



Efectos territoriales del Hidrógeno Verde en la Patagonia chilena: lecturas a contracorriente y algunas prevenciones a futuro

Erik Williams Jaña Maureira¹

Recibido: 20 de junio del 2024 / Enviado a evaluar: 10 de julio del 2024 / Aceptado: 2 de diciembre del 2024

Resumen. En este trabajo se verterán las cuestiones centrales relacionadas a la tecnología del Hidrógeno Verde desde una prisma crítico y riguroso tomando en consideración sus características principales sean éstas positivas y negativas, luego de lo anterior haremos una revisión exhaustiva de los mercados de valor en los cuales esta industria jugará un rol protagónico en el futuro. Centraremos en siguiente término este estudio en el territorio de Patagonia Chileno haciendo énfasis especialmente en sus efectos territoriales, considerando sus efectos sociales, económicos y ambientales, se realizará una revisión de los principales proyectos actuales y futuros en la zona de dicha tecnología y finalmente se hará un ciclo de propuestas de mejora legislativa de cada a subsanar los problemas o nodos conflictivos evidenciados.

Palabras clave: Hidrógeno Verde; Patagonia Chilena; Efectos territoriales; Proyectos; Cadena de Valor del Hidrógeno.

[en] Territorial effects of Green Hydrogen in Chilean Patagonia: counter-current readings and some precautions for the future

Abstract. In this work, the central issues related to Green Hydrogen technology will be discussed from a critical and rigorous perspective, taking into consideration its main characteristics, both positive and negative. After this, we will make an exhaustive review of the value markets in which this industry will play a leading role in the future. In the following term, we will focus this study on the territory of Chilean Patagonia, placing special emphasis on its territorial effects, considering its social, economic and environmental effects. A review will be carried out of the main current and future projects in the area of said technology and finally, a cycle of proposals for legislative improvement will be made in order to remedy the problems or conflicting nodes evidenced.

Keywords: Green Hydrogen; Chilean Patagonia; Territorial effects; Projects; Hydrogen Value Chain.

¹ Universidad de Talca (Chile).

E-mail: erikjanam@gmail.com

[fr] Effets territoriaux de l'hydrogène vert en Patagonie chilienne: relevés à contre-courant et quelques préventions futures

Résumé. Dans ce travail, les questions centrales liées à la technologie Green Hydrogen seront abordées dans une perspective critique et rigoureuse, en tenant compte de ses principales caractéristiques, qu'elles soient positives ou négatives. Après ce qui précède, nous procéderons à un examen exhaustif des marchés de valeur dans lesquels elle est présente. L'industrie jouera un rôle de premier plan à l'avenir. Nous concentrerons ensuite cette étude sur le territoire de la Patagonie chilienne, en mettant un accent particulier sur ses effets territoriaux, compte tenu de ses effets sociaux, économiques et environnementaux, une revue des principaux projets actuels et futurs dans le domaine de ladite technologie sera réalisée. et enfin un cycle de propositions d'amélioration législative de chacun pour corriger les problèmes ou les nœuds conflictuels évidents.

Mots-clés: Hydrogène vert; Patagonie chilienne; Effets territoriaux; Projets; Chaîne de valeur de l'hydrogène.

Cómo citar. Jaña Maureira, E.W. (2024). Efectos territoriales del Hidrógeno Verde en la Patagonia chilena: lecturas a contracorriente y algunas prevenciones a futuro. *Observatorio Medioambiental*, 27, 135-158.

Sumario. 1. Introducción. 2. Hidrógeno como base del desarrollo energético. 3. Implicaciones territoriales del empleo del "Hidrógeno Verde" en Chile: Regulación, Impactos y Realidades en la Patagonia Chilena. 4. Miradas hacia un futuro sostenible: Chile ante la transición energética mundial. 5. Propuestas de actuación: Disposiciones legislativas de protección y otras medidas de acción. 6. Conclusiones. 7. Referencias bibliográficas.

1. Introducción

Al abordar el fenómeno social, político y económico de la denominada "transición verde" (Bertinat, P. y Chemes, J. 2019) y la consecuencial apertura al paso de las energías consideradas limpias y sostenibles, las que de un tiempo a esta parte se han convertido en un imperativo a nivel mundial, atendida la realidad medioambiental crítica en nuestro planeta; es en este contexto que el llamado Hidrógeno Verde surge como un alternativa de vector energético eficaz a la hora de afrontar la descarbonización (Wyczykier, 2022, p.453) en la gran industria, en ciudades completas, y en el transporte marítimo y aéreo; desafíos tan difíciles de soslayar con las matrices renovables actuales, la cuales en muchos caso como por ejemplo con energía eólica y fotovoltaica, adolecen de problemas de continuidad en el suministro y complicaciones su almacenamiento a largo plazo, es por lo anterior que en el papel el Hidrógeno Verde se constituye como una opción eficiente y que supera los problemas antes descritos, sumado a la disminución de los efectos de los gases invernadero en nuestro planeta y la diversificación de la matriz energética.

El objeto de este estudio se centrará en la realidad y en la proyecciones de desarrollo de esta industria energética en Chile, y en particular en el extremo austral de este país, en el territorio denominado Patagonia, áreas en la cuales los vientos abundan como en pocas partes del mundo, lo cual crea el escenario ideal para la

implementación de una industria de generadores eólicos de gran envergadura que permitan servir de motor de la incipiente industria del Hidrógeno Verde, pero sin perjuicio de lo anterior este trabajo busca realizar una mirada preventiva a la luz de los desafíos que sin duda se presentarán en la gestión del territorio, tanto a nivel ambiental como social, dada la presencia de una reducida población en la zona la que muy posiblemente no logrará inclinar la balanza contra de las gigantescas corporaciones energéticas de orden mundial que hoy invierten y seguirán invirtiendo cifras astronómicas en el territorio, generando un claro desajuste en la lógica económica de la zona. Sumado a lo anterior nos encontramos en un área con una riqueza escénica y natural dentro de las más reconocidas a nivel mundial, concentrando también, una importante cantidad de espacios naturales protegidos tanto a nivel nacional como internacional.

2. Hidrógeno como base del desarrollo energético

El hidrógeno es el elemento químico más abundante en el universo, y el tercero más abundante en nuestro planeta (Kazimierski. 2021, p.105), y este ha sido muy recientemente puesto en valor como uno de los elementos clave en la obtención de los objetivos de la denominada transición verde (Bertinat, P. y Chemes, J. 2019), la cual tiene dentro de sus requisitos que sea, ecológica y sostenible para nuestro planeta (Ministerio de Energía. 2020), bandera que ha sido enarbolada tanto por Chile como por distintos países del orbe, por organizaciones internacionales, y también por grandes empresas energéticas alrededor del mundo.

En primer lugar debemos dejar en claro un concepto trascendental para abordar esta investigación que es el hecho de que el Hidrógeno no es combustible en sí, sino que más bien puede ser definido como un “vector energético” (Ecologistas en Acción. 2021. p.4), y como tal cuenta con la capacidad de almacenar energía para ser utilizada posteriormente, tal como lo hace una batería; además, y dada su naturaleza de vector energético, el hidrógeno requiere necesariamente del aporte realizado por parte de una energía primaria, Por lo tanto el hidrógeno como tal no es capaz de producir energía, más bien requiere de ella para poder encontrarse en estado puro, y solo puede ser utilizado como un receptáculo de acumulación de energía para ser guardada a fin de ser utilizada por tiempos prolongados (Fernández. Munguía. S. 2021).

Además de lo anterior, y como hemos mencionado, el Hidrógeno requiere de la aportación de una fuente de energía que permita su separación de las otras moléculas a las cuales se encuentre adherido entre las que encontramos el oxígeno, el carbono o el nitrógeno (Ecologistas en acción. 2021, p.4), proceso para el cual se pueden utilizar diversos métodos, siendo el más relevante de estos, y el que reviste mayor importancia para este estudio, la “Electrólisis”² la que puede ser definida como: “la

² “La producción de una tonelada de hidrógeno mediante electrólisis puede requerir un promedio de nueve toneladas de agua, que se deben purificar. Pero este proceso implica a su

separación de la molécula de agua en oxígeno e hidrógeno en estado gaseoso por medio de una corriente eléctrica continua, suministrada por una fuente de alimentación conectada a dos electrodos, en cuya superficie se produce la ruptura de la molécula del agua. Los electrolizadores pueden ser de varios tipos (los alcalinos son los más comunes en la actualidad)” (Ecologistas en Acción. 2021. p.13)³.

Respecto al Hidrógeno debemos mencionar que este si bien es una solo elemento, ha sido objeto de una fructífera clasificación, en relación al origen que posee, o mejor dicho, por el tipo de combustible utilizado para su separación de otras moléculas.

“Al respecto, especialistas en la temática realizan una clasificación por colores los cuales se asignan en función del método utilizado para su obtención. Para ilustrar la misma a continuación se presentan algunos ejemplos:

-Hidrógeno verde, producido por electrólisis del agua mediante energías renovables, su nombre está asociado a cero emisiones

-Hidrógeno gris, actualmente el de mayor producción y que utiliza combustibles fósiles para su producción emitiendo en este proceso CO₂⁴

-Hidrógeno azul, es el mismo anterior pero aquí, si se produce una captura de CO₂ exactamente igual a la que se realiza actualmente en las centrales térmicas a gas natural o ciclo combinado.

-Hidrógeno morado (violeta), es el que se obtiene por la electricidad producida por las centrales nucleares, considerando que a pesar de ser la energía nuclear una energía limpia, presenta riesgos ambientales

-Hidrógeno marrón o negro, producto del color del carbón con el que se produzca la electricidad.” (Banco de Desarrollo de América Latina. (3 de febrero de 2021)

Finalmente destacar en este apartado que las clasificación cromática a la hemos hecho referencia tiene solo finalidades esquemáticas e instructivas pero que en ningún caso se constituyen como un estándar homologado a nivel mundial, lo cual sin duda el día de mañana podrá convertirse en un aspecto conflictivo en el entendido que lo que se considerará “verde” en algún país productor, y que podría no serlo en un País que busque comprar, o viceversa. Para subsanar lo anterior se ha buscado avanzar por

vez derrochar ese recurso. Los sistemas de tratamiento generalmente requieren unas dos toneladas de agua impura para producir una tonelada purificada. Si se adicionan las pérdidas en el proceso, cada tonelada de hidrógeno necesita 20 toneladas de agua. Transportar el agua al sitio de un electrolizador, y purificarla, incrementa sustantivamente los costos de producción” (Slav. I. 2020).

³ *“Asimismo, existen otros métodos para la generación de hidrógeno verde a partir de la molécula del agua como son la termólisis o los foto-electroquímicos. Sin embargo, son métodos en un estado de madurez muy bajo en estos momentos.” (Ecologistas en Acción. 2021. p.13)*

⁴ *“Según datos de IRENA (Agencia Internacional de las Energías Renovables), el 47 % del hidrógeno fabricado en 2021 procedía del gas natural y el 22 %, del petróleo. Su gran inconveniente es que depende de recursos fósiles y, como tal, genera emisiones de gases de efecto invernadero que alteran el clima del planeta.” (Communications BBVA. 2023)*

parte de los organismos internacionales especializados en la materia, en particular la Asociación Internacional para el Hidrógeno y la Pilas de Combustible en la Economía (IPHE), la cual aún ha sido estéril en sus intenciones de lograr parámetros aceptados a nivel global para la creación de un denominado “Sello Verde” del Hidrógeno⁵.

a.Utilidades y áreas de empleo. Para esquematizar estos aspectos seguiremos nuevamente a Ecologistas en Acción (2021), los cuales nos dicen lo siguiente respecto a los principales usos del Hidrógeno, a saber: Sustituir el consumo material de H₂; Atender las problemáticas relativas a tecnologías no electrificables; Ser de apoyo en los momentos de baja producción energética: Baja en la demanda de algunos minerales; Entregar una respuesta real para los sectores industriales más vulnerables al proceso de descarbonización.

b.Cadena de Valor del Hidrógeno. El mercado de demanda y de producción proyectado requiere necesariamente de una red o cadena de valor tanto de suministro como de almacenamiento de este vector energético, es por tanto que nos haremos cargo de los principales vías de producción, distribución y/o almacenamiento, y de uso final, abriendo el camino para la implementación de la ya muchas veces menciona, industria del Hidrógeno Verde Global. (Secretaría de Estado de Energía. 2021) Los elementos integrantes de esta Cadena de Valor son los siguientes: La producción; El Almacenamiento y/o distribución y los Usos finales. El mencionado proceso de cadena expuesto nos da cuenta del complejo y multifactorial ciclo de vida del Hidrógeno Verde, el cual se caracteriza en primer lugar, y como hemos dicho en varias oportunidades, por el uso exclusivo de energías renovables en su producción, para ser considerado “Verde”; y luego nos indica las diversas formas que el hidrógeno tratado puede tomar lo cual dependerá del destino o uso final que pretenda darse al mismo, es por lo anterior que por ejemplo se habla de Amoniaco o gases naturales sintéticos puesto que estos derivados del Hidrógeno o moléculas contenedoras tiene usos diversos como los fertilizantes o la calefacción domiciliaria; luego de lo anterior podemos ver también las diversas opciones de almacenaje que existen disponibles en la actualidad, lo cual en primer lugar dependerá del tiempo que se espera mantener almacenado, y en segundo lugar, nuevamente, del destino que pretenda darse a este vector dentro de la cadena de suministro energético, aquí encontramos almacenamientos geológicos, o contención en materiales sólidos que permitan la liberación del hidrógeno a través de una reacción química; ahora en cuanto al transporte debemos mencionar que la elección de dichos medios se encuentra también

⁵ “Se espera que la Asociación Internacional para el Hidrógeno y las Pilas de Combustible en la Economía publique la versión final de su Metodología para determinar las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas con la producción de hidrógeno en julio de 2023. Esta metodología servirá como base para una Organización Internacional de Normalización. (ISO) estándar. ISO busca desarrollar un borrador de especificación técnica para fines de 2023 y un borrador de norma internacional para fines de 2024.” (IEA. 2022)

condicionada por el uso final, pero también por la zona de producción, y los destinatarios para su uso, como es el caso del objeto de estudio que es la Patagonia Chilena, donde las opciones de transporte terrestre o de gaseoductos disminuyen si pensamos que los proyectos de compradores están a miles de kilómetros de distancia, en tal caso gana terreno la opción del transporte marítimo; finalmente cuando se hace referencia a los usos proyectados de este vector surge un abanico diverso que va desde la industria pesada más susceptible a procesos de electrificación, pasando por los integraciones sectoriales de suministro energético urbano y rural, e incluso en el mundo de la movilidad donde el uso de baterías propulsadas con la energía del hidrógeno ganan cada día mayor fuerza, siempre guardando las prevenciones necesarias puesto que en este rubro en particular ha sido la electrificación directa quien ha ganado mayor terreno y tiene las mejores proyecciones, sobre todo pensando en razones de eficiencia y el soporte técnico requerido.

c.Limitaciones técnicas. Entre estas limitaciones podemos encontrar las siguientes: La poca eficiencia energética del proceso productivo; la alta demanda de materiales básicos que se volverán necesarios para el mantenimiento de la sociedad actual; la necesidad de utilización extensiva de territorio para la implementación de fuentes de energía renovables; ingentes cantidades de agua dulce que son necesarias para la implementación de las plantas de electrólisis; la naturaleza extremadamente volátil de hidrógeno en estado gaseoso. Estas limitaciones o escollos técnicos han sido evidenciados por distintos especialistas alrededor del mundo⁶, y más allá de las implicancias medioambientales, económicas o sociales que estas puedan generar, aquí quisimos exponerlas separadas de estos aspectos y limitarnos estrictamente a cuestiones técnicas⁷

⁶ “Al mismo tiempo, es importante advertir sobre los efectos territoriales y ambientales ligados a la producción del hidrógeno verde. Algunos estudios destacan lo siguiente: a) los impactos por la extracción de los minerales necesarios para la producción de energía a través de fuentes renovables; b) la ocupación e intervención en los territorios cuando se instalan centrales eléctricas y plantas fotovoltaicas; c) la utilización de grandes cantidades de agua dulce, que pudiera generar problemas de escasez hídrica y sequía; d) la fabricación y almacenamiento del hidrógeno presenta riesgos cuando se manipula; e) su significativa volatilidad impide almacenarlo por un largo período de tiempo; f) la tecnología para llevar adelante el proceso de electrólisis, que demanda materiales raros cuya demanda se irá incrementando. Asimismo, y como señalamos, el impulso del hidrógeno verde ha implicado la reactivación o estímulo de grandes proyectos de infraestructura, y ello podría generar consecuencias en el aumento del consumo energético.” (Wyczykier, 2022, p.466)

⁷ Algunas consideraciones adicionales de la doctrina son: “**Las propiedades fisicoquímicas del mismo** tienen un peso importante en su eficiencia y van a ser determinantes para establecer valoraciones sobre el papel que puede jugar:

- El hecho de ser una molécula muy pequeña aumenta el riesgo de fugas.
- Es muy inflamable, aunque éste es un riesgo que se ve mitigado por su alta difusividad.
- Necesita una presión muy alta.

d.Mercado del Hidrógeno. Los principales rubros en los cuales el Hidrógeno podrá generar un impacto importante será los siguientes: Almacenamiento de energía, Transporte; Calefacción doméstica e industrial; En este apartado nos hemos querido hacer cargo de los aspectos puramente comerciales de los que se caracteriza el mercado del Hidrógeno Verde alrededor del mundo, el cual requiere de mucho aún más ser competitivo incluso con su “primo cercano” el Hidrógeno Gris, el cual sin perjuicio de ser barato no cumple en ningún caso con los objetivos de neutralidad en las emisiones, pero lamentablemente el Hidrógeno Verde obtenido a través de electrólisis es todavía muy costoso en la gran mayoría de las zonas del mundo, en este sentido Chile y otros territorios tienen bastante que decir y lo tendrán aún más con el paso de los años, puesto que incluso Chile se ha propuesto tener el precio más competitivo en el mundo para el 2030, tendiendo a llegar a 1,5 USD por Kg de Hidrógeno Verde, . (Ministerio de Energía. 2020. p 19) Chile no es único país que pretende bajar considerablemente los precios también avanzan en este sentido Arabia Saudita, Rusia, entre otros.

Finalmente y a modo de conclusión de este apartado, debemos hacer presente que la industria del Hidrógeno Verde tiene una amplia proyección, pero al mismo tiempo requiere de un desarrollo en aspectos de investigación e innovación, el I+D+i tan necesario en estos casos, son muchos aún los desafíos técnicos a los cuales se verá enfrentado. En los apartados venideros dejaremos atrás los aspectos teóricos del Hidrógeno Verde y comenzaremos a hacernos cargo de los aspectos normativos, procedimentales, así como también de las implicaciones medioambientales, económicas y sociales, lógicamente centrados en el espacio geográfico definido, que es el sector patagónico Chileno, tierra indómita y por muchos desconocida, pero que podría tener un gran protagonismo en las próximas décadas en estas materias.

3. Implicaciones territoriales del empleo del "Hidrógeno Verde" en Chile: Regulación, Impactos y Realidades en la Patagonia Chilena

Tras lo anteriormente expuesto, se torna esencial abordar, a través de un amplio análisis, la realidad territorial del fenómeno industrial propuesto, el cual se encuentra en desarrollo, poniendo especial énfasis en cuáles serán los efectos que a distintos niveles ésta generará en el territorio de la Patagonia Chilena, un lugar alejado y recóndito para muchos perdido allá donde los mapas terminan, pero que ha sido

– *Provoca un debilitamiento de los materiales usados en su almacenaje y transporte (corrosión de las tuberías, por ejemplo)*

– *Su llama es incolora e inodora, lo que dificulta la detección en incendios y fugas.*

– *Hay baja eficiencia en el proceso de obtención del hidrógeno, que varía entre el 20% y el 40% en función de los sectores y de las tecnologías de aplicación, según numerosos informes. Al no ser una fuente de energía primaria puede implicar pérdidas de hasta el 70% en todo el proceso de obtención, almacenamiento y transporte en el caso de los vehículos” (Ecologistas en Acción. 2021. p.10) (el destacado es nuestro)*

históricamente un territorio que ha tenido voz en el concierto mundial, y que de seguro la seguirá teniendo, es por lo anterior que es responsabilidad de nosotros desde la academia la generación del conocimiento necesario que sirva de insumo para prever y contrarrestar los efectos negativos que puedan ser generados⁸.

a.Condiciones “Ideales”, una mirada a la realidad territorial. Son muchas las voces que hoy se alzan para aseverar las inmejorables condiciones que posee la Patagonia Chilena para la implementación de la industria del Hidrógeno Verde principalmente centrandose en el hecho de poseer esta región unos de los vientos⁹ continentales más intensos en todo el mundo¹⁰, además de contar con una importante reserva hídrica, eso sin considerar que es una espacio extenso con grande áreas deshabitadas donde podrían emplazarse sin problemas los gigantescos parques eólicos, de los más grande del mundo, y las también muy grandes, plantas desalinizadoras y de electrólisis del Hidrógeno Verde. (Bartlett. J. IMF. 2022)

La historia de Tierra del Fuego, es testigo de la coexistencia de culturas indígenas y de colonizadores europeos. Originalmente habitada por los pueblos selk'nam, yámanas y Kawésqar, Tehuelches, entre muchos otros, la llegada de exploradores y colonos en el siglo XIX transformó de manera extrema la demografía y las formas de vida en el territorio. La región fue escenario de la fiebre del oro y la colonización, dando forma a su identidad cultural única. La región conserva tradiciones arraigadas en la vida rural y la ganadería ovina, mientras que eventos como la Fiesta de la Cordero fueguino y la Fiesta Nacional de la Noche Más Larga celebran la rica herencia cultural de una Región completa que fue en su momento solo habitada por

⁸ *“Posiblemente se sacrifique la región de Tierra del Fuego”, afirma el conservacionista uruguayo Diego Luna de 49 años de edad, quien llegó a Chile hace 26 años. “Debemos actuar con sumo cuidado en este sentido”.*

A Luna le preocupa que las turbinas eólicas se instalen en las trayectorias de vuelo de hasta 60 especies de aves migratorias. Las poblaciones de delfines y ballenas también podrían verse afectadas por un aumento del tráfico marítimo si comienzan las exportaciones. (Bartlett. J. IMF. 2022)

⁹ *“Cada día, en el océano Pacífico, millones de litros de aire son calentados por la radiación solar, ascendiendo. Este aire luego se mueve impulsado por las fuerzas de rotación de la tierra, el llamado efecto Coriolis. Parte de esta masa de aire cálido choca con el sur de Sudamérica, donde los campos de hielo patagónicos han helado el aire. En este choque el aire caliente asciende aún más, para luego encontrarse con la pampa, donde no están los fríos glaciares. Allí el aire cae en picada, acumulando velocidad y fuerza, muchas veces descomunales. Durante los días más intensos se pueden registrar vientos constantes de 50 km/hr y ráfagas de hasta 100 km/hr.” (Gygli, B. 2023)*

¹⁰ *“Chile tiene una ventaja comparativa para la producción de hidrógeno verde, pues tiene un enorme potencial para generar energías renovables con niveles extraordinarios de eficiencia”, explica Diego Pardow Ministro de Energía de Chile.*

“Según estimaciones del gobierno chileno de 2021, el 13% del hidrógeno verde del mundo podría potencialmente producirse usando energía eólica de Magallanes y la porción chilena de la Antártida, lo que suma 126 gigavatios.” (Bartlett. J. IMF. 2022)

indígenas que desafiaban estoicamente los terribles avatares del clima y la agreste geografía, la cual fue un gran desafío para los recién llegados. (Álvarez Palau, E., & Hernández Asensi, M. (2012)

Las tradiciones de Región Patagónica reflejan la fusión de las raíces indígenas y las influencias europeas, evidentes en la artesanía local, como la confección de prendas de lana y cuero. La vida rural, marcada por la ganadería, es un componente esencial de las tradiciones, y eventos festivos celebran la música, la danza y la gastronomía local. Estas tradiciones, arraigadas en la historia y el entorno geográfico, contribuyen a la identidad cultural única de Tierra del Fuego. (Alonso Marchante, J. L. 2019) Dentro del patrimonio natural de este territorio podemos dejar de manifiesto que este cuenta con una amplia y diversa reserva de algunos de los paisajes más mundialmente conocidos por su hermosura. Dentro de las características de la Región de Magallanes podemos mencionar que esta riqueza natural se caracteriza por paisajes agrestes y de difícil acceso lo que ha facilitado el desarrollo en estos de una importante variedad de flora y fauna, dentro de estos paisajes podemos destacar los humedales, los cuales reinan a lo largo y ancho del territorio constituyéndose como hábitats idóneos para el establecimiento de diversas especies, *“la región de Magallanes es privilegiada por albergar la mayor superficie de humedales del país, alcanzando cerca del 80% de la superficie total de humedales (3.425.323 hectáreas). A nivel regional, estos hábitats son fundamentalmente representados por turberas y humedales costeros.”* (Montiel San Martín, Américo. 2019. p.5)

Finalmente debemos mencionar antes de continuar, que las características denominadas por muchos como ideales para la implementación de la industria del Hidrógeno Verde de manera industrial, son al mismo tiempo las características que hacen único este territorio, por tanto creemos que debe hacerse por parte de la autoridades encargadas una revisión exhaustiva de los posibles daños o perjuicio a los que podría verse expuesta esta zona con la puesta en marcha de esta mega industria de implicancias globales.

b.Revisión de la normativa actual, una mirada crítica. En este apartado, y con la finalidad de dar coherencia y sistematicidad al contenido entregado haremos referencia a los marcos normativos que forma parte de la trama jurídica que regula las relaciones comerciales, industrial, urbanísticas y obviamente medioambientales y que servirán de base para nuestro dar cumplimiento a nuestro objetivo de contribuir al fortalecimiento de los instrumentos regulatorios en distintas materias lo que permita en el futuro avanzar hacia una realidad de respetuosa coexistencia de las distintas facciones del sociedad Magallánica con las masas de trabajadores, inversores y comercios asociados que se espera inundarán los territorios de la Región con la puesta en marcha de la implementación de la industria del Hidrógeno Verde a gran escala.

b.1. Constitucional e internacional. Debemos dejar de manifiesto que creemos firmemente en la relevancia del reconocimiento constitucional de temas ambientales, dada la trascendencia de estos, y la relevancia normativa de las constituciones, pero sin perjuicio de lo anterior también debemos hacer presente que además del

reconocimiento es necesario avanzar en un desarrollo normativo legal y reglamentario que venga a complementar y a hacer efectiva todos los reconocimientos de máximo nivel, puesto que la Constitución como tal muchas veces se relega como un instrumento programático de difícil invocación ante los Tribunales de justicia nacionales. Es necesario trabajar en la aplicabilidad de las normas protectoras, no se agota la tarea tan solo con el reconocimiento.

En particular en el caso chileno podemos mencionar que la Constitución fraguada en la dictadura de Augusto Pinochet, que data del año 1980, no es en ningún caso una norma que podría considerar garantista en aspectos ambientales u otros, pero que ciertamente puede ser un instrumento que sea capaz de desplegar mayores efectos por la vía de la interpretación realizada por parte de los Tribunales ordinarios y especializados.

Ahora en relación a la realidad de la normativa internacional a la que voluntariamente Chile se ha sometido, y en particular lógicamente, aquella que dice relación con materias ambientales debemos mencionar que este compromiso a lo menos de manera declarativa ha sido bastante activo, (Galdamez Zelada, Liliana. 2017. p.136) debemos recordar que el ingreso de estos Tratados Internacionales al ordenamiento nacional se encuentra autorizado por el Artículo 5º inc. 2º de la Carta Fundamental.

En este contexto se han suscrito los siguientes acuerdos internacionales en materia ambiental: Convenio para la Protección del Medio Ambiente y la Zona Costera del Pacífico Sudeste 1981-1986; Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de los Desechos Peligrosos y su Eliminación 1989-1992; Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, “Cumbre de la Tierra”, del 3 al 14 de junio de 1992, Brasil; Declaración Río+20 “El Futuro Que Queremos”, del 20 al 22 de junio de 2012; Declaración de la ONU sobre los Derechos de los Pueblos Indígenas, de Nueva York, 13 de septiembre de 2007; Acuerdo de París sobre Cambio Climático, de 2015 (COP21 de la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio climático); Convenio 169 sobre Pueblos Indígenas y Tribales en Países Independientes.

b.2. Legal. En este apartado nos haremos cargo del que podría ser definido como el segundo nivel normativo que es el de la legislación con rango de ley, la cual como bien sabemos en producto ya no del poder constituyente, sino que es resultado del trabajo y el debate realizado por parte de los miembros del Congreso Nacional, los que históricamente, y no sólo en Chile sino en gran parte del mundo, han sido los portavoces de la diversidad de las naciones.

Dentro de esta normativa legal encontramos: La Ley N°19.300, sobre Bases Generales del Medio Ambiente; Ley N°20.417, que crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación y la Superintendencia del Medio Ambiente; Ley N°19.880, sobre bases de los procedimientos administrativos que rigen los actos de los Órganos de la Administración del Estado; DFL N°1-19.653, fija texto refundido, coordinado y sistematizado de la Ley N°18.575, Orgánica constitucional de bases generales de la administración del Estado; Ley de Eficiencia Energética de fecha 13 de febrero del

año 2021, N° 21.305, que vino a modificar el antiguo Decreto Ley de la dictadura N° 2.224 del año 1978; De la misma manera la Ley N°21.305, ya mencionada, deroga Decreto n° 20, de 1964.

b.3. Reglamentaria. Haremos ahora una revisión de los instrumentos normativos de naturaleza reglamentaria que consideramos relevantes para este estudio, en primer lugar haremos referencias a las normas generales en materia ambiental, para luego pasar a aquellas que dicen relación directa con el Hidrógeno Verde.

Dentro de esta normativa podemos encontrar las siguientes: DS N°40, de 2012, del Ministerio del Medio Ambiente, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental; Resolución 998 Exenta aprueba Plan Nacional de Fomento a la producción de Hidrógeno Verde en territorio fiscal del Ministerio de Bienes Nacionales; Resolución 827 Exenta modifica resolución n° 998 exenta, de 23 de noviembre de 2021, del ministerio de bienes nacionales, que aprobó Plan Nacional de Fomento a la Producción de Hidrógeno Verde en territorio fiscal, en parte que indica del Ministerio de Bienes Nacionales; Resolución 11 Exenta aprueba Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde del Ministerio de Energía; Resolución 8 Exenta califica como cero emisiones a los vehículos que utilicen exclusivamente Hidrógeno como combustible del Ministerio de Energía; “guía” confeccionada con el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN); Decreto DDU 470 (Dirección de desarrollo urbano); Decreto Supremo 13 (DS13).

Debemos destacar finalmente existe una multiplicidad de estándares internacionales emitidos por organizaciones técnicas que han tenido por objeto regular de la mejor manera posible todos los aspectos relativos al uso, manipulación y producción de Hidrógeno en distintos lugares y con distintos objetivos.

De todo lo anterior queda en claro que existen insumos más que suficientes para la configuración definitiva de nuestro marco normativo relativo al Hidrógeno dentro de Chile, y en particular en la zona patagónica, en donde los aspectos del transporte marítimo, la instalación de centrales y la previsión de sus efectos en el medio ambiente se encuentran en el centro de la discusión, la cual ha sido puesta sobre la mesa por parte de la academia y de la sociedad en general, todo actores interesados en los devenires de la implementación de esta industria.

b.4. Algunos desafíos pendientes. Ante de seguir adelante quisiéramos mencionar que nos parece a lo menos preocupante que hoy en día se esté dando “cumplimiento” a exigencia técnicas que no se encuentran contenidas en instrumentos jurídicos oficiales, de los cuales se pueda exigir su cumplimiento coactivo por parte de las autoridades y ciudadanos ante los Tribunales de Justicia competentes, sentimos que la aridez legislativa en estos asuntos o a lo menos el retardo en la concreción de la normativa reglamentaria correspondiente se vuelve preocupante dada la importancia capital que le ha impreso el Estado al desarrollo estratégico de esta industria, a lo largo y ancho del territorio nacional, diciendo y reconociendo en distintas instancias su importancia y envergadura, así como la cantidad ingente de beneficios económicos proyectados que podrían convertir a Chile en un país totalmente neutral y

descarbonizado para el año 2040, y al mismo tiempo convertirlo en el mayor productor y exportador de Hidrógeno Verde en el mundo para a misma fecha, teniendo el precio proyectado más competitivo entre 1 y 1,6 USD/Kilogramo de H₂, (Ministerio de Energía. 2020. p.19) lo cual ha quedado de manifiesto con el reciente acuerdo económico celebrado entre el presidente de Chile y la presidenta de la UE, de cara a asegurar el suministro del combustible producido a las líneas de distribución y consumo europeas, a los cuales haremos referencia en los siguientes apartados cuando desarrollemos las políticas y acuerdos suscritos por Chile ante el desarrollo de esta vertiente energética.

Por tanto y que a la luz de todo lo anterior, que estemos tan atrasados en materia normativa, las cuales a nuestro juicio, se constituyen como el último reducto de protección tanto de la viabilidad de los proyectos, así como de la protección de los ecosistemas, los cuales en el caso del extremo sur de Chile gozan de una fragilidad y hermosura conocida mundialmente.

c.Efectos riesgos medioambientales. Ecosistemas, Biodiversidad y Recursos Naturales. Se ha dejado en claro que son muchos los factores que deben tomarse en cuenta a la hora de la implementación de una industria de estas características, para lo mismo por ejemplo se ha avanzado en un “Mapa de sensibilidad de Aves y Murciélagos en la Provincia de Magallanes y la Antártica Chilena” entre otras iniciativas sectoriales que han surgido desde la academia para comenzar a generar los insumos necesarios para afrontar de mejor manera los efectos adversos que la implementación de esta industria de manera masiva en una zona de tanta fragilidad ecosistémica.

Debemos mencionar que sin perjuicio de las buenas intenciones declaradas es posible aseverar que como hemos visto en los apartados anteriores existen aún muchos elementos integrantes de los proyectos que se encuentran entregados al devenir del futuro, puesto que se adolece de falta de la robustez normativa suficiente para asegurar la evitación o mitigación de los efectos adversos en el medio ambiente por parte de la industria del Hidrógeno Verde.

Como bien sabemos los proyectos de Hidrógeno Verde que se estarán desarrollando en la Patagonia Chile se caracterizan por obtener de la energía eólica sus fuente renovable de alimentación, lo que implicará la instalación de una cantidad ingente de turbinas que hoy son una preocupación para los especialistas, en el entendido del impacto que estas podrán generar en los hábitats terrestres y en la vida de las aves migratorias y endémicas que circulan anualmente por estas zonas, muchas de ellas únicas en el mundo. Este es el caso por ejemplo del “Playero Magallánico” una pequeña especie de ave de aproximadamente 26 centímetros de largo pero que su envergadura no le impide año tras año hacer una día de miles de kilómetros desde Canadá hasta los fiordos Magallánicos, e instalarse en uno de sus destinos favoritos, Bahía Lomas, el que según los registros se posiciona como el mayor sitio de invernada de estas aves en Sudamérica. (Fundación Terram. 2023) Este espacio es particularmente conflictivo puesto que el Ministerio de Bienes Nacionales está a punto de aprobar una concesión de un terreno fiscal adyacente, este se encuentra a un

distancia de 1,5 km del santuario de las aves,¹¹ lo que a todas luces hace del riesgo algo inminente, sobre todo considerando que este es un santuario de la naturaleza declarado por el Ministerio del Medio Ambiente en el año 2019 (Decreto 16.2019.Ministerio del Medio Ambiente)

Los especialistas hacen hincapié además. en el hecho lo que nosotros ya hemos hecho referencia previamente que es la necesidad de tener una mirada sistémica del proceso industrial propuesto no proyecto a proyecto, sino que un estudio en su conjunto, puesto que está será la única forma de poder tener certezas respecto de los franjas migratorias existentes y en los lugares que no será posible realizar faenas intensivas. Existen antecedentes en la utilización de radares para el monitoreo de las rutas de migración de las aves para poder mitigar o evitar los efectos adversos de la presencia de aerogeneradores en zona patagónica, así lo ha hecho la empresa inversora HNH ENERGY, (Energy, H. 2024) la que tiene su piloto en la zona de San Gregorio, lugar importante en la nidificación de muchas especies, se evalúa como un buen indicio pero el trabajo deberá ser mucho más intensivo si se quieren obtener resultados importantes y reales, sobre todo si quiere se quiere ingresar por parte de esta empresa en el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) Debemos destacar que hoy en día se encuentra abierta concurso público de más de 1.000 millones de pesos chilenos (996.000 EUR) para efectos de desarrollar la tecnología y los estudios de sondeos necesarios para obtener estos datos tan necesarios y valiosos para tratar esta problemática en particular, Estudio de Mapa de Sensibilidad para para el desarrollo de Parque Eólicos en la Industria Regional de Hidrógeno Verde Sostenible es el nombre del proyecto iniciado, el cual busca desarrollar la primera parte de este proyecto de recogida de datos.

El último de los efectos medioambientales al que queremos hacer referencia es al que dice relación con la puesta en riesgo de la macro fauna marítima, más específicamente al importante grupo de cetáceos que habita la zona de manera permanente o estacional, puesto que el Estrecho de Magallanes y los canales aledaños han sido por milenios ruta de desplazamiento de Ballenas, Orcas y animales de todo tipo, lo que ha generado problemas de colisiones con carguero, lo que ha generado consecuencias fatales que han terminado por comprometer los números de la población de animales en la zona, estos gigantes mamíferos han sido objeto de una incansable persecución y caza durante cientos de años, y hoy en mayor o menor medida se encuentran protegidos en todo el mundo, pero el problemas de los coches con cargueros, y la afectación de los mismos por los ruidos subacuáticos y la presencia de poderosos sonares en la zona ha terminado por convertirse en un problema, el que sin duda se acrecentará si pensamos en la importante cantidad de

¹¹ “Proyecto H2V Frontera pretende instalar, construir y operar una planta química de producción de H2 y derivados, con una capacidad de electrolizadores de 227,8 MW, así como también una planta eólica de generación de energía renovable con una capacidad instalada de 455,6 MW, que supone la instalación de 47 aerogeneradores.” (G5 Noticias. 2023)

flujo que se desarrollará de aquí en más dentro de esta zona con ocasión del transporte de los suministros de Hidrógeno Verde a todo el mundo.¹²

d.Efectos y riesgos sociales. El lanzamiento estruendoso de la implementación de la industria del Hidrógeno Verde en Chile y en particular en la Región de Magallanes ha tenido una recepción contrapuesta desde distintas facciones de la sociedad, hay mucho que ven es esta cuna nueva oportunidad para la zona para crecer y desarrollarse, dado los increíbles números que adelantan las empresas inversoras, como hemos visto y veremos también más adelante; pero hay una grupo importante de personas que desde la sociedad civil y desde la academia¹³ han prendido las alarmas y pretenden generar un movimiento de apertura del diálogo y la generación de conciencia de los verdaderos costos que esta industria podría generar a distintos niveles evitando perjuicios para todos los actores. Así lo ha propuesto de catedrático Diego Quevedo especialista en Políticas públicas y Gobernanza de Manomet Inc., en una entrevista dada al diario El desconcierto, diciéndonos respecto al ambiente social en la zona *“De seguir la trayectoria actual, donde no existe consulta ni participación de las comunidades locales y sin la debida planificación territorial, el Hidrógeno verde en Magallanes podría chocar de frente con el muro de la conflictividad socioambiental y la judicialización, donde todos pierden. Las preguntas abiertas son a qué escala, en que emplazamientos y bajo qué salvaguardas ambientales y sociales es sostenible el desarrollo de este energético en la Región. Esperamos que la puesta en marcha del Consejo Interministerial del Comité de Desarrollo de Hidrógeno Verde signifique un punto de inflexión política que permita cambiar el rumbo”*. (Badal. L. 2022)

Lo anterior ha encendido las alarmas en la sociedad civil y comunidad científica porque esto implicaría multiplicar por 31 la capacidad energética eólica instalada actualmente en todo el país, lo que en términos territoriales implicaría el sacrificio de 13.000 kilómetros cuadrados, lo cual significaría un área similar a la ocupada por toda la ciudad de Santiago de Chile, que es por lo demás una de la capitales más grande de Sudamérica, esto es un sacrificio que gran parte de la comunidad no está dispuesta a asumir. (Equipo Ladera Sur. 2022)¹⁴

¹² *“El estudio, desarrollado en el sur de Chile donde cada verano se alimentan unas 100 ballenas jorobadas, destaca que esta es una “una población lo suficientemente pequeña como para que las colisiones ocasionales con buques tengan consecuencias trascendentales”* (Montevideo Portal. 2020)

¹³ *“Científicos, profesionales y activistas enviaron una carta abierta al Presidente Gabriel Boric, alertando sobre las consecuencias socioambientales y territoriales que traería para Magallanes producir el 13% del hidrógeno verde del mundo sin una cuidadosa planificación encausada en el marco de un Plan Regional de Ordenamiento Territorial con altos estándares de participación y equidad con especial atención de las comunidades locales.”* (El desconcierto, 2023)

¹⁴ *“Los principales consumidores de hidrógeno verde serán países centrales como China, Japón, Alemania, entre otros, los cuales persiguen sustituir el consumo de fósiles sin*

Es importante mencionar, que se está trabajando actualmente en la denominada Hoja de Ruta de la Mesa Regional del Hidrógeno Verde de Magallanes, la cual es una instancia programática en la cual se ha dado cabida a todos los actores sociales interesados en participar, a fin de que por medio de esta puedan expresar su preocupaciones y al mismo tiempo generar una instancia de debate y de arribo de acuerdos, entre los aspectos más destacables de la primera de ella en la denominada Etapa Implementación del Año 1.

Dentro de las medidas programáticas acordadas de aquí al año 2030 podemos destacar: Establecer una gobernanza; Articular actores locales para el desarrollo social y ambiental; Agilizar el SEIA para proyectos de H2 asegurando el cuidado al Medio Ambiente territorial; Generar plan de desarrollo de competencias y perfiles laborales; Habilitar infraestructura portuario de uso compartido; Habilitar infraestructura de almacenamiento y transporte de uso compartido; normalización de estándares internacionales; Avanzar en el Sistema de certificación de garantías de origen del Hidrógeno Verde. (CORFO. 2022. p.10)

4. Miradas hacia un futuro sostenible: Chile ante la transición energética mundial

Dadas las condiciones del concierto energético mundial Chile ha querido estar presente y ser parte del compromiso que hemos adquirido como humanidad en el avance hacia una sociedad más sustentable y sostenible energéticamente, por lo anterior es que ha ganado mucha fuerza dentro de nuestro país el desarrollo de energías limpias que permitan abandonar definitivamente en un futuro cercano la dependencia, hasta ahora absoluta, de los combustibles fósiles. Es en este contexto que el Hidrógeno Verde ha ganado terreno, generando muchas expectativas y añoranzas de ese futuro neutro, pero también al mismo tiempo beneficioso económicamente para Chile.

transformar sus modelos de consumo y producción. Y esto impulsa nuevamente procesos productivos extractivos y el uso de minerales, tanto para la generación y el transporte de electricidad como para la construcción de electrolizadores. Tal como señalaron las autoridades de Río Negro, la necesidad de externalizar los impactos ambientales de la producción de fuentes renovables por parte de los países europeos (en este caso los de tipo sonoros y visuales, aunque podrían tener otras características, según señalamos en apartados anteriores) posiciona favorablemente a las regiones del Sur Global ante el interés de los capitales transnacionales y los Estados por desarrollar megaproyectos fuera de sus territorios. Esta lógica de desarrollo en la extracción y producción de recursos provenientes de fuentes y bienes primarios, vale recordar, ha sido un patrón consecuente que ha plasmado un modo de inserción de los países de América Latina que, como refiere Merlisnky, nos sitúa como exportadores de naturaleza” (Wyczykier, 2022, p.477)

a. Plan estratégico del Gobierno de Chile. Lo primero que hace este documento es fijar las metas y objetivos programáticos a los que pretende arribar Chile en su desarrollo de la industria del Hidrógeno, destacar que este documento comprende cuestiones y estimaciones que comprende todos los proyectos que se pretenden desarrollar a lo largo ancho del país, no solamente en el territorio objeto de este estudio que es la Patagonia, entre estos objetivos encontramos, avanzando en la regulación y los permisos necesarios para la puesta en marcha, así como también tender la simplificación de estos procedimientos a fin de facilitar la inversión y participación de los actores públicos y privados; al mismo tiempo se busca tender a la cooperación internacional para el desarrollo tecnológico y técnico para facilitar el crecimiento de las redes operativas en torno a esta industria; avanzar en el desarrollo y fortalecimiento de la cadena de valor del Hidrógeno Verde a fin de realzar la posición de Chile dentro del mercado mundial; generar un parrilla de incentivos para facilitar la inversión por parte de privados, principalmente a través de la búsqueda de reducción de los costos de capital; también se busca avanzar en el desarrollo de la infraestructura necesaria para facilitar la puesta en marcha de las faenas dentro de todo el territorio nacional; fortalecer aspectos relativos a la investigación y el desarrollo de tecnologías con ayuda internacional y por desarrollo de conocimiento interno; finalmente la búsqueda de desarrollo del capital humano que permita generar talentos locales, y aumentar la generación de empleos verdes. (Ministerio de Energía. 2021. p3)

Por tanto es posible concluir que si el verdadero objetivo primigenio detrás de la implementación de esta industria es el luchar contra el cambio climático y el deterioro de los ecosistemas terrestres a causa del uso indiscriminado de los combustibles fósiles, no resulta acaso contradictorio que la protección de los ecosistemas esté relegado a un lugar tangencial y en lugar se ponga el primero puesto, nuevamente, objetivo económico¹⁵, estamos realmente en presencia del cambio de paradigma del que tanto se ha hablado o solamente es una nueva forma de explotación y extractivismos moderno, con la marca verde, pero donde el medioambiente no es protagonista.

En el siguiente apartado nos haremos cargo de los proyectos que se encuentran en ejecución y en carpeta para próximo inicio, donde daremos cuenta de las empresas

¹⁵ “Los consensos públicos, apoyos empresariales y sociales en torno a la producción de hidrógeno verde se podrán encausar y consolidar en la promesa al desarrollo que trae consigo: creación de fuentes de trabajo directo e indirecto, aprovechamiento de ventajas climáticas y fuentes renovables, contribución sustantiva para la transición energética y ecológica, habida cuenta de su capacidad para nutrir las necesidades de sectores como el transporte, la producción y el consumo, y para almacenar energía. Sin embargo, los interrogantes y los problemas por revisar aún son de importancia sustantiva: los efectos territoriales y ambientales de los megaproyectos requeridos para la producción, el consumo del agua que demanda el proceso, los costos elevados para su viabilización, entre otras cuestiones destacadas en estas páginas.” (Wyczykier, 2022, p.477-478)

participantes e intentaremos vislumbrar la razón por la cual los gran participantes en la inversión de esta industria son las más grande empresa petroleras y de gas del mundo.

b. Proyectos vigentes. Quisimos dividir este estudio entre aquellos proyectos que se encuentran ya en proceso de ejecución a lo menos inicial, y aquellos que aún se encuentran en etapa de diseño, todos aquellos que tengan lugar en el territorio de estudio, que es la Patagoni Chilena, sin perjuicio de esta diferenciación haremos una representación esquemática para ambos grupos, dando cuenta de sus características principales, así como de los márgenes dep producción y ganancia, y una breve referencia a los efectos provocados en el medio social y/o natural. a saber estos proyectos son.

Tabla 1. “Proyecto HIF Haru Oni”.

Proyecto HIF Haru Oni.	
Empresas responsables y participantes	High Innovative Fuel (HIF), filial de Andes Mining & Energy (AME), además de la italiana Enel Green Power, cuenta también con la alianza de ENAP, también tiene participación las compañías Siemens y Porsche.
Ubicación.	Fundo Tehuel Aike. Ruta 9 norte a unos 40 kilómetros de Punta Arenas. 3,7 hectáreas en su primera etapa.
Potencia del Electrolizador (Mega Watts)	1,2 mega watts en la primera etapa.
Producción de Hidrógeno (Toneladas/año)	Se producirán solo derivados del Hidrógeno.
Producción de derivados del Hidrógeno (amoníaco, metano u otras) (toneladas/año metros cúbicos/año)	130.000 litros al año en la primera etapa.
Suministro de energía eléctrica. (Megawatts)	2.500 mega watts, repartidas en 277 turbinas eólicas de 300 metros de altura.

Fuente: Elaboración propia. Servicio de Evaluación Ambiental (2023).

c. Proyectos futuros. Dentro de los proyectos que se encuentran en etapas preliminares, los cuales son la mayoría podemos encontrar los siguientes:

Tabla 2. “Proyecto Faro Sur”

Proyecto Faro Sur.	
Empresas responsables y participantes	Enel Green Power e HIF
Ubicación.	Zona industrial de Cabo Negro, Punta Arenas.
Potencia del Electrolizador (Mega Watts)	Solo parque eólico.
Producción de Hidrógeno (Toneladas/año)	Solo parque eólico.
Producción de derivados del Hidrógeno (amoníaco, metano u otras) (toneladas/año metros cúbicos/año)	Solo parque eólico.
Suministro de energía eléctrica. (Megawatts)	384 mega watt, 65 aerogeneradores de tres pala, en una superficie de 3.791 hectáreas

Fuente: Elaboración propia. Servicio de Evaluación Ambiental (2023).

Tabla 3. “Proyecto Vientos magallánicos: Hidrógeno renovable para una química sostenible”.

Proyecto “Vientos magallánicos: Hidrógeno renovable para una industria química sostenible”.	
Empresas responsables y participantes	RWE Renewables Chile, consorcio chileno-alemán.
Ubicación.	Comuna de Río Verde Región de Magallanes.
Potencia del Electrolizador (Mega Watts)	542 mega watts
Producción de Hidrógeno (Toneladas/año)	61.950 toneladas al año.
Producción de derivados del Hidrógeno (amoníaco, metano u otras) (toneladas/año metros cúbicos/año)	350.000 toneladas al año de amoniaco.
Suministro de energía eléctrica. (Megawatts)	726 megawatts de capacidad instalada de plantas eólicas.

Fuente: Elaboración propia. Iniciativa de Cooperación Técnica Chile-UE

Tabla 5. “Proyecto H2V Cabeza del Mar”.

Proyecto H2V Cabeza del Mar	
Empresas responsables y participantes	FreePower SpA
Ubicación.	40 Kilómetros al norte de la ciudad de Punta Arenas
Potencia del Electrolizador (Mega Watts)	700 megawatts
Producción de Hidrógeno (Toneladas/año)	80.00 toneladas al año
Producción de derivados del Hidrógeno (amoníaco, metano u otras) (toneladas/año metros cúbicos/año)	450.000 toneladas al año de amoniaco.
Suministro de energía eléctrica. (Megawatts)	944 mega watts en una extensión total de 9.000 hectáreas de terreno.

Fuente: Elaboración propia. Iniciativa de Cooperación Técnica Chile-UE)

d. Acuerdos bilaterales de comercio referentes al Hidrógeno. El primero de estos acuerdos al que quisiéramos hacer referencia es al concluido entre Chile y la UE en su conjunto, el cual fue firmado por el Presidente Boric y la Presidenta de la Comisión Europea Ursula von der Leyen en el contexto de la visita de esta última al país andino; En complemento a dichos acuerdos se han suscrito convenios especiales con determinados puertos estratégicos dentro de europa que servirán de receptáculo de las materias proveniente desde Chile, entre ellos encontramos el Puerto Aleman de Hamburgo y el Puerto de Rotterdam¹⁶, en el caso de los alemanes fue el ministro de Energía de la ciudad Estado de Hamburgo y su par Chilenos quienes suscribieron el Memorándum de Entendimiento a fin de unir fuerza para el tránsito del Hidrógeno Verde por estas rutas-, al acuerdo anterior sumamos el suscrito con el puerto de Rotterdam el cual también es un Memorándum firmado por el Ministro de Energía y el CEO de dicho Puerto, don Allard Castelein, todo en aras de generar las sinergias

¹⁶ “Esta es una excelente noticia para Chile y el mundo. El Puerto de Rotterdam será la puerta de entrada para el hidrógeno producido en nuestro país a los mercados europeos. Así, estaremos aportando a descarbonizar naciones que tienen nuestra misma ambición de ser Carbono Neutrales, pero que no tienen las condiciones estratégicas y naturales de Chile para lograrlo” (El Pingüino. 2021)

necesarias para dar paso a un corredor marítimo entre Chile y dicho puerto, cero emisiones¹⁷.

Lo mismo ocurrió con el Estado de Singapur en el año 2021, país con el que se concretó otro Memorándum de entendimiento este fue suscrito por el Bi Ministro de Energía y Minería Juan Carlos Jobet y por Singapur, el Second Minister for Trade and Industry Dr Tan See Leng del Ministerio de Comercio e Industria, durante este mismo año se firmó un acuerdo de la misma naturaleza con el Gobierno de Core del Sur.

En otros términos se suscribió acuerdo entre el Estado de Chile y el Gobierno Japonés el cual está destinado principalmente al desarrollo de aspectos estratégicos para la implementación de industria del Hidrógeno Verde, así como para su comercialización entre los dos países, esto tuvo lugar en el año 2023 en Tokio, Japón.

5. Propuestas de actuación: Disposiciones legislativas de protección y otras medidas de acción

En este capítulo pretendemos hacernos cargo de un ejercicio de propuestas legislativas y de acciones políticas destinadas a asegurar una puesta en marcha positiva de la industria del Hidrógeno Verde en la Patagonia Chile, lo anterior centrado en las necesidades del territorio desde la perspectiva ambiental, pero también social, creemos en la diametral importancia de este tipo de ejercicios que posibiliten la discusión dentro de la academia, generando conexiones con la sociedad en su conjunto, para así asegurar un tránsito pacífico a lo que será de seguro uno de los evento industriales más revolucionarios en materia energética desde la puesta en marcha de la máquina a vapor.

a. Propuestas Jurídicas. A fin de desarrollar el presente apartado debemos mencionar, haciendo eco de todas la exposición realizada hasta este momento que, efectivamente existe potencial positivo en el industria del Hidrógeno Verde, pero no por eso debemos desconocer la trascendental importancia de los aspectos regulatorios y normativo, los que se constituyen como el último de los baluartes de la protección de la integridad de las personas y de medio ambiente, es por lo anterior que consideramos que es de trascendental importancia avanzar en el desarrollo de un sustento normativo robusto que nos permita afrontar de mejor manera este importante desafío tanto a nivel regional como nacional.

El primero de los aspectos que a nuestro juicio requiere de preocupación desde una perspectiva jurídica es realizar un reconocimiento constitucional de la función social de este tipo de proyectos, y de cómo el cuidado del medioambiente y el respeto por el

¹⁷ “para que Europa alcance sus metas de carbono neutralidad, deberá importar grandes cantidades de hidrógeno. Y para que el Puerto de Rotterdam sea el hub del hidrógeno europeo, Chile será un socio clave” (El Pingüino. 2021)

mismo debe ser entendido como un requisito previo al disfrute de todos los otros derechos, por lo mismo este derecho del medio ambiente como lo ha se entiende hoy en día no se agota con el cuidado el respeto paisajístico, ni requiere de un daño al ser humano para activarse, sino que es un derecho que a la naturaleza le pertenece puesto que es este el escenario donde se ejercen todos los otros derecho, no podemos hablar de ninguna garantía fundamental si antes no aseguramos un medio donde poder ejercerlos. En este sentido los mandatos constitucionales deben ser claros y precisos entregando herramientas jurisdiccionales para que las personas y las organizaciones puedan velar por el respeto del medio ambiente, la actual es una gran deuda que existe en aspectos medioambientales en la regulación constitucional Chilena.

b. Propuestas políticas y sociales. Creemos que el concepto claro en este sentido es la participación, los conflictos sociales a los que ha dado lugar la implementación actual y latente de esta mega industria en territorio Magallánico solo podrá ser contrarrestada con la existencia de canales válidos y efectivos que permitan encausar de la mejor manera las preocupaciones existentes dentro de la comunidad en general y de los miembros de la academia, todo lo que hoy en día se encuentran muy interesados en los devenires de estos proyectos.

Se requiere de la existencia de medios de consulta, y en particular la puesta en marcha de la normativa del convenio 169 de la OIT el cual se centra en los pueblos originarios, todo esto propiciará un ambiente de acuerdo y entendimiento que facilite el trabajo de las empresa, apacigue las preocupaciones de la sociedad y asegura la justa repartición de los beneficios. Instrumentos como el antes mencionado puede evitar procesos de enfrentamiento dentro de la zona, o la generación innecesaria de eternos procesos judiciales que terminarán por deteriorar cualquier ánimo de acuerdo o entendimiento dentro de la zona.

Debe ser la justicia el baluarte principal de todas las políticas que se pongan en funcionamiento en la región, evitando replicar los problemas y conflictos existentes desde hace decenios por los comportamiento extractivistas y abusivos de los llegados a la zona, por ende debe pensarse el rol que jugarán Latinoamérica en este asunto de orden mundial.

La sociedad busca más justicia y también el medio ambiente requiere de finalizar nuestras lógica antinaturales de consumo y crecimiento, no es sensato pensar que la economía crecerá para siempre, requerimos de un cambio de paradigma de manera imperiosa.

6. Conclusiones

Es innegable mencionar que la implementación de la Industria del Hidrógeno Verde en la Patagonia Chilena representen en sí una gran oportunidad de avanzar hacia un futuro dei independencia energética por medio de una matriz renovable y sostenible, en la cual el uso de los combustibles fósiles sea tan solo un borroso recuerdo en el pasado. Pero sin embargo es también de crucial relevancia hacernos cargo de los

ciertos riesgos y desafíos que este camino impone, en el cual nuestras banderas de lucha deberán ser la justicia social, la humanidad y el respeto por el medio ambiente.

La justicia debe necesariamente ser uno de los pilares fundamentales sobre los que se construya esta transición hacia esta nueva industria, en la cual la participación de los actores de las comunidades también juega un rol protagónico, como la materialización de esta justicia, y a modo de reparación también, por lo históricos procesos de vejámenes ocurridos en tiempos pasados, todo lo anterior a fin de fortalecer la cohesión social y reforzar el tejido comunitario, tan necesario creemos para la consecución de los objetivos comunes.

Ahora relativo a la humanidad de los procesos debemos dejar de manifiesto que en ningún caso el desarrollo y avance tecnológico debe pasar por sobre el bienestar de las personas, por lo mismo creemos que la industria del Hidrógeno Verde así como cualquier otra debe tener como foco principal el bienestar y la calidad de las personas tanto de las actuales generaciones como de las que vienen en el futuro

Finalmente hacer presente que el respeto al medio ambiente es un imperativo categórico cuando transitamos una época de crisis climática. La Patagonia chilena, con su riquísima biodiversidad y con sus únicos paisajes debe ser necesariamente protegida de cualquier efecto perjudicial generado por la actividad del hombre. Los procedimientos industriales deben alinearse con los estándares de protección ecosistémica, donde reviste mayor relevancia el enfoque precautorio, preventivo, que priorice la conservación y la restauración del medio ambiente, lo cual debe ser un norte en todos los momentos del desarrollo industrial.

En conclusión, la puesta en marcha de la industria del Hidrógeno Verde en la Patagonia Chilena representan sin duda una encrucijada ineludible en este momento histórico mundial, la que si se gestiones de la debida responsabilidad y visión de futuro, puede constituirse en un catalizador que permita la creación de una escenario de cambio positivo y duradero. Pero para lograr todo lo anterior debemos comprometernos necesariamente con cumplir al pie de la letra con los principios de justicia, humanidad y el respeto al medio ambiente, siempre con la mirada puesta en la construcción de un futuro mejor para todos.

7. Referencias bibliográficas

- Agencia Internacional de la Energía. IEA (2022). La demanda mundial de hidrógeno continúa creciendo, pero se necesita una acción más rápida para alcanzar el objetivo de cero emisiones netas para 2050. Se desconoce lugar de publicación. Consultado el 04 de febrero. <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/hydrogen>
- Alonso Marchante, J. L. (2019). *Selknam: Genocidio y resistencia*. Editorial Catalonia, Santiago de Chile. 614 páginas.
- Álvarez Palau, E., & Hernández Asensi, M. (2012). Dos modelos, dos resultados para un mismo propósito: La colonización patagónica mediante infraestructuras ferroviarias públicas o en colaboración público-privado. *Revista Internacional de Economía y Gestión de las Organizaciones*. Volumen 1, Número 2, 2012, ISSN 225.

- Badal, L. (2022) Hidrógeno Verde: Solicitan al presidente Boric considerar costos socioambientales para Magallanes. Chile, El desconcerto, Consultado el 30 de marzo de 2024. <https://www.eldesconcerto.cl/bienes-comunes/2022/07/09/hidrogeno-verde-solicitan-al-presidente-boric-considerar-costos-socioambientales-para-mag.html>
- Banco de Desarrollo de América Latina. (3 de febrero de 2021). El hidrógeno y su relación con energías renovables y sus excedentes. Ecuador. CAF. Consultado el 13 de marzo 2024. <https://www.caf.com/es/conocimiento/visiones/2021/02/el-hidrogeno-y-su-relacion-con-energias-renovables-y-sus-excedentes/>
- Bartlett, J. (2022). Chile apuesta al hidrógeno verde. Chile apuesta al hidrógeno verde. Chile. Fondo Monetario Internacional. Consultado el 13 de marzo de 2024. <https://www.imf.org/es/Publications/fandd/issues/2022/12/country-case-chile-bet-on-green-hydrogen-Bartlett>
- Bertinat, P. y Chemes, J. (19 de julio de 2021). Las transiciones energéticas: ¿corporativas o populares? Argentina. Fundamentar. Consultado el 24 de abril de 2024. <https://fundamentar.com/internacional/item/6531-las-transiciones-energeticas-corporativas-o-populares>.
- Communications BBVA. (2023). Descubre qué es el hidrógeno verde: solución y desafío. España, BBVA. Consultado el 15 de enero de 2024. https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/descubre-que-es-el-hidrogeno-verde-solucion-y-desafio/?gad_source=1&gclid=CjwKCAiAkp6tBhB5EiwANTCxlLu9IhG4LeE_OVETjtlylBodmcGHixKG2A8GM3MXm3aBAs-pylc5hoCbVgQAvD_BwE
- CORFO (2022) Resumen Hoja de Ruta, Mesa Regional de Hidrógeno Verde Magallanes. Punta Arenas.
- Decreto N°16 (2019) Ministerio del Medio Ambiente, declara santuario de la naturaleza Bahía Lomas. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
- Ecologistas en Acción. (2021) Hidrógeno: ¿la nueva panacea? Mitos y realidades de las expectativas del hidrógeno en España. Barcelona, España. Ecologistas en Acción. Consultado el 01 de marzo de 2024. <https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/2021/09/informe-hidrogeno-2021-castellano.pdf>.
- Energy, H. (2024). Innovador radar para conocer las aves del sector. Chile, Energy, Consultado el 09 de junio de 2024. <https://www.hnhenergy.com/innovador-radar-para-conocer-las-aves-del-sector/>
- Equipo Ladera Sur (2022) Científicos, profesionales y activistas envían carta abierta al Presidente por Hidrógeno Verde en Magallanes. Chile, Ladera Sur, Consultado el 07 de junio de 2024. <https://laderasur.com/articulo/cientificos-profesionales-y-activistas-envian-carta-abierta-al-presidente-por-hidrogeno-verde-en-magallanes/>
- Fernández Munguía, S. (2021). El hidrógeno verde es una de las grandes apuestas de la UE para la transición energética: estas son sus fortalezas (y sus debilidades). España, Xataka. Consultado el 14 de abril de 2024. <https://www.xataka.com/energia/ue-quiere-que-hidrogeno-verde-sea-actor-clave-transicion-energetica-estas-sus-fortalezas-sus-debilidades>.
- Fundación Terram (2023) Expertos alertan que proyectos de hidrógeno verde ponen en riesgo a aves “en peligro” Chile, Fundación Terram. Consultado el 23 de junio de 2024.

- <https://www.terram.cl/2023/08/expertos-alertan-que-proyectos-de-hidrogeno-verde-ponen-en-riesgo-a-aves-en-peligro/>
- G5 Noticias (2023) Concesión fiscal para producir H2 en Tierra del Fuego pone en riesgo a especies de aves en peligro de extinción. Chile. G5 Noticias, Consultado el 14 de junio de 2024.
- <https://g5noticias.cl/2023/10/31/concesion-fiscal-para-producir-h2-en-tierra-del-fuego-ponen-en-riesgo-a-especies-de-aves-en-peligro-de-extincion/>
- Galdamez Zelada, Liliana. (2017). Medio ambiente, Constitución y tratados en Chile. Boletín mexicano de derecho comparado, 50(148), 113-144.
- Gygli, B. (2023) Patagonia: una ecología del viento, Revista Endémico. Chile. Endémico, Consultado el 16 de junio de 2024. <https://endemico.org/patagonia-una-ecologia-delviento/>
- Kazimierski, M. A. (2021). Hidrógeno verde en Argentina ¿un nuevo orden extractivo? Revista Huellas, Volumen 25, N° 2, Instituto de Geografía, EdUNLPam: Santa Rosa.
- Ministerio de Energía (2020). Estrategia Nacional de Hidrógeno. Obtenido del Ministerio de Energía. Chile. Gobierno de Chile. Consultado el 09 de marzo de 2024.
- https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_nacional_de_hidrogeno_verde_-_chile.pdf
- Ministerio de Energía (2021) El Nuevo Mapa del Hidrógeno Verde en Chile. Gobierno de Chile, Camilo Avilés Jefe de la Unidad de Nuevos Negocios del Ministerio de Energía, Santiago, Chile. Gobierno de Chile, Consultado el 15 de junio de 2024. https://fch.cl/wp-content/uploads/2021/11/Ministerio-de-Energia_Mapa-Hidrogeno-Verde-en-Chile.pdf
- Montevideo Portal (2020). Barcos en el Estrecho de Magallanes, son una amenaza para las ballenas jorobadas. Montevideo, Uruguay. Montevideo Portal, Consultado el 20 de junio de 2024. <https://www.montevideo.com.uy/Ciencia-y-Tecnologia/Barcos-en-Estrecho-de-Magallanes-son-una-amenaza-para-las-ballenas-jorobadas-uc753071>
- Montiel San Martín, Américo. (2019). “Magallanes, región de humedales”. Anales del Instituto de la Patagonia, Vol. 47.
- Sapiains, R. y otros (2023) Justicia y transición energética: hidrógeno verde en la Patagonia, Chile. El desconcierto. Consultado el 24 de abril de 2024. <https://www.cr2.cl/justicia-y-transicion-energetica-hidrogeno-verde-en-la-patagonia-el-desconcierto/>
- Secretaría de Estado de Energía. (2021). Madrid, febrero de 2021. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. ISBN: 978-84-18508-43-1. NIPO: 665-21-001-0.
- Sotelo Pérez, I. y Sotelo Navalpotro, J.A. (2020). Aspectos generales de la Ordenación del Territorio y del Medio Ambiente. M+A, revista electrónica de medioambiente, ISSN-e 1886-3329, Vol. 21, N° 1, págs. 102-121
- Sotelo Pérez, I. (2019). Una asignatura pendiente: los Programas de Acción Medioambiental de la Unión Europea y el Catastro en España, una aproximación desde las Políticas de Aguas. CT: Catastro, ISSN 1138-3488, N° 95 (abril), págs. 67-94
- Slav, I. (2020). The Green Hydrogen Problem That No One Is Talking About [El problema del hidrógeno verde del que nadie habla]. Estados Unidos. OILPRICE. Consultado el 23 de abril de 2024. <https://oilprice.com/Energy-General/The-Green-Hydrogen-Problem-That-No-One-Is-Talking-About.html>