones mineras en Chile ya cuentan con contratos de energía eléctrica renovable, lo que les permite tener emisiones de alcance 2 iguales a cero. Sin embargo, las emisiones de alcance 1 y 3, re-

lacionadas con el transporte de mineral y la exportación de productos, aún dependen de combustibles fósiles. Determinar la mejor solución para reemplazar estos combustibles es un desafío relevante para la industria, agrega. En relación con los desafíos, Lillo añade que uno de los principales es la pasividad de la industria en la adopción de nuevas tecnologías de descarbonización: “La minería ha sido muy pasiva observando cómo la tecnología se posiciona en general. Siento que no ha ido a la par en el tamaño del desafío y los plazos de descarbonizar”.

En este reportaje, los expertos externalizan que, para superar estos desafíos, es crucial que la minería participe activamente en proyectos piloto y en el desarrollo de un ecosistema local de hidrógeno verde.

“En lo que va del periodo de la actual administración, hemos dispuestos más de una docena de instrumentos de subsidio, activado fuertemente las exenciones tributarias a través de la ley I+D, o diversos programas de transferencia tecnológica para toda la industria minera, explorando dónde el hidrógeno puede aportar a la reducción de emisiones que es ahora una exigencia social y ambiental, y a la optimización de procesos que hoy cuesta electrificar”, ejemplifica Ruz.

Desde Corfo prevén que mediante Programas Tecnológicos esperan incentivar una



inversión cercana a los 14 millones de dólares en proyectos que incorporen H2V en sus procesos productivos. En términos de medidas regulatorias, Plett y Belmar coinciden en que es neces-

tar la transición en la minería. En este sentido, Ruz enfatiza que “tenemos que movernos rápido y bien (...) El hidrógeno es una de las soluciones para una transición energética justa y sostenible; ni los

Muestra de algas perteneciente al Proyecto Carbono Azul.

En lo que va del periodo de la actual administración, hemos dispuestos más de una **docena de instrumentos de subsidio**, activado fuertemente las exenciones tributarias a través de la ley I+D”, ejemplifica Ana María Ruz.

sario un marco regulatorio claro y ágil para facilitar la transición hacia el uso de hidrógeno verde. El Plan de Acción incluye medidas regulatorias como la incorporación del Hidrógeno Verde en los Instrumentos de Planificación Territorial y el desarrollo de instrumentos de planificación energética con enfoque territorial. Además, el Sernageomin ya ha avanzado en un reglamento para proyectos piloto de hidrógeno, lo que será fundamental para facili-

mercados ni las entidades de financiamiento van a optar por un producto que tenga pasivos sociales o ambientales. Para liderar este proceso, hay que hacerlo con una planificación territorial y normativa que viabilice las inversiones, pero que salvaguarde la calidad verde del hidrógeno chileno”.

Proyecto pionero de Carbono Azul en Chile

Sobre una realidad que refleja que la minería en Chile se encuentra en un proceso



de transición hacia prácticas más sostenibles y menos contaminantes, considerando el uso de Hidrógeno Verde, emerge a modo de ejemplo, el proyecto Carbono Azul de Anglo American. La gerenta de Cambio Climático y Sustentabilidad de Anglo American, Marcela Brocchetto, afirma que la iniciativa tiene como objetivo capturar y almacenar emisiones de carbono mediante el cultivo de algas marinas, específicamente la especie nativa *Macrocystis pyrifera*, y se está desarrollando en colaboración con Fundación Chile, AquaPacífico y la Universidad Andrés Bello.

“Esta innovación tiene un enorme potencial para el país debido a la extensión de su costa y la calidad de sus aguas, tanto para afrontar el cambio climático, como para fomentar diversas actividades acuícolas que son el sustento de cientos de miles de personas que viven de ellas”, sostiene Brocchetto. ¿Por qué algas? Puntualiza que las especies de macroalgas elegidas poseen una capacidad potencial de

absorción de dióxido de carbono hasta 50% mayor que algunos de los ecosistemas terrestres. Asimismo, agrega que los océanos son responsables de captar el 30% del CO2 producido anualmente a nivel global, principalmente gracias a los bosques de microalgas.

plantación de algas en el mar y la estimación del carbono en los fondos marinos. La tercera fase, realizada en febrero de 2024, incluyó la primera cosecha de algas, que permitió determinar la capacidad de absorción de CO2 y generar biocarbón para la restau-

De Izq. a Der:
 Dr. Erwin Plett, CEO de Low Carbon Chile y consejero nacional del Colegio de Ingenieros de Chile A.G.
 Patricia Lillo, director de la Unidad de Tecnologías del Hidrógeno en la Universidad Católica de Chile.
 Ana María Ruiz, directora ejecutiva del Comité de Hidrógeno de Corfo.
 Francisco Belmar, especialista senior en Hidrógeno Verde de Colbún -empresa socia de H2Chile-.
 Marcela Brocchetto, gerenta de Cambio Climático y Sustentabilidad de Anglo American.

Esta innovación tiene un enorme potencial para el país debido a la **extensión de su costa y la calidad de sus aguas**, tanto para afrontar el cambio climático, como para fomentar diversas actividades acuícolas”, explica Marcela Brocchetto.

Fases del Proyecto

El proyecto piloto se está desarrollando en la zona de Bahía Inglesa, en la Región de Atacama, y se replicará en las regiones de Valparaíso y Los Lagos, llevándose a cabo en tres etapas: Realizada en octubre de 2023, la primera etapa consistió en la producción de plántulas en un laboratorio local. La segunda etapa comenzó en noviembre de 2023, con la

ración de ecosistemas terrestres o suelos agrícolas. “Este biocarbón se aplica al suelo para mejorar sus propiedades. En combinación con fertilizantes, estimula la actividad microbiana, ayuda a regular el pH de los suelos, mejora sus propiedades físicas y químicas, incrementa la producción vegetal, la retención de carbono y otros gases de efecto invernadero (metano, óxido nitroso)”, ilustra Brocchetto. **mch**