

Link: https://www.ciperchile.cl/2021/11/22/hidrogeno-verde/

El hidrógeno tuvo un marcado protagonismo en la reciente COP26. Diversos paneles resaltaron el potencial de esta industria, y se hizo entrega al ministro de Energía de Chile, Juan Carlos Jobet, de un informe actualizado al respecto. El siguiente reporte para CIPER de dos especialistas en el tema expone problemas y desafíos de esta particular vía de transición energética, además despejando mitos sobre su impacto.

El 17 Julio de 2021, la publicación del informe del Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC, 2021) en medio de una serie de eventos climáticos catastróficos en distintos puntos del planeta confirmaba el secreto a voces de la comunidad científica: el cambio climático no sólo es un hecho real, sino «generalizado, rápido y se está intensificando». No hay ningún sitio a salvo. La evidencia respaldaba los pronósticos más pesimistas: los cambios son sinérgicos y sus consecuencias impredecibles, incluso antes de llegar al límite de 2°C en el aumento de las temperaturas.

Las malas noticias del clima nunca le han sentado bien a una economía global orientada al crecimiento económico sostenido, medido en términos del incremento del PIB, pues supone aceptar los límites planetarios y tomar medidas para contener la demanda también sostenida de materiales y energía. Menos todavía en medio del entusiasmo por impulsar la reactivación económica para revertir los impactos de la pandemia de COVID-19.

Este entusiasmo, sin embargo, no se condice con la materialidad: la más reciente crisis en el abastecimiento de microchips y la falta de gas en Europa son sólo dos síntomas de una crisis sistémica que no hace más que aumentar.

La respuesta de las autoridades públicas y del sector privado frente a los síntomas de la crisis está a la vista: invisibilización, negación e incluso obstrucción de la información sobre su gravedad, como develan las filtraciones sobre el lobby de los gobiernos que buscaron cambiar el informe del IPCC justo antes de la más reciente cumbre mundial del clima (COP-26); y reformas para satisfacer la demanda de energía con fuentes más «limpias», manteniendo intactas las expectativas de crecimiento. El hidrógeno «verde» aparece como un producto estrella de estas reformas, para alcanzar las metas de descarbonización y desfosilización de la matriz energética.

Centrando la crisis climática en el problema sin duda, gravísimo de las emisiones de carbono, la apuesta por las energías no fósiles parece decirnos que no hay que alarmarse: el desarrollo de estas nuevas fuentes evitará el calentamiento global y nos salvará del abismo.

Con esta premisa, diversas voces han surgido para promover el hidrógeno como protagonista de una «revolución energética» en el siglo XXI, afirmando que esta forma de energía será capaz de reemplazar los combustibles fósiles a escala global, incluso bajo el concepto, acuñado por Jeremy Rifkin, de una nueva «economía del hidrógeno» [1]. Sin embargo, el llamado hidrógeno «verde» aquel producido a partir de electricidad generada de energías renovables [IEA, 2019, p. 34] no está exento de controversias.

En términos estrictamente materiales, su principal desventaja es que no se trata exactamente de una fuente de energía directa: «En la naturaleza no se encuentra hidrógeno puro, siempre está formando parte de compuestos químicos, y para obtenerlo se tiene que extraer de alguna parte (con una reacción físico-química como la electrólisis, o directamente química, como la reforma del metano [un proceso por el cual se separa el gas natural en hidrógeno y dióxido de carbono])» [1]. Por esta razón, su producción está afectada a pérdidas en el proceso de extracción.

De hecho, «los sistemas de electrólisis más eficientes tienen pérdidas de «solo» el 30% de la energía eléctrica usada en el proceso, aunque lo normal es que suban hasta el 50%, en tanto que en el proceso de reforma de hidrocarburos, ya sean fósiles o de origen vegetal, las pérdidas de energía son similares» [1]. El investigador Pedro Fresco coincide con Turiel en el análisis sobre la pobre eficiencia de este recurso: «Imaginemos que tenemos una planta eólica. Si usamos la electricidad generada para producir hidrógeno, podremos perder un 20% de la energía inicial.

Además, ese hidrógeno se debe comprimir, transportar y liberar antes de quemar». Tampoco es posible afirmar que se trate de un vector energético totalmente «limpio», porque en la actualidad el 95% del hidrógeno utilizado en diversos procesos industriales se produce a través de la transformación de metano [1]. En términos de costos, el actual precio de este combustible sintético producido bajo los parámetros de «verde» ronda los 7 dólares por kilo [IEA,



2019]. Es por esto que la mayoría del hidrógeno es hoy producido a través de fuentes fósiles más baratas, como el gas natural (con un costo estimado hoy en 1,5 dólares por kilogramo de hidrógeno). Para volverse una opción competitiva, el precio del hidrógeno verde tendría que acercarse a este piso. Cuatro elementos resumen las principales desventajas físicas y químicas del hidrógeno como opción energética: (i) el hidrógeno es un gas, por lo que su densidad energética depende de la presión de almacenamiento, en general baja; (ii) su depósito es fugaz, con pérdidas diarias del 2% a 3% del gas contenido; (iii) es altamente corrosivo de las conducciones, porque reacciona químicamente al acero formando hidruros, lo que hace necesario el uso de polímeros plásticos, evidentemente poco sustentables; y (iv) su eficiencia final como combustible de vehículos es muy baja, del orden del 25% frente al 75% de los automóviles eléctricos, sin considerar que tampoco elimina por completo la necesidad de baterías altamente demandantes de metales [ver más]. Un importante impulso a la promoción del hidrógeno verde proviene de Europa, en el marco de los compromisos internacionales con la reducción de emisiones. Por ejemplo, el gobierno alemán está promoviendo el desarrollo de un proyecto hidroeléctrico en el río Inga, en el Congo, que además produciría hidrógeno por hidrólisis.

Esta represa produciría «el doble de potencia, 44 GW, que la gigantesca presa de las Tres Gargantas en China, y sería así la mayor del mundo» [1]. Este proyecto híbrido busca no sólo abastecer la matriz energética del Congo sino exportar la producción de hidrógeno verde a Europa. Por sus dimensiones y por los términos de intercambio Norte-Sur global, el proyecto resulta ambiental, social y económicamente controversial.

De hecho, «significaría la relocalización de 37.000 de sus pueblos». Por su parte, empresas privadas históricamente predominantes en el mercado energético global, como la transnacional ENDESA, anuncian proyectos basados en hidrógeno allí donde los compromisos de descarbonización están obligando el cierre de las centrales térmicas.

El director general de Generación de ENDESA, Rafael González, ha señalado que la empresa «quiere poner de manifiesto su clara apuesta por el hidrógeno verde como clave en el proceso de transición energética y la descarbonización de la economía. Se trata de objetivos en los que venimos trabajando desde hace años y que han marcado nuestra estrategia de progresiva sustitución de generación térmica por generación renovable.

Los 23 proyectos de hidrógeno verde que ahora presentamos, están asociados a una capacidad de potencia de casi 2.000 MW renovables» [2]. Uno de estos proyectos se localizará en Andorra, España, tras el cierre de una central térmica.

Con el argumento de recuperar los empleos perdidos, impulsar el desarrollo local y contribuir a la transición energética, el proyecto de ENDESA en Andorra prevé la generación de 60 MW, asociado a 335 MW de potencia eólica y fotovoltaica, con una inversión de 294 millones de euros. **PRODUCCIÓN DEL HIDRÓGENO EN CHILE Y CONTEXTO GEOPOLÍTICO** Al igual que el litio, el hidrógeno ha comenzado a vertebrar progresivamente la política energética chilena.

A diferencia del mercado tradicional de la energía fósil, estos nuevos insumos aparecen en el discurso público como recursos clave en el proceso global de transición energética y en los escenarios geopolíticos futuros, lo que permitiría a países productores como Chile pasar de una posición históricamente subordinada y dependiente a una estratégica [3, p. 387] [de hecho, en 2008 un informe de Forbes declaró a Sudamérica «the Saudi Arabia of Lithium»; citado en 3, p. 386]. Este entusiasmo se puede observar claramente en la Comisión Desafíos del Futuro, Ciencia e Innovación y Comisión de Minería y Energía, Senado de la República (2021), cuando se afirma que «la demanda mundial de cobre y litio está aumentando de forma sostenida por la transición energética y la electromovilidad, y se requerirán minerales con baja huella de carbono.

Chile tiene una posición privilegiada para capturar parte importante de ese mercado «premium» por sus niveles de radiación solar y la posibilidad de generar hidrógeno verde competitivo» [4, p. 20]. En coherencia con este imaginario emergente, en junio de 2020 el gobierno chileno anunció la primera versión de la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde, que sigue en desarrollo.

En la versión de noviembre de 2020 se hizo explícita la magnitud de las metas de producción hacia 2025 y 2030: hacia el 2035, las exportaciones duplican el uso doméstico de hidrógeno, y hacia 2050 la cantidad exportada casi triplica el volumen destinado al consumo nacional. Estas estimaciones se basan en un estudio técnico encargado a la consultora McKinsey.

El modelo para hacer viable «es decir, económicamente rentable» la producción de hidrógeno verde proyecta este vector energético como un nuevo producto de exportación, muchas veces mencionado como el «nuevo cobre», en términos de identidad productiva nacional. Este actual rol protagónico contrasta con la escasa mención que hasta hace poco tenía este energético. Por ejemplo, en la Ruta Energética 2018-2022 sólo se mencionaba como una posible adición al mercado nacional de combustibles alternativos. En los Informes de Actualización de Antecedentes (documentos que actualizan anualmente la Planificación Energética de Largo Plazo) aparece mencionado brevemente sólo bajo el punto «nuevas tecnologías» hasta el año 2019.

Por otra parte, desde los compromisos nacionales de mitigación climática, el hidrógeno verde aparece como un componente clave para avanzar hacia la carbono neutralidad, siendo una de las seis grandes medidas propuestas por el Ministerio de Energía para esta meta hacia 2050. Se espera que el hidrógeno verde represente el 21% de la disminución de CO<sub>2</sub> emitido en el área energética.

Está siendo considerado también un factor diferenciador clave de los distintos escenarios en la Planificación Energética de Largo Plazo (PELP) 2023-2027, permitiendo la expansión de demanda eléctrica en los escenarios más optimistas (vale decir, en los escenarios de mayor crecimiento económico). Si bien la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde está aún en desarrollo, en la última versión de esta se identificaron los que serían los primeros dos nodos de desarrollo de hidrógeno a gran escala: las regiones de Atacama y Magallanes. En ambos casos, se apuesta al bajo precio de generar electricidad con fuentes renovables como la clave para hacerlos viables para una producción «inédita hasta ahora en el mundo» de este vector. Los rasgos geográficos de ambas regiones son clave para su posicionamiento como nodos. En las perspectivas más optimistas del despliegue de esta industria, se incluyen también las regiones del Biobío y Valparaíso como polos de producción adicionales.

De manera complementaria, aunque la última PELP proyecta que la mayoría de los megaproyectos de hidrógeno no estén conectados al Sistema Eléctrico Nacional «de lo que se ocupa la PELP», los tres escenarios modelados consideran al hidrógeno como una forma de electrificación indirecta para consumo doméstico.

Así, «se aborda el desafío de la producción de hidrógeno verde en Chile, para lo cual se plantea la oportunidad de que esta industria se desarrolle centralizadamente (uno o dos polos de producción), en función de las economías de escala que supone, y/o de forma más descentralizada, de acuerdo con la distribución territorial la demanda.

Ello depende tanto de la temporalidad en el despliegue de esta industria como del nivel de exportación que considera cada escenario» [5, p. 39]. En este contexto, no sorprende que las provincias nominadas en la PELP para ser polos de desarrollo energético nacional para el período 2023-2027 sean Tocopilla y Antofagasta.

**MARCO REGULATORIO E INSTITUCIONAL** Los desafíos regulatorios han sido mencionados recurrentemente como una de las barreras a superar para

instalar una industria del hidrógeno en Chile, puesto que la normativa vigente no se refiere directamente a su producción, almacenamiento y distribución en los procesos de generación de energía. Actualmente, existe solo una iniciativa en el Senado relacionada directamente con el hidrógeno, que busca declararlo como Bien Nacional de Uso Público.

A comienzos de 2021, el senador Girardi anunció la presentación de un proyecto de Ley Marco para el hidrógeno, con el fin de «fomentar las tecnologías de hidrógeno verde, transitar hacia una matriz energética basada en hidrógeno verde, y promover el liderazgo del país como potencia energética limpia a nivel mundial». Sin embargo, la propuesta aún no ingresa a la Cámara Alta. Hasta ahora, los estudios de factibilidad de proyección de crecimiento se han hecho en estrecha colaboración con organismos internacionales, como la Sociedad Alemana de Cooperación Internacional – GIZ.

El rol de este energético también fue destacado en un documento comisionado al Banco Mundial sobre proyecciones de crecimiento en verde en Chile [6]. Uno de los principales desafíos para el diseño e implementación de una regulación apropiada en esta materia tiene que ver con la seguridad de su uso industrial, tanto como producto final como parte de producción de otras sustancias. El hidrógeno es considerado un gas inflamable, y su mayor riesgo está en el almacenamiento en grandes cantidades.

Por su estatus, actualmente no es posible por ejemplo que se ingrese hidrógeno en las faenas mineras [4]. Existen riesgos que abordar no sólo a nivel de producción sino también de transporte, ya sea vía red o en camiones.

Observando la regulación vigente, un reporte preparado en alianza con la GIZ señala que «los permisos sectoriales asociados al consumo del hidrógeno como combustible para la generación eléctrica con motores o turbinas no se encuentran definidos.» [7, p. 99]. El reporte también expresa preocupación por el aumento de óxido nitroso que la combustión de nitrógeno puro, sin mitigación, podría provocar. De incorporarse como combustible, el hidrógeno tendría que registrarse como tal en la legislación. Tanto la Comisión Desafíos del Futuro del Senado [4] como Inodú [7] identifican la necesidad de adaptar la normativa existente para garantizar el uso seguro de hidrógeno en zonas urbanas.

Otros cambios regulatorios promovidos por esta Comisión [4, p. 36-40] refieren a diversas formas de estimular el despegue de esta industria, por ejemplo: Modificar la normativa vigente sobre el diésel (por ejemplo, el subsidio directo al uso de diésel en la minería), uno de los combustibles que el hidrógeno debería eventualmente reemplazar; legislar para fomentar la inversión y desarrollo (I+D) en proyectos pilotos, comerciales y demostrativos, por medio de la cooperación internacional, acuerdos público privados (APPs), esquemas asociativos con el mundo académico y los gobiernos locales, royalties y modificaciones a la Ley de Donaciones; fomentar el uso hidrógeno en la industria del transporte y de carga (por ejemplo, fijando cuotas de vehículos con hidrógeno en los procesos de licitación); regular la seguridad en la producción, el uso y transporte del hidrógeno verde, en el marco de la entrada en vigencia de la ley de eficiencia energética. Una dimensión relevante en materia de regulación es la evaluación, fiscalización y resolución de conflictos en materia de impacto ambiental.

La Comisión del Senado que está discutiendo la reforma a la institucionalidad ambiental ha reconocido la importancia de «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.

Por lo mismo se requiere de una norma que explicita lo anterior y que distinga entre los segmentos de la cadena del hidrógeno verde: producción, uso, transporte, entre otros» [4, p. 27]. Esta afirmación resulta reveladora, considerando las controversias históricas en materia de evaluación ambiental y las tensiones en torno a las más recientes iniciativas de reforma [8 Y 9]. La existencia de la «declaración de impacto» en la legislación facilita la aprobación de proyectos sin necesidad de un informe de evaluación que incluya línea base, evaluación de impactos socioambientales y consulta ciudadana, siendo suficiente la presentación de una declaración sobre lo que la empresa proponente, pública o privada, realizará sobre determinado territorio.

Considerando la creciente conflictividad en torno al desarrollo de proyectos de alto impacto socioecológico [10], existe evidencia suficiente para afirmar que la normativa e institucionalidad vigente (Ley de Bases del Medio Ambiente, Servicio de Evaluación Ambiental, Superintendencia de Medio Ambiente y Tribunales Ambientales) resultará insuficiente para prevenir riesgos, evaluar estratégica y sinérgicamente los impactos, garantizar una adecuada participación en la toma de decisiones, asegurar una correcta fiscalización y facilitar el acceso a la justicia en caso de afectaciones por la producción del hidrógeno verde en sus distintas fases.

Algunas de estas deficiencias están siendo discutidas en la actual Convención Constituyente, específicamente en la Subcomisión de Derechos Humanos y Derechos de la Naturaleza, donde se ha debatido la importancia de garantizar el principio precautorio, la participación ciudadana en un sentido amplio y el acceso a la justicia ambiental.

Sin embargo, es posible que los nuevos reglamentos y la reforma a la institucionalidad tomen más tiempo y que estén sujetos a resistencias desde sectores que abogan por una institucionalidad facilitadora de la inversión en megaproyectos [11]. **TERRITORIOS CRÍTICOS PROYECTADOS PARA EL DESARROLLO DE ESTA INDUSTRIA** Dos regiones aparecen como futuros centros para la producción del hidrógeno: Antofagasta y Magallanes.

En Antofagasta, al menos cuatro proyectos esperan estar exportando hidrógeno verde a fines de esta década, partiendo por asociaciones tempranas a la industria minera local y ligándose también a la producción de amoníaco «verde». En Magallanes destaca el Proyecto Haru Oni, planta demostrativa que si bien no produce hidrógeno como producto final, incluye su producción a partir de energía eólica en la producción de e-combustibles «carbono neutrales». Su producción es para la empresa Porsche. En Magallanes, la controversia en torno a la producción de hidrógeno verde se relaciona directamente con el marco de gobernanza.

El sindicato de trabajadores de la Empresa Nacional del Petróleo, ENAP, denuncia que los gobiernos han optado por las concesiones y las licitaciones para el desarrollo de esta fuente energética, aun cuando la responsabilidad de generar las condiciones favorables a la producción recae en la empresa estatal. Acusan a las autoridades de continuar con una política de «servir la mesa a los comensales privados», en lugar de fortalecer la gestión pública de lo que consideran un recurso estratégico para el desarrollo nacional. Otras regiones que no han sido tan claramente identificadas y destacadas para concentrar esta nueva industria, están, sin embargo, llevando adelante iniciativas relacionadas al hidrógeno. Las empresas GNL Quintero, Acciona Energía y Enagás se han asociado para desarrollar una planta de producción que se ubicará en Terminal de regasificación de GNL Quintero. Se espera que esta planta tenga una potencia de 10 MW y produzca 500 toneladas al año, incrementada anualmente en función de la demanda. El proyecto contempla una inversión de US\$30 millones.

Cabe destacar que Quintero, Ventanas y Puchuncaví conforman una de las llamadas «zonas de sacrificio» en Chile, donde los megaproyectos productivos han sobrepasado los límites ecosistémicos y generado daños ampliamente observables y denunciados por las comunidades locales.

En Coquimbo y a modo experimental, la empresa Gasvalpo ha previsto producir hidrógeno a partir de fuentes renovables e inyectarlo a la red de consumo doméstico que funciona actualmente con gas natural, llegando a reemplazar un 20% del mismo.

Puede convertirse en un proyecto referencial, considerando la tendencia a la integración del hidrógeno verde en las redes de gas natural como «mejora productiva» de la industria fósil, alargando la vida útil de las centrales termoeléctricas. Por último, el Biobío ha visto la emergencia de una «Alianza estratégica hidrógeno verde para el Biobío» que ha impulsado y difundido esta tecnología como alternativa productiva para dicha región. Destaca, como parte de su potencial, la existencia de puertos industriales y el gran potencial de generación de energía eólica.

Algo similar ocurrió con la «Misión Cavendish», parte de una alianza entre el Club de Innovación y H2 Chile, desarrollada la primera mitad del año 2020, la que abarcó tres macrozonas nacionales en la promoción de este energético.

**IMPACTOS SOCIOECOLÓGICOS** Con todos estos elementos en consideración, es posible afirmar que la perspectiva de producción de hidrógeno verde a gran escala involucra un complejo entramado de controversias en torno al desarrollo, la gobernanza socioambiental, la transición energética, el abordaje de la crisis socioecológica y la justicia climática. En este sentido, resulta central que los proyectos de transición no reproduzcan ni agudicen las afectaciones ya existentes en cuerpos y territorios que han sido vulnerabilizados y expoliados en aras del crecimiento económico.

Tal es el caso de las llamadas «zonas de sacrificio» [12] ya afectadas por la concentración de impactos múltiples y sinérgicos de diferentes compañías y sectores productivos (principalmente energía y minería) presentes en esos territorios (e.g., Tocopilla, Mejillones, Huasco, Quintero-Puchuncaví y Coronel). En este sentido, es fundamental recordar que toda actividad económica tiene asociada una determinada cantidad de materiales y energía para que ocurra.

En el caso del hidrógeno y su producción con etiqueta «verde», queda muchas veces omitido que el acompañante necesario para producirlo es la instalación de infraestructura energética renovable, de escalas de magnitud hasta ahora no vistas ni en Chile ni en el mundo.

A través de un análisis de huella material que incorpore este hecho, es posible observar que la factibilidad de desarrollar una industria del hidrógeno verde no está sólo en la cantidad de agua, electricidad, terreno, cemento, etc. que se requerirá en el proceso de electrólisis, sino también lo necesario para obtener todos los insumos y la energía involucrados en el proceso. Esta premisa visibiliza críticamente el impacto sinérgico y multidimensional de su producción, distribución y comercialización.

Este elemento es fundamental, ya que las actuales expectativas de descarbonización nacionales aún no se hacen cargo de estos efectos y se mantienen en una trayectoria de aumento de uso de energía, muchas veces minimizando el daño que hacen las infraestructuras de energía renovable. Por tanto, resulta urgente que toda política de descarbonización y transición energética incluya explícitamente las implicancias e impacto del hidrógeno en su huella material amplia y en toda su complejidad socioambiental.

Nos parece fundamental también resaltar que, más allá de los diagnósticos técnicos sobre la viabilidad o «ventajas comparativas» que ofrece el hidrógeno verde para Chile, esta industria se sustenta en un imaginario ecomodernista de supuesta abundancia muy peligroso.

La visualización del potencial energético renovable como «estar encima de una mina de oro» ( como se comentó recientemente en un conversatorio del Centro de Estudios Públicos ) está jugando un rol explícito en el empuje político de este energético, y podría prestarse para perpetuar los imaginarios de crecimiento económico infinito que hacen posible las dinámicas de explotación y explotación con las que Chile está tan familiarizado. REFERENCIAS: [1] TURIEL, A. (2020). «Asalto al tren del hidrógeno», en *The Oil Crash* [ ver ] [2] Ara Info (2021). «La fiebre del hidrógeno: ni verde, ni local», en *Diario Libre D'Aragón*.

Recuperado el 17 de octubre. [3] BARANDARIAN, J. (2018). «Lithium and development imaginaries in Chile, Argentina and Bolivia», en *World Development*, 113(11), 381-391. [4] Comisión Desafíos del Futuro, Ciencia e Innovación y Comisión de Minería y Energía, Senado de la República (2021). *H2V Iniciativa Hidrógeno Verde*. Recuperado el 10 de octubre. [5] Ministerio de Energía, Planificación Energética de Largo Plazo – PELP.

Informe preliminar, agosto de 2021 [ ver ]. [6] World Bank (2020). «Green Growth Opportunities for the Decarbonization Goal for Chile: Report on the Macroeconomic Effects of Implementing Climate Change Mitigation Policies in Chile 2020». Washington, D.C. : World Bank Group. [7] Inodú (Jorge Moreno, Donny Holaschutz, Héctor Moreno y Tomás Meyer) (2020): «Identificación de aspectos ambientales, sectoriales y territoriales para el desarrollo de proyectos de hidrógeno verde en toda su cadena de valor». Publicación parte del proyecto «Descarbonización del Sector Energía en Chile». [8] AEDO Zúñiga, M.

P. y PARKER Gumucio, C. (2020): «Funcionarios públicos y evaluación ambiental en Chile: Tensiones en la construcción de una gobernanza ambiental democrática», en *Revista Mexicana de Ciencias Políticas y Sociales*, 65(239), 379-393. [9] PARKER, C. y AEDO Zúñiga, M.P. (2021): «De la evaluación de impacto ambiental a la evaluación ambiental estratégica: desafíos para la política ambiental en Chile y América Latina», en *Revista Política y Gobierno*, 28(1), 1-17. [10] SCHAEFFER, C. (2017): «Democratizing the flows of democracy: Patagonia sin represas in the awakening of Chile's civil society», en Donoso, Sofía y Marisa Von Bülow (eds. ) *Social Movements in Chile* (Nueva York: Palgrave Macmillan), pp. 131-159. [11] COSTA Cordella, E. (2012): «¿ El SEIA en crisis? Conflictos ambientales y ciudadanía», en *Revista Derecho y Humanidades*, (20), 357-374. [12] HOLIFIELD, R. y DAY, M. (2017): «A framework for a critical physical geography of "sacrifice zones": Physical landscapes and discursive spaces of frac sand mining in western Wisconsin», en *Geoforum*, 85,269-279 \*referencia adicional: PRIETO, P. (2020). «Un breve análisis de la eficiencia del ciclo completo de la economía del hidrógeno verde», en *Revista 15/15/15 para una nueva civilización*. Recuperado el 17 de octubre.