

Universidad Andina Simón Bolívar

Sede Ecuador

Área de Ambiente y Sustentabilidad

Maestría en Ecología Política y Alternativas al Desarrollo

**Los potenciales impactos del nuevo “consenso de la descarbonización”
en América Latina**

El caso del Hidrógeno Verde en Chile, Colombia y Uruguay

Martina Inés Casás Pino

Tutor: Pablo Bertinat

Quito, 2026

Trabajo almacenado en el Repositorio Institucional UASB-DIGITAL con licencia Creative Commons 4.0 Internacional



Reconocimiento de créditos de la obra
No comercial
Sin obras derivadas



Para usar esta obra, deben respetarse los términos de esta licencia

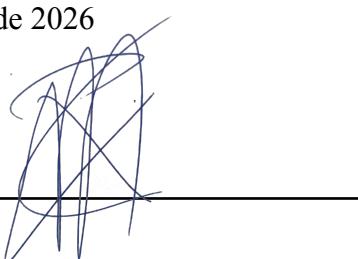
Cláusula de cesión de derecho de publicación

Yo, Martina Inés Casás Pino, autora de la tesis intitulada “Los potenciales impactos del nuevo ‘consenso de la descarbonización’ en América Latina: El caso del Hidrógeno Verde en Chile, Colombia y Uruguay”, mediante el presente documento dejo constancia de que la obra es de mi exclusiva autoría y producción, que la he elaborado para cumplir con uno de los requisitos previos para la obtención del título de Magíster en Ecología Política en la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador.

1. Cedo a la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador, los derechos exclusivos de reproducción, comunicación pública, distribución y divulgación, durante 36 meses a partir de mi graduación, pudiendo, por lo tanto, la Universidad utilizar y usar esta obra por cualquier medio conocido o por conocer, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico. Esta autorización incluye la reproducción total o parcial en formato virtual, electrónico, digital u óptico, como usos en red local y en internet.
2. Declaro que, en caso de presentarse cualquier reclamación de parte de terceros respecto de los derechos de autor/a de la obra antes referida, yo asumiré toda responsabilidad frente a terceros y a la Universidad.
3. En esta fecha entrego a la Secretaría General, el ejemplar respectivo y sus anexos en formato impreso y digital o electrónico.

9 de febrero de 2026

Firma: _____

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Martina Inés Casás Pino", is written over a horizontal line. The signature is somewhat stylized and overlapping.

Resumen

El presente trabajo analiza en qué medidas las políticas de hidrógeno verde en qué medida las políticas de hidrógeno verde en Chile, Colombia y Uruguay se relacionan positiva o negativamente con las posibilidades de una Transición Energética Justa y Popular para América Latina. Para ello, se empleó una metodología cualitativa basada en el análisis crítico del discurso (ACD) de documentos oficiales, hojas de ruta y entrevistas estructuradas con representantes de tres grupos: promotores gubernamentales, empresas y grupos de oposición (movimientos sociales, académicos). Los principales hallazgos de este trabajo es que existe influencia externa por parte de la Unión Europea que impulsa el hidrógeno verde en América Latina como parte de su estrategia de descarbonización, pero también como parte de eliminar la dependencia energética con Rusia, priorizando así su seguridad energética y sus intereses perpetuando relaciones asimétricas Norte-Sur. Para el emplazamiento de los proyectos de hidrógeno verde se enfocan en que los países tengan abundancia en recursos como vastas extensiones de tierra, agua y energía renovables, para que se transforme en exportadores netos de hidrógeno verde y sus derivados satisfaciendo así la demanda europea que replica patrones extractivistas. Del estudio de caso de cada país encontramos que Chile es pionero en la región, con una estrategia centrada en la exportación. Aunque se promueve como una oportunidad económica, enfrenta conflictos socioambientales. Para Uruguay la apuesta es a otros derivados del hidrógeno también dedicados a la exportación, con críticas profundas por la escala de los proyectos y su impacto en los recursos hídricos. Finalmente, Colombia apunta su hoja de ruta al hidrógeno en general, tanto verde como azul, con un giro al mercado interno, aunque persisten los riesgos de un blanqueo ecológico de las industrias fósiles. Una conclusión clave sobre conflictos respecto a estos proyectos es el uso intensivo del agua y la tierra y su competencia con necesidades locales y los riesgos para comunidades locales, racializadas e indígenas. Por otra parte, las políticas se diseñan con predominio de actores técnicos y corporativos, marginando a la sociedad civil y comunidades afectadas.

Palabras clave: consenso de la descarbonización, hidrógeno verde, transición energética, energía, conflictos socioambientales

Agradecimientos

A mi familia por darme aliento en cada incursión académica. A mis amigas y amigos de la maestría por darnos aliento para que todas nuestras ideas lleguen a buen puerto, mi manada. A Pablo Bertinat por guiarme tan pacientemente y compartir tanto entusiasmo por el tema. A Miriam Lang y Edgardo Lander por leerme pacientemente y darme excelentes sugerencias. A Paula y Gonzalo, por guiarme con quién hablar en Colombia y Chile respectivamente. A Nadia Combariza por su tiempo y dedicación contándome sus avances académicos. A todas y todos quienes fueron entrevistados para esta tesis.

Tabla de contenidos

Contenido	
Capítulo primero	
Crisis múltiples, límites planetarios y cambio climático	27
Capítulo segundo	
Las políticas de hidrógeno verde en Chile, Colombia y Uruguay	45
Capítulo tercero	
Actualidad, futuros y alternativas del hidrógeno verde	91
Conclusiones	107
Obras citadas	113

Introducción

La pandemia del COVID-19 y la guerra en Ucrania fueron dos detonantes para que la Unión Europea se planteara acelerar las transformaciones que se proponía en el Pacto Verde (Comisión Europea 2019), un compromiso para disminuir los gases de efecto invernadero y cumplir con el Acuerdo de París de 2015. Debido al aumento de los precios de la energía por la guerra, la presión de Estados Unidos para dejar de importar combustibles fósiles de Rusia, en Europa se planteó la necesidad y la oportunidad para poner el foco en la descarbonización del sector energético, del transporte y la industria pesada (cementera, siderúrgica, química). La guerra además contribuyó a que Europa comience a buscar minimizar los riesgos de cómo obtienen la energía y en sus planes de seguridad energética busca alejar territorialmente sus proveedores de energía, lo que puso la atención en los países de África, América Latina y el Caribe con un rol clave en esta transición energética (REPower UE 2022). En ese escenario, debido a las dificultades para sustituir energéticos en ciertas áreas como el transporte, el hidrógeno verde y sus derivados que son combustibles sintéticos son impulsados como una alternativa necesaria para la transición energética de los países desarrollados (Global Energy Review 2024).

¿Qué es el hidrógeno verde y qué es un vector energético?

El hidrógeno es uno de los recursos más abundantes del planeta. Este gas incoloro e inodoro se encuentra en la tierra casi exclusivamente en forma ligada: en materias primas fósiles como el gas natural y el petróleo crudo, así como en más de la mitad de los minerales conocidos. Y como su nombre y símbolo químico “H₂” lo sugieren, en la Tierra el hidrógeno se encuentra principalmente ligado al H₂O, es decir, al agua. Hoy se produce y se consume hidrógeno a nivel global. Actualmente el 96 % del hidrógeno que se utiliza a nivel mundial es producido a partir de combustibles fósiles, principalmente gas natural (IRENA 2021), y por tanto se generan emisiones de efecto invernadero en el proceso, este se denomina hidrógeno gris. La demanda está concentrada en el uso en refinerías, producción de amoníaco para obtener fertilizantes y otros productos, producción de metanol, acero y otros (Global Energy Review 2024). El hidrógeno verde —también denominado hidrógeno limpio o bajo en emisiones— es aquel que se produce a partir de una materia prima no contaminante, como el agua, y mediante el uso de energía proveniente de fuentes renovables. Este tipo de hidrógeno ocupa un lugar

central en los discursos actuales sobre descarbonización, al presentarse como una alternativa energética sostenible.

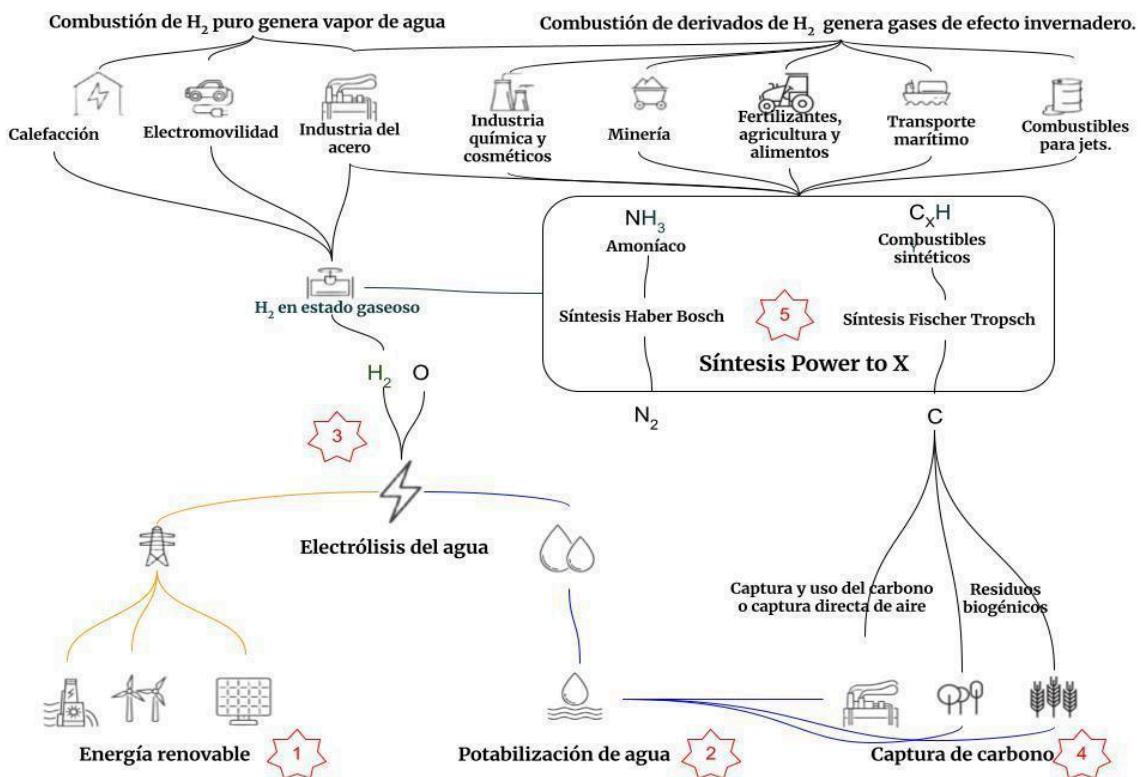


Figura 1. Esquema de producción de hidrógeno verde y sus subproductos. Comenzando desde los recursos necesarios (abajo), hasta los gases que genera su combustión (arriba).

Imagen de elaboración propia.

El proceso de producción de hidrógeno verde (Figura 1) en términos generales tiene dos requisitos: energías renovables (punto 1 en la Figura 1), por ejemplo, fuentes como hidroeléctricas, solar, eólica, geotérmica; y agua tratada (punto 2 en la Figura 1) ya sea agua continental potabilizada o agua de mar desalinizada. El agua (flechas azules en la Figura 1) se utiliza tanto en el proceso de electrólisis como en los procesos de obtención de carbono a través de la captura directa del aire y también en los monocultivos forestales, cerealeros o de caña de azúcar que posteriormente se queman para obtener carbono a través de los residuos biogénicos (punto 4 en la Figura 1). Durante la electrólisis se descompone la molécula de agua en hidrógeno (H_2) y oxígeno (O_2), generando así hidrógeno en estado gaseoso que luego puede ser utilizado directamente, mezclado con gas natural o a través de la síntesis (punto 5 de la Figura 1) con otras moléculas como el carbono o el nitrógeno para obtener combustibles sintéticos y amoníaco respectivamente.

Al hidrógeno se lo considera un vector energético, porque al combinarlo con otras moléculas se aprovecha su energía almacenada. Al proceso de convertir una energía renovable en otro compuesto derivado y poder liberarlo de forma controlada en el momento requerido, se le conoce como Power to X (punto 5 de la Figura 1), siendo la X un líquido, un gas, un químico. A diferencia de las fuentes primarias de energía, se trata de productos manufacturados en los que también se invierte una cantidad de energía en su elaboración.

En el caso de la síntesis de Haber-Bosch, un proceso de Power to X, el hidrógeno obtenido por electrólisis se combina con nitrógeno (N_2) y se obtiene amoníaco (NH_3) una materia prima clave para la producción de fertilizantes, pero que también es utilizada en la industria química y como combustible en la navegación. Otro proceso Power to X es la síntesis Fischer-Tropsch, donde se combina con carbono (C) para formar todo tipo de hidrocarburos que si bien son sintéticos pueden reemplazar a los actuales combustibles fósiles.

Si el hidrógeno es utilizado directamente posterior a la electrólisis en su estado gaseoso, al hacer combustión no emite gases de efecto invernadero, sino que emite vapor de agua. Por otra parte, tanto el uso de hidrógeno combinado con otras moléculas como nitrógeno o carbono al hacer combustión emite gases de efecto invernadero. La diferencia de los derivados del hidrógeno verde frente a los combustibles fósiles es que estos últimos emiten gases de efecto invernadero durante todo su ciclo de vida (producción y uso), mientras que el hidrógeno sólo lo hace al final de su ciclo de vida por su uso.

En la Figura 1, tanto en los puntos 1, 2 y 4 se requiere de extensiones amplias de tierra. En el punto 1, para los parques eólicos, solares y represas.; en el punto 2 para las represas y las piletas de tratamiento de lodos y en el punto 4 para las extensiones de monocultivos. En cuanto al agua es utilizada para generar energía en el caso de las represas hidroeléctricas, en el punto 2 es captada tanto agua continental como agua marítima en sitios de escasez de agua, y también en el punto 4 el agua es acaparada para desarrollar los monocultivos.

En los textos sobre el desarrollo de políticas de hidrógeno verde, es común encontrar que le llaman *hubs* o valles de hidrógeno a los emplazamientos localizados que se especializan en la producción, almacenamiento, distribución y utilización de hidrógeno de bajas emisiones y sus derivados. Estos *hubs* buscan optimizar el despliegue a gran escala del hidrógeno, aprovechando infraestructuras existentes o generar infraestructura

localizada que conecte cada una de las partes del proceso de *Power to X*, entiéndase la producción de energías renovables, el acceso al agua potable y las fuentes de carbono de origen biogénico.

El Global Hydrogen Review es un informe realizado por la Agencia Internacional de Energía (IEA por sus siglas en inglés) y financiado por los gobiernos de Japón y Canadá, además de la participación en su redacción y revisión de varios países de la Unión Europea, Estados Unidos y el Reino Unido. En su última versión el Global Hydrogen Review (2024) indica que, en 2023 la demanda global de hidrógeno alcanzó más de 97 millones de toneladas (Mt), lo que representa un aumento del 2,5 % respecto a 2022. Para 2024, se proyecta que esta cifra llegue a cerca de 100 Mt. Sin embargo, esta creciente demanda está impulsada principalmente por tendencias económicas globales, no por políticas orientadas al hidrógeno bajo en emisiones. La demanda sigue concentrada en aplicaciones tradicionales como la refinación de petróleo, la producción química (amoníaco y metanol) y la manufactura de acero. China lidera el consumo mundial de hidrógeno, representando casi un tercio de la demanda total (28 Mt), seguida por Estados Unidos con 13 Mt (14 % del total). En América Latina y el Caribe (ALyC), la demanda de hidrógeno en 2023 fue de aproximadamente 4 Mt, equivalente al 4 % de la demanda mundial. Los principales consumidores incluyen Argentina, Brasil, Chile, Colombia, México; todos países con industria petrolera; y Trinidad y Tobago, siendo este último un destacado usuario debido a su industria química, especialmente en la producción de amoníaco y metanol (Global Hydrogen Review 2024).

Según este mismo reporte, aunque la producción de hidrógeno bajo en emisiones creció casi un 10 % en 2023, sigue representando menos del 1 % de la demanda global, debido a su mayor costo frente al hidrógeno derivado de combustibles fósiles. Esta diferencia de costos limita su adopción incluso en nuevas aplicaciones con potencial de reducción de emisiones, como el transporte de larga distancia, el almacenamiento de energía y la manufactura pesada. En la región de América Latina y el Caribe (ALyC), casi el 90% del hidrógeno se produce mediante el reformado de gas natural, lo que genera emisiones significativas de CO₂ (más de 30 millones de toneladas al año). No obstante, este reporte ve a ALyC como una región con un gran potencial para producir hidrógeno bajo en emisiones gracias a sus “abundantes recursos renovables” y una matriz energética relativamente descarbonizada. Países como Brasil y Chile están posicionados para

liderar esta transición, mientras que México y Colombia podrían aprovechar su demanda existente en refinerías para incorporar tecnologías de bajas emisiones.

Está claro que, según el reporte de la Agencia Internacional de Energía, no estamos hablando de un uso del hidrógeno verde en su estado puro, que como explicamos anteriormente si se utiliza sin ser combinado con otras moléculas, el subproducto de su combustión es vapor de agua que, de ser liberado en el sitio donde se capturó el agua originalmente estaría volviendo al ciclo del agua local. Según las perspectivas de este tipo de informe, si se emplea hidrógeno para producir amoníaco –producto de la combinación con nitrógeno atmosférico– este es también un producto no contaminante, pues al final de su uso se tendrá también la regeneración de agua y, en la medida de seguir protocolos adecuados, el reintegro del nitrógeno a la atmósfera. Si se usa el hidrógeno para producir compuestos carbonados como son el metano o metanol –que serán utilizados como combustibles posteriormente– según la teoría del abatimiento del carbono, si el carbono proviene de la captura de CO₂ generado a partir de una combustión preexistente, se supone que su combustión será a saldo cero de CO₂. Es importante señalar que todo lo dicho anteriormente se dice en la perspectiva de obtener emisiones netas cero, con la única métrica del carbono como referencia (Moreno, Speich Chassé y Fuhr 2015).

De todas formas, en medio de enormes expectativas, existen debates sobre los potenciales usos, la rentabilidad y las industrias posibles que se puedan desarrollar realmente a través del hidrógeno. Sin dejar de lado estas discusiones sobre un escenario prometedor para las métricas internacionales del cambio climático, es importante que hablemos de la Economía del Hidrógeno como una economía global y no como proyectos aislados en América Latina. La Unión Europea y, en general, los países del norte ven en nuestros países la posibilidad de poder desarrollar sus propias transformaciones energéticas a costa de las riquezas naturales y de los territorios de América Latina.

Según la Unión Europea y la IEA, Latinoamérica tiene ventajas *comparativas* frente a otras regiones para la producción y exportación de hidrógeno verde. Entre los principales atributos en nuestra región se pueden mencionar sus excelentes condiciones de riquezas naturales ('exceso de agua', vientos en tierra y *offshore*, radiación solar). Otros atributos son reservas de hierro de alta calidad, adecuadas para la manufactura de hierro reducido directo (H2-DRI); potencial para producir amoníaco de bajas emisiones y reducir la dependencia de fertilizantes importados, lo que podría mejorar la estabilidad

económica regional; y proyectos iniciales para establecer *hubs* de hidrógeno y combustibles derivados para transporte marítimo, como en Panamá (Global Hydrogen Review 2024).

Además de los beneficios estratégicos y económicos, los países de la Unión Europea perciben a América Latina y el Caribe (ALyC) como una región con la que comparten valores culturales y sociales afines. Josep Borrell, cuando era alto representante para Asuntos Exteriores y Política de Seguridad, y vicepresidente de la Comisión Europea, advirtió que la interdependencia económica ha comenzado a ser utilizada como un instrumento de presión geopolítica (*weaponization*). Frente a este escenario, sostiene que la respuesta no debe consistir en medidas proteccionistas, sino en el fortalecimiento de una economía abierta. En este contexto, los vínculos entre la Unión Europea y América Latina, en tanto regiones con afinidades en términos de valores democráticos (*like-minded partners*), ofrecen a Europa un marco de cooperación más confiable y democrático. Esta afirmación se apoya en los principales indicadores internacionales de calidad democrática, que sitúan a ambas regiones entre las más democráticas del mundo (Borrell 2020).

Por otra parte, ven en nuestros países ciertas facilidades, ya que solemos dar incentivos para inversores y acceso a financiamiento con términos y condiciones ventajosas. Lo anterior se traduce en condiciones macro y micro que permiten la producción de energía eléctrica de fuentes renovables a bajo costo, insumo principal para la producción de la nueva economía del hidrógeno verde. Sin embargo, estos países detectan que las mayores barreras para generar productos cuyos precios sean competitivos frente al del hidrógeno que no proviene de energías limpias, son el alto costo del capital y la necesidad de expandir significativamente la capacidad de generación renovable. Se estima que, para cumplir con los proyectos planificados de hidrógeno en la región, la generación eólica y solar necesitaría crecer un 140% en esta década (Global Hydrogen Review 2024).

En este contexto, varios países latinoamericanos se han lanzado a la *carrera* para ser pioneros en la instalación de una Economía del Hidrógeno Verde. Estos avances en las políticas de Hidrógeno Verde de varios países lo pude observar durante mi experiencia como Representante Nacional en la Cámara de Diputados de Uruguay, durante el período iniciado en febrero de 2020. Mi actividad estuvo centrada principalmente en temas relacionados con el ambiente y el cambio climático. Durante múltiples encuentros nacionales e internacionales vi como el hidrógeno verde empezaba a emerger como una

alternativa a los combustibles fósiles, impulsada principalmente por la Unión Europea. Mi experiencia también influyó en el enfoque y perspectiva en esta investigación. Al ser una persona pública expuesta a la política cuya opinión respecto a ciertos temas es conocida, debí tener en cuenta que formo parte del campo que es mi objeto de estudio y que además, mi presencia en las entrevistas individuales puede haber influenciado la respuesta y la predisposición de los entrevistados en mi propio país, no así en Chile y en Colombia. Por otra parte, al haber sido parte del parlamento de Uruguay me ha permitido establecer contactos para poder llegar a las personas que se entrevistaron en otros países lo cual implica un punto de partida privilegiado. También el lugar desde donde establecí el contacto pudo influir en cómo creé el ambiente para las entrevistas, por ejemplo, fue más fácil que aceptaran ser entrevistados los grupos de oposición que las empresas con proyectos de hidrógeno verde en Colombia y Chile.

En este trabajo, vamos a analizar tres países que ya han lanzado su “Hoja de ruta” para el desarrollo de dicha economía y que están compitiendo entre sí por fondos internacionales para poder ser los primeros exportadores de algún derivado del hidrógeno verde. Estos países son muy diferentes en escala, posturas geopolíticas, recursos naturales, entre otras cosas. Por eso me parece interesante analizar cómo tres países tan diferentes pueden llegar a tener una política asociada a la Economía del Hidrógeno Verde desde un punto de partida similar.

La llegada del hidrógeno verde a Latinoamérica

En un nuevo escenario de proyectos de gran porte de Hidrógeno, Chile es el pionero en Latinoamérica en lanzar una estrategia nacional de Hidrógeno Verde iniciada por el gobierno de Sebastián Piñera en 2018 y continuada en 2022 por el gobierno de signo opuesto de Gabriel Boric. El Gobierno chileno se ha propuesto una hoja de ruta para el desarrollo del hidrógeno verde, con el objetivo de alcanzar una capacidad instalada de 5 GW de electrolizadores en 2025, 25 GW en 2030 y 100 GW en 2040. Esta hoja de ruta contempla una serie de medidas para promover el desarrollo de esta industria, como la creación de un marco regulatorio favorable, la inversión en investigación y desarrollo, y la promoción de la colaboración público-privada. En la hoja de ruta del hidrógeno verde, Chile destaca condiciones favorables para el desarrollo de esta nueva economía, que cito textual a continuación:

Chile cuenta con condiciones naturales excepcionales que favorecen la producción de energías limpias y que nos sitúa en un lugar privilegiado para el desarrollo del hidrógeno verde. Lo anterior es una oportunidad única que nos exige actuar hoy con medidas concretas que permitan aprovechar dicha posición y que al mismo tiempo generen un desarrollo económico y social para nuestro país. (CL Ministerio de Energía Chile 2022, 7)

A Chile entre otros países le siguió Uruguay, que con su matriz energética renovable, tiene una posición privilegiada para desarrollar esta nueva economía, en especial para aquellos sectores donde la descarbonización a través de energía eléctrica es muy compleja, y se pretende sustituir con combustibles verdes. En ese contexto, Uruguay, un país cuya matriz eléctrica se genera con un 97 % de fuentes renovables, tiene una diversidad de condiciones favorables y elementos estratégicos. Según la Hoja de Ruta de Hidrógeno Verde impulsada por el actual gobierno de Uruguay: la abundancia de agua y la disponibilidad de carbono de origen biogénico (que se utilizaría para producir combustibles verdes, similares a la gasolina) para desarrollar esta nueva economía. La producción estimada de hidrógeno verde para 2040 es de un millón de toneladas para diferentes usos y derivados, que implicaría un consumo de 10 millones de m³ de agua por año.

En la hoja de ruta de Uruguay podemos encontrar expresiones similares al plan de hidrógeno verde de Chile:

Sobre la base de las ventajas competitivas presentadas, Uruguay tiene muy buenas condiciones para impulsar el desarrollo de proyectos de hidrógeno verde y derivados. Este desarrollo podrá ser un elemento clave para continuar impulsando un crecimiento económico y sostenible a la vez. La hoja de ruta propuesta propone capitalizar estas oportunidades, dadas las capacidades nacionales, el tamaño y el momento de crecimiento de los mercados de exportación del H₂ y sus derivados, las infraestructuras existentes y los beneficios socioambientales vinculados a su desarrollo. (UY Ministerio de Industria Energías y Minería Uruguay 2023, 43)

El tercer caso es Colombia. Por un lado, el país tiene un gran potencial para el desarrollo de las energías renovables, con abundante disponibilidad para el aprovechamiento de la energía solar y eólica. Por otro lado, la matriz energética primaria colombiana sigue siendo dependiente de los combustibles fósiles, que representan el 60% de la generación eléctrica. Tanto como en el caso chileno, la hoja de ruta del hidrógeno verde surge en el gobierno de Iván Duque y es continuada en el gobierno actual de Gustavo Petro. Se ha trazado una hoja de ruta para el desarrollo del hidrógeno verde, con el objetivo de alcanzar una capacidad instalada de 10 GW de electrolizadores en 2030. Esta hoja de ruta contempla una serie de medidas para promover el desarrollo de esta industria, como la creación de un marco regulatorio

favorable, la inversión en investigación y desarrollo, y la promoción de la colaboración público-privada. En la hoja de ruta trazada por el gobierno de Iván Duque podemos observar cómo se replica nuevamente el discurso de que Colombia tiene las condiciones para liderar la transición energética de la región:

Colombia dispone de las condiciones para aprovechar la oportunidad del hidrógeno y convertirse en líder regional de la transición energética gracias a su privilegiada ubicación geográfica y a un marco regulatorio y político estable, capaz de atraer inversiones a largo plazo. El desarrollo de la producción de hidrógeno y la adaptación de los sectores económicos para su uso requerirán grandes inversiones destinadas al desarrollo de tecnología y la creación de infraestructuras. Colombia, al igual que las principales economías mundiales, ha creado planes de inversión e incentivos para desarrollar cadenas de valor completas en torno al hidrógeno de bajas emisiones. Estos planes se combinan con una serie de desarrollos regulatorios, una política de investigación y desarrollo (I+D) alineada con una política industrial y la creación de mercados que incentiven el uso de hidrógeno. Colombia acelerará la adquisición de capacidades nacionales y se posicionará a nivel global en este mercado emergente a través de acuerdos de cooperación para el acceso a nuevas tecnologías, la financiación de proyectos y la apertura de rutas para la exportación de hidrógeno y derivados. (CO Ministerio de Minas y Energía Colombia 2021, 3)

Cabe destacar que, en los tres países analizados, el impulso a las políticas vinculadas al hidrógeno verde ha provenido principalmente del gobierno federal de Alemania, cuyo objetivo estratégico es asegurar un acceso preferente a esta fuente energética. En esta línea, la expansión de las capacidades de producción y el desarrollo de infraestructuras para el transporte de hidrógeno verde constituyen metas centrales de la plataforma h2LAC, lanzada en noviembre de 2021 por la Sociedad Alemana de Cooperación Internacional (GIZ, por sus siglas en alemán), en alianza con el Banco Mundial, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y la Unión Europea.

Es importante poder analizar estas tres propuestas desde un lente de la Ecología Política, ya que pueden surgir conflictos especialmente en países donde existen condiciones de pobreza energética o donde la energía no se considera un derecho. En esos contextos, pueden surgir conflictos entre el uso de energía renovable para la producción de hidrógeno verde o para la desfossilización de la matriz energética doméstica, y la necesidad de satisfacer las demandas energéticas locales. De manera similar, la superficie de tierra requerida para la construcción de grandes parques de energía renovable pueden limitar otros usos del suelo. En las regiones áridas -como algunas de las áreas definidas para el desarrollo del hidrógeno en Chile o en Colombia-, la justicia hídrica podría verse comprometida si los recursos hídricos limitados se destinan a la producción de hidrógeno en lugar de cubrir las necesidades de agua

locales. Las plantas de desalinización, aunque buscan mitigar la escasez de agua, también tienen impactos negativos sobre los ecosistemas marinos y la pesca local. En países como Chile y Sudáfrica, las actividades mineras socioecológicamente destructivas hacen *greenwashing* bajo la premisa de que el hidrógeno verde puede enverdecer los sectores mineros. Desde la perspectiva de la ecología política y la justicia climática, cuando investigamos sobre futuros del hidrógeno, la investigación debería enfocarse en quiénes son los beneficiarios y quiénes asumen los costos de la mitigación climática a través del hidrógeno verde, desafiando las narrativas ecomodernistas sobre el “desacople por medio del crecimiento verde” en la transición energética (Kalt y Tunn 2022, 74).

Desde la perspectiva de la ecología política, Bringel y Svampa (2023) introducen un concepto relevante para el análisis crítico de la transición energética: el “Consenso de la Descarbonización”. Este término alude a la construcción de una narrativa dominante según la cual la única transición posible y realista es aquella que implica una creciente concentración de poder en actores no democráticos, tales como grandes corporaciones, instituciones financieras y organismos internacionales.

Según las autoras, este nuevo consenso guarda una estrecha relación con el anterior “consenso de los *commodities*”, que promovió la reprimarización de las economías latinoamericanas y profundizó procesos de desposesión mediante la destrucción de ecosistemas, el desplazamiento de comunidades y la intensificación de conflictos socioambientales. En este sentido, el concepto de consenso de la descarbonización permite visibilizar los intereses estructurales que subyacen a las propuestas actuales de transición energética, las cuales, bajo un discurso tecnocrático y aparentemente ambiental, corren el riesgo de reproducir las mismas lógicas de concentración de poder y despojo que caracterizaron el auge extractivista de las décadas anteriores.

El objetivo general de esta investigación es analizar en qué medida las políticas de hidrógeno verde en Chile, Colombia y Uruguay se relacionan positiva o negativamente con las posibilidades de una Transición Energética Justa y Popular para América Latina y en qué medida replican las falencias del consenso de los *commodities*.

Para ello se busca mediante los objetivos específicos:

- reconstruir la historia de la política del hidrógeno verde en cada país y analizar los potenciales impactos socioambientales de los proyectos previstos, en base a la literatura existente;

- contrastar las políticas de hidrógeno verde y las políticas de transición energética en cuanto a su congruencia y sus posibles tensiones en cada país;
- y discutir los resultados, retomando, eventualmente, las lecciones (no) aprendidas del consenso de los *commodities*.

Aspectos metodológicos

Para cumplir con el primer objetivo realicé un análisis de los discursos enunciados por parte de actores nacionales e internacionales sobre la necesidad de instalar la nueva economía del hidrógeno en cada país. Además, realicé un análisis documental de tratados bilaterales para cada país, leyes relacionadas al fomento de una Economía del Hidrógeno Verde, políticas públicas y acuerdos marco o de entendimiento de los países con las empresas privadas sobre la nueva economía del hidrógeno y la descarbonización.

Para cumplir el segundo objetivo realicé entrevistas individuales en profundidad a distintos tipos de actores para cada país, divididos principalmente en grupos de actores políticos (expertos en políticas internacionales, políticas públicas de energía), sectores empresariales (grupos inversores o empresas de hidrógeno verde) y movimientos sociales y académicos con posturas sobre las políticas para la nueva economía del hidrógeno verde. Los tres grupos fueron elegidos estratégicamente porque tienen posturas sobre los procesos de las políticas públicas de Hidrógeno en cada uno de los países (grupos de oposición, activistas y académicos), forman parte directamente de los procesos (gobiernos) o son promotores de los mismos (empresas), lo que les da legitimidad; y porque representan distintas formas de intervención, ya sea a través del activismo, creación de las políticas públicas o participación del mercado creando incentivos o regulaciones, creando opinión pública y conocimiento tanto científico como popular.

Por último, debido al tiempo implementado en esta investigación, las condiciones de las entrevistas individuales a las personas en los distintos países no fueron las mismas, siendo en algunos casos presenciales en Uruguay y videoconferencias en el caso de Chile y Colombia y algunas de Uruguay, lo que puede generar diferencias en la percepción del ambiente generado, las gestualidades y otras contextualizaciones que se dieron durante la entrevista.

La metodología utilizada para analizar los documentos tanto del primer como del segundo objetivo es el Análisis Crítico del Discurso (ACD). Para Kazemian y Hashemi

(2014), el ACD es un punto de vista interdisciplinario que observa la relación entre el poder y el discurso, particularmente investiga la forma en que la autoridad, dominancia e inequidad social son construidas, sostenidas, reproducidas y resistidas en el discurso hablado y escrito (Kazemian y Hasehemi 2014).

Para tener un criterio común establecí categorías para el análisis del discurso y subcategorías que me ayudaran a responder preguntas. Primero el discurso y su contexto; ¿cómo se presenta el hidrógeno verde, como una oportunidad económica, como un imperativo climático, como parte de una estrategia geopolítica? ¿Luego, ¿qué actores clave contiene el discurso; se mencionan gobiernos, corporaciones, empresas, la sociedad civil, la academia y/o poblaciones indígenas, racializadas y locales? ¿En qué rol están considerados? Como tercera subcategoría, planteé ¿cuáles son las estrategias de legitimación del discurso de la política de hidrógeno? ¿Es una oportunidad de crecimiento económico, está relacionado con la justicia climática o es la oportunidad de desarrollar nuevas tecnologías?

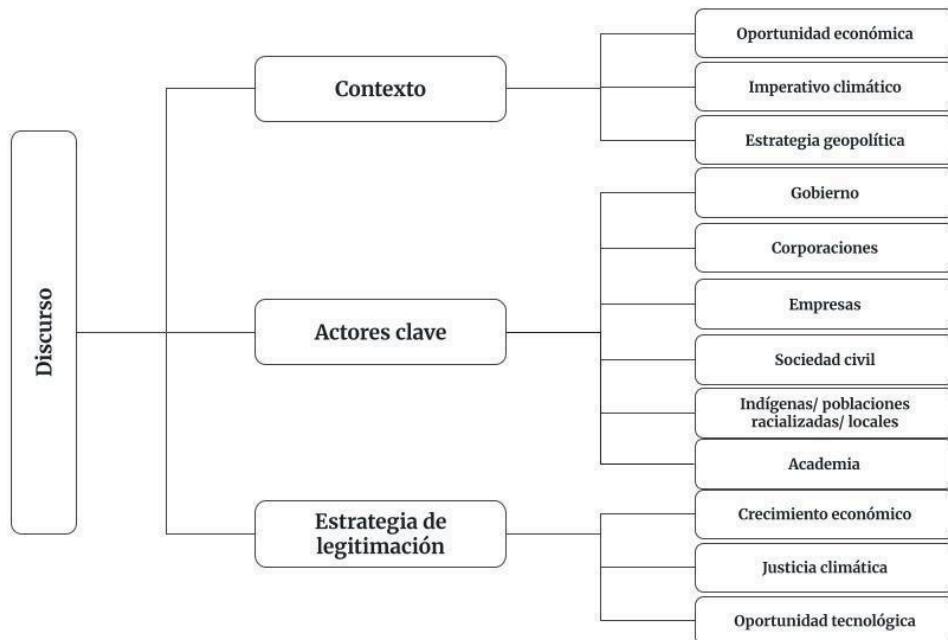


Figura 2. Categorías para el primer eje de análisis del discurso y sus subcategorías.

Imagen de elaboración propia.

Luego construí categorías para analizar las relaciones de poder y hegemonía en los distintos documentos. En esta etapa, me enfoqué en examinar las dinámicas coloniales y neocoloniales, considerando aspectos como el control o la dependencia generada por estas políticas, el rol del extractivismo dentro de ellas y las relaciones Norte-Sur. Me pregunté: ¿cómo se posiciona América Latina en este contexto? ¿Como un socio en igualdad de condiciones o como un proveedor subordinado al Norte? Finalmente, para

profundizar en las relaciones de poder y hegemonía, comparé las políticas según qué tipo de transiciones promueven. ¿Son transiciones corporativas o justas? Con este objetivo, analicé el peso de las corporaciones frente a los intereses sociales, así como el lugar que ocupan los trabajadores y el ambiente en dichas transiciones.

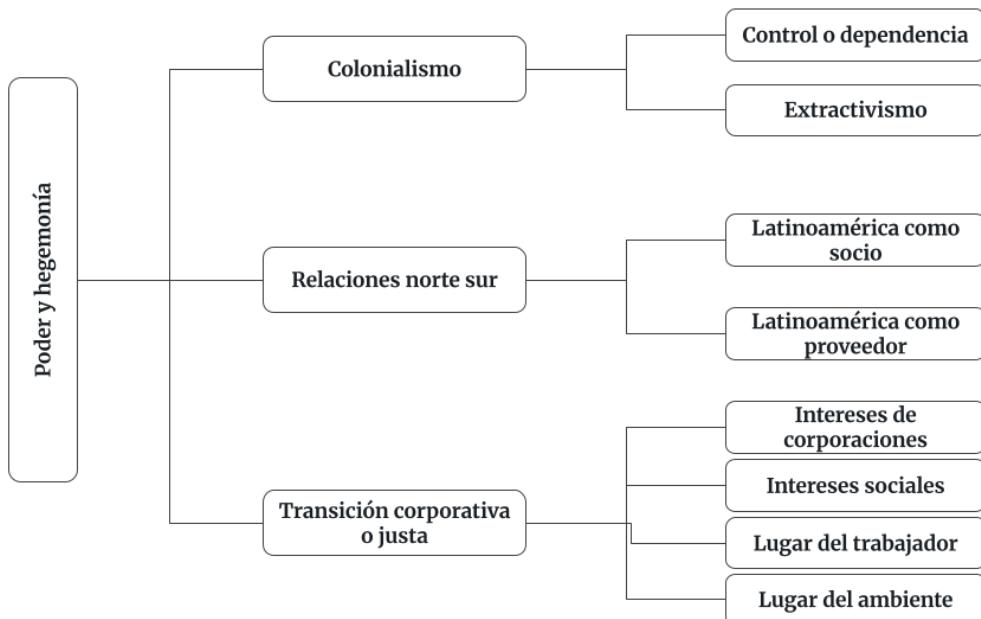


Figura 3. Segundo eje de análisis, categorías sobre el poder y la hegemonía en el discurso y sus subcategorías.

Imagen de elaboración propia.

Como tercer eje de análisis, abordé las narrativas ambientales y de crecimiento, el reconocimiento de los impactos ambientales y las formas mediante las que se habla del uso del agua y de la tierra, también contrasté el lugar de la justicia energética y la energía como derecho o como mercancía.

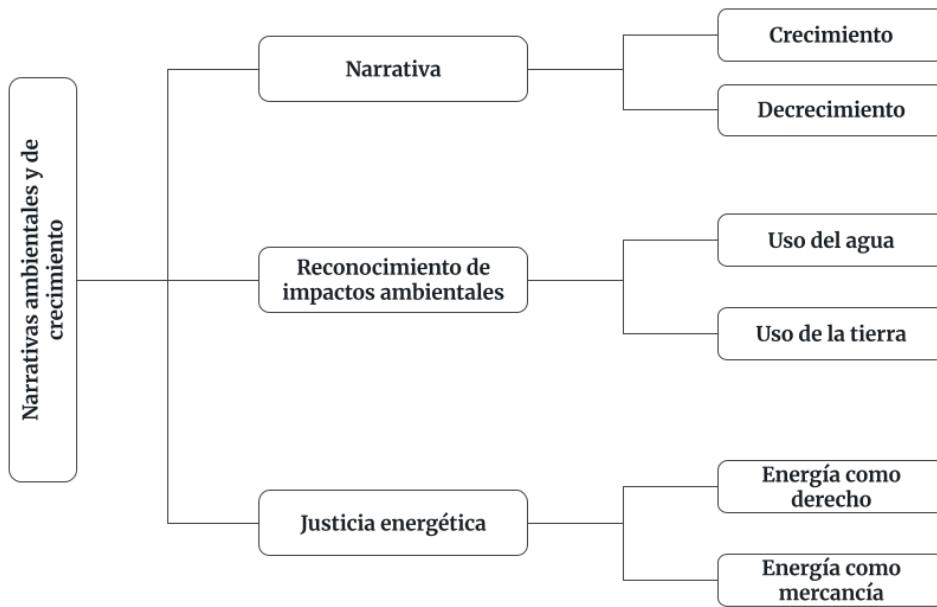


Figura 4. Tercer eje de análisis sobre narrativas ambientales y de crecimiento.

Imagen de elaboración propia.

Como último eje de ACD, observé las retóricas que transversalizan los documentos, si es un lenguaje tecnocrático, donde priman los conocimientos técnicos y de expertos, o una perspectiva de participación social efectiva donde se tomen en cuenta las perspectivas locales.

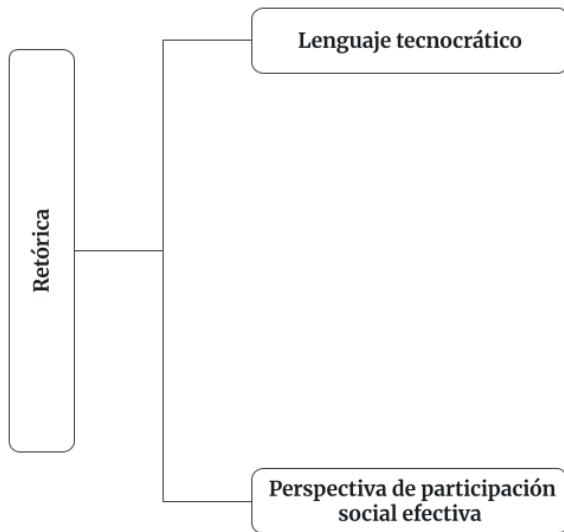


Figura 5. Cuarto eje de análisis, las retóricas y sus dos subcategorías.

Imagen de elaboración propia.

Para cumplir con el segundo objetivo entrevisté a representantes de tres grupos: *promotores del hidrógeno que trabajan en el respectivo gobierno, empresas interesadas*

en el hidrógeno y grupos de oposición que forman parte de la sociedad civil. En las guías para estructurar las entrevistas, definí previamente un conjunto de tópicos que debía abordar con todos los entrevistados. Aunque durante el desarrollo de las entrevistas tuve libertad para formular o dirigir las preguntas, me aseguré de tratar los mismos temas con cada participante y de recolectar la misma información de manera sistemática.

Se seleccionó un actor representativo para cada país, en el caso de los promotores del gobierno, se trata de asesores de los ministros que además tienen contacto directo con las empresas que anuncian sus proyectos en los países. Las empresas seleccionadas son aquellas que tienen al menos un paso formal con el Estado (iniciaron trámites ambientales, de localización, de operación), debido a que existen muchas empresas que anuncian proyectos de hidrógeno, pero luego no se concretan. Por último, los grupos de oposición fueron elegidos por haber manifestado públicamente una posición ya sea por medio de un *white paper* o por comunicados. Las personas entrevistadas dieron consentimiento informado al ser entrevistados, así como de ser nombrados a lo largo de esta investigación.

Tabla 1
Personas entrevistadas para cada tipo de actor en cada país.

	Chile	Colombia	Uruguay
Empresas	HNH: Erika Farías y Mario Marchese, entrevista personal 20 de enero de 2025	Ecopetrol: Respuesta por correo de la Oficina de Participación ciudadana, 12 de febrero de 2025	Enertrag: Fernando Puntigliano, entrevista personal 14 de enero de 2025
Gobierno	Ministerio de Energía: Mario Sillard, entrevista personal 12 de diciembre de 2024	Ministerio de Minas y Energía: Juan Camilo Zapata, entrevista personal 18 de diciembre de 2024	Ministerio de Industria Energía y Minería: María José González, entrevista personal 18 de diciembre de 2024

Grupos oposición	Manomet: Diego Quevedo, entrevista personal 20 de diciembre de 2024	Heinrich Boll: Santiago Aldana, entrevista personal 13 de diciembre de 2024	AUTE: Gonzalo Castelgrande, entrevista personal 18 de diciembre de 2024
------------------	---	---	---

Fuente: Elaboración propia.

Se realizó un mismo conjunto de preguntas guía para cada grupo de actores. Estas incluyen si conocen el origen de los proyectos del hidrógeno verde, cuáles son las condiciones internas del país para su desarrollo, preguntas sobre la escala de los proyectos y las necesidades del país, preguntas sobre los impactos socioambientales, su análisis y la participación de la sociedad organizada en estos procesos, preguntas sobre el nivel de discusión a nivel de debate público nacional, y finalmente preguntas acerca de su postura sobre las políticas de cooperación y de inserción regional.

En el siguiente apartado, se analiza el contexto de crisis múltiples y los límites planetarios en relación con el cambio climático, enmarcando la problemática de la transición energética dentro de la crisis civilizatoria. Se introduce el concepto de “consenso de la descarbonización”, destacando cómo las estrategias globales para reducir emisiones de carbono pueden perpetuar estructuras de poder y desigualdad, particularmente en el Sur Global. Se examina el papel del Estado en las transiciones corporativas y el extractivismo energético, evidenciando cómo la descarbonización, en muchos casos, refuerza el colonialismo verde. Finalmente, se presentan propuestas para una transición energética justa y popular, que desafían la mercantilización de la energía y promueven modelos descentralizados, democráticos y sostenibles.

Capítulo primero

Crisis múltiples, límites planetarios y cambio climático

En el contexto actual, atravesado por múltiples crisis interrelacionadas, proliferan propuestas que buscan ofrecer soluciones simplificadas a problemas complejos, muchas veces mediante ajustes superficiales que no abordan las causas estructurales que las originaron. Lander y Arconada (2020) denominan a esta configuración una crisis civilizatoria, entendida como una crisis terminal del patrón civilizatorio de la modernidad colonial. Esta crisis se manifiesta en diversas dimensiones —climática, ecológica, democrática, alimentaria, entre otras— que están interconectadas y se refuerzan mutuamente.

El modelo civilizatorio en cuestión se caracteriza, en términos sintéticos, por ser antropocéntrico, patriarcal, colonial, clasista y racista. Sus estructuras de conocimiento hegemónico, así como su aparato científico y tecnológico, lejos de ofrecer salidas estructurales a esta crisis, contribuyen a profundizarla. Esto ocurre, entre otros factores, mediante la reproducción de la ilusión del crecimiento ilimitado en un planeta con recursos finitos (2020, 15).

Kyle Whyte es un académico indígena de la Nación Potawatomi, que escribe desde un punto de vista que combina el conocimiento tradicional indígena con la filosofía ambiental y la justicia climática. Su trabajo intenta disputar las aproximaciones coloniales a la crisis climática a través de representar las formas en que las comunidades indígenas han enfrentado desastres climáticos y han sostenido sistemáticamente prácticas territoriales sostenibles. Su punto de vista es vital dentro de la literatura de la crisis climática porque se construye desde un marco de discusión que incluye las epistemologías indígenas que acentúan una relación de reciprocidad con la naturaleza, responsabilidad intergeneracional y resiliencia comunitaria. Es por esto que Whyte no sólo cuestiona las narrativas dominantes, pero además ofrece alternativas basadas concretamente en la ética y soberanía indígena. En este contexto, Kyle Whyte (2020) analiza la epistemología de la crisis como un marco que da sentido a las crisis percibidas o reales. Para Whyte, la clave de esta epistemología es la inminencia: la idea de que algo peligrosamente injusto se está gestando y exige respuestas inmediatas. La urgencia de estas crisis, sumada a su aparente falta de precedentes históricos que permitan abordarlas con herramientas del pasado, genera la necesidad de soluciones rápidas. Sin embargo, esta premura hace que los efectos perjudiciales de las decisiones tomadas se consideran desafortunados, pero aceptables. La creciente literatura y los

informes técnicos han demostrado que muchas de las llamadas soluciones de energía limpia para mitigar el cambio climático han resultado ser injustas o perjudiciales para los pueblos indígenas, racializadas y comunidades locales en distintas partes del mundo (4).

Según Whyte (2020), el colonialismo se perpetúa hoy en nombre de la respuesta a las crisis ambientales, siendo el cambio climático el caso paradigmático. Las acciones colonialistas actuales suelen justificarse bajo el argumento de que responden a una crisis urgente, lo que permite enmascarar nuevas formas de opresión. Un ejemplo claro es el desplazamiento de comunidades indígenas en el oeste de Estados Unidos, obligadas a abandonar sus territorios bajo la excusa de la gestión de riesgos ambientales y climáticos. Asimismo, la crisis energética en Europa, exacerbada por la guerra entre Rusia y Ucrania, ha servido como justificación para la implementación de medidas de emergencia en el Sur Global, subordinando estos países a los intereses geopolíticos del Norte. La descarbonización, en este sentido, se presenta como una solución a una doble crisis: el cambio climático y el conflicto geopolítico en Europa. Así, la urgencia de la crisis no solo justifica la reproducción de viejas dinámicas de explotación y despojo, sino que refuerza la lógica colonial bajo nuevas justificaciones ambientales.

Una de las razones por las que hoy hablamos de crisis es que los límites de la capacidad de carga del planeta han sido sobrepasados por la humanidad en su conjunto, a través de la profundización de las múltiples dimensiones de la globalización neoliberal que con su avance ha ahondado los procesos de mercantilización y apropiación de los recursos naturales. Sin un freno a corto plazo a estos patrones de crecimiento desbordados y una orientación al decrecimiento y la redistribución de los bienes comunes del planeta no estará garantizada la continuidad de la vida humana a mediano plazo (Lander y Arconada 2020).

En 2009, el Stockholm Resilience Centre presentó, por primera vez, una propuesta conceptual publicada en la revista *Ecology & Society*, en la que se introdujo el marco de los nueve límites planetarios. Estos fueron definidos como umbrales seguros frente a las presiones antropogénicas ejercidas sobre el sistema terrestre, cuya superación podría desencadenar cambios ambientales globales abruptos. El planteamiento subraya que la transgresión de uno o más de estos límites conlleva el riesgo de atravesar umbrales críticos, capaces de generar transformaciones no lineales y potencialmente irreversibles en procesos de escala planetaria (Rockström et al. 2009).

En ese primer informe, los nueve límites fueron establecidos sobre la base del conocimiento científico disponible en ese momento, e incluyen: el cambio climático, la acidificación de los océanos, la reducción del ozono estratosférico, los ciclos biogeoquímicos del nitrógeno (N) y del fósforo (P), el uso global de agua dulce, el cambio en el sistema terrestre y la pérdida de biodiversidad.¹ A estos se sumaron dos límites adicionales —la contaminación química y la carga atmosférica de aerosoles— para los cuales no se definieron umbrales cuantitativos en aquella primera versión, debido a la insuficiencia de datos científicos.

La actualización más reciente del informe representa un hito al cuantificar de manera sistemática los nueve límites planetarios, concluyendo que seis de ellos han sido ya transgredidos. Esta constatación indica que el planeta se encuentra actualmente muy por fuera del espacio operativo seguro para la humanidad (Richardson et al. 2023). Entre los límites que se encuentran próximos a ser sobre pasados destaca la acidificación de los océanos, cuyo umbral crítico está cerca de ser alcanzado. Asimismo, se confirma que la carga atmosférica de aerosoles ya excede los niveles permitidos a nivel regional. En contraste, se ha registrado una leve recuperación en los niveles de ozono estratosférico. Por su parte, los límites ya identificados previamente como transgredidos —el cambio climático, los ciclos del nitrógeno y del fósforo, el uso global del agua dulce, la transformación del uso del suelo y la pérdida de biodiversidad— han mostrado un agravamiento en su grado de transgresión, lo que refuerza la urgencia de implementar acciones globales coordinadas para evitar consecuencias ecológicas de gran escala.

A continuación, hablaremos de uno de los límites sobre pasados, más conocidos a nivel público que es el Cambio Climático. En los reportes del Panel Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC), publicados en los años 1990, 1996, 2001, 2007, 2014 y 2023, se ha presentado sucesivamente una caracterización más severa y con mayores niveles de confianza sobre las tendencias. Según el grupo de más de 120 autores, el Informe de Síntesis (SYR, por sus siglas en inglés) es un trabajo independiente sobre la evidencia más relevante para las políticas proveniente de la

¹ Cada límite planetario cuenta con umbrales específicos que definen el espacio seguro para la humanidad. Para el cambio climático, se establece una concentración de CO₂ inferior a 350 ppm y/o un forzamiento radiativo menor a +1 W/m². La acidificación de los océanos debe mantenerse con una saturación de aragonita ≥80 % de los niveles preindustriales. En el caso del ozono estratosférico, se admite una reducción inferior al 5 % respecto al nivel preindustrial de 290 unidades Dobson. Para el nitrógeno, la fijación industrial y agrícola de N₂ no debe superar los 35 Tg por año; y para el fósforo, el flujo anual hacia los océanos no debe exceder diez veces la tasa natural de erosión. El uso global de agua dulce se limita a menos de 4000 km³ por año. En cuanto al cambio del sistema terrestre, no más del 15 % de la superficie libre de hielo debe destinarse a agricultura. Finalmente, la pérdida de biodiversidad no debe superar una tasa de 10 extinciones por millón de especies al año.

literatura científica, técnica y socioeconómica evaluada en el Sexto Informe de Evaluación (AR6, por sus siglas en inglés). El SYR condensa e integra las principales conclusiones de los tres informes de los Grupos de Trabajo del IPCC durante el AR6 y los tres Informes Especiales del AR6 en un documento conciso (Calvin et al. 2023). Para aceptar la premisa de que el cambio climático existe es necesario fidelidad y confianza en los métodos científicos y procesos institucionales del IPCC. Este panel recopila, eleva y resume la investigación de todos los trabajos publicados en revistas científicas especializadas sobre el tema. Pero como lo indica el nombre del IPCC se trata de una iniciativa política, social y científica, y lo que publica se basa en otras prerrogativas institucionales, como las agencias nacionales de financiación, además de que lo que se publica se negocia línea por línea entre los países participantes y sus científicos (Callison 2015, 2). Se trata entonces de un informe que lejos de tener intencionalidades alarmistas, tiene un sesgo conservador. No sólo requieren elevados niveles de consenso entre los científicos participantes para cada una de sus afirmaciones, sino que, adicionalmente, dichas conclusiones pasan por el filtro de los representantes de los gobiernos de todo el mundo a nombre de los cuales este grupo presenta sus resultados (Lander y Arconada 2020, 17). Con esto lo que se puede afirmar con certeza es que el conocimiento del Cambio Climático como un hecho es colaborativo, basado en el consenso político y científico a la vez (Callison 2015).

Pasemos entonces a revisar las principales conclusiones del reporte del IPCC AR6 publicado en el 2023, estas confirman que las actividades humanas, principalmente la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), han causado inequívocamente el calentamiento global, con un aumento de la temperatura media de la superficie global de 1,1 °C entre 2011-2020 en comparación con 1850-1900. Este incremento, más acelerado desde 1970 que en cualquier otro momento de los últimos 2000 años, se ha manifestado de forma más pronunciada en tierra (1,59 °C) que en océanos (0,88 °C). Las concentraciones de GEI, como el dióxido de carbono, metano y óxido nitroso, han alcanzado niveles sin precedentes en millones de años, impulsadas por el uso de combustibles fósiles, actividades industriales y cambios en el uso de la tierra (Calvin et al. 2023, 42).

Entre 1850 y 2019, las emisiones acumuladas de CO₂ superaron las 2400 GtCO₂, con el 42 % generado en las últimas tres décadas. En 2019, el sector energético, industrial, de transporte y edificios aportó el 79 % de las emisiones, mientras que la agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra contribuyeron con el 22 %. Las emisiones varían

significativamente entre regiones y países: un 35 % de la población vive en países con emisiones superiores a 9 tCO₂-eq per cápita, mientras que un 41 % habita en naciones con menos de 3 tCO₂-eq per cápita. Los países menos desarrollados y los pequeños estados insulares, aunque generan bajas emisiones, son altamente vulnerables a los impactos climáticos (44).

El cambio climático ha intensificado fenómenos extremos como olas de calor, lluvias intensas, sequías y ciclones, afectando de forma desproporcionada a las comunidades vulnerables, especialmente en África, Asia, América Latina, islas pequeñas y el Ártico. Estos eventos han agravado la inseguridad alimentaria, la escasez hídrica y los riesgos para la salud, además de causar daños irreversibles en ecosistemas y pérdidas significativas en pesca, acuicultura y agricultura. En zonas urbanas, los eventos climáticos extremos han afectado infraestructuras y servicios básicos, perjudicando especialmente a las poblaciones marginadas (46).

Entre 2010 y 2019, las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) continuaron en aumento, impulsadas por patrones de uso insostenible de la energía y del suelo, así como por estilos de vida y modelos de consumo y producción marcadamente desiguales. Estas desigualdades se manifiestan entre regiones, entre países, dentro de los países y también entre individuos. El cambio climático inducido por la actividad humana ya está incidiendo en la intensificación y frecuencia de fenómenos meteorológicos y climáticos extremos en todas las regiones del planeta. Como resultado, se han generado impactos adversos generalizados sobre la seguridad alimentaria y del agua, la salud pública, las economías y el tejido social, además de pérdidas y daños significativos tanto en los ecosistemas como en las comunidades humanas. Cabe destacar que las poblaciones más vulnerables —que históricamente han sido las que menos han contribuido al cambio climático— son, sin embargo, las más afectadas por sus consecuencias (Calvin et al. 2023).

El SYR del AR6 plantea respuestas a corto plazo para los sistemas energéticos en un clima cambiante, con el objetivo de alcanzar emisiones netas de CO₂ igual a cero. Esto implica una drástica reducción del uso de combustibles fósiles, limitando su consumo a aquellos acompañados de tecnologías de captura y almacenamiento de carbono (CAC). También se propone la transición hacia sistemas eléctricos sin emisiones, la electrificación generalizada, el desarrollo de vectores energéticos alternativos en aplicaciones donde la electrificación sea difícil, y la mejora en la eficiencia y

conservación energética, promoviendo la integración del sistema energético (Calvin et al. 2023, 104).

El informe destaca el potencial de las energías renovables, como la solar y la eólica, junto con mejoras en eficiencia energética y reducción de emisiones de metano de actividades como minería, petróleo, gas y desechos. Estas medidas son calificadas como opciones de bajo costo. Sin embargo, muchas de ellas son criticadas como soluciones “cosméticas” o “falsas soluciones” que perpetúan el modelo extractivista. Además, se subraya la necesidad de adaptar los sistemas energéticos ante los efectos de eventos climáticos extremos, que impactan la producción hidroeléctrica, la eficiencia de plantas termoeléctricas, los rendimientos de bioenergía y la demanda de energía para calefacción y refrigeración. Las opciones de adaptación incluyen el fortalecimiento de infraestructuras, diversificación energética y uso eficiente del agua, especialmente en escenarios de calentamiento de hasta 1,5 °C a 2 °C, aunque su efectividad disminuye a mayores niveles de calentamiento. Tecnologías como la solar, eólica e hidroeléctrica, junto con estrategias de eficiencia energética, se presentan como medidas clave para proveer de energía sin expandir la matriz energética mediante los combustibles fósiles (Calvin et al. 2023, 104).

En cuanto a otras propuestas para disminuir el uso de combustibles fósiles y avanzar hacia la transición de energías limpias o renovables la Agencia Internacional de Energías Renovables (IRENA) ha presentado propuestas claras y ambiciosas para acelerar la electrificación y la transición hacia sistemas energéticos sostenibles. Uno de los objetivos principales es triplicar la capacidad de energía renovable para 2030, lo que implica alcanzar 11 000 GW. Para lograr esto, se necesitaría un incremento anual de aproximadamente 1000 GW en capacidad renovable instalada. Por su parte, la Agencia Internacional de la Energía (IEA) ha enfatizado la importancia de desplegar redes eléctricas y almacenamiento en baterías para respaldar la meta global de triplicar la capacidad de energía renovable. Según la IEA, será necesario construir 25 millones de kilómetros de líneas de transmisión y añadir 1500 GW de capacidad de almacenamiento de energía para 2030, lo que representa un aumento de 15 veces respecto al nivel actual. Asimismo, la IEA ha subrayado la relevancia de fortalecer la cooperación internacional en sectores de altas emisiones, un aspecto crítico para mantenerse en el camino hacia los objetivos climáticos. La electrificación de sectores clave y la implementación de soluciones de energía limpia son pilares esenciales en las recomendaciones de esta agencia.

En cuanto a las Conferencias de las Partes (COP), a pesar de que las últimas tres se han realizado en países que son principalmente exportadores de gas o petróleo, además de un alto tránsito de *lobbistas* de las empresas petroleras, las resoluciones recientes han definido metas claras en electrificación y energía renovable. Durante la COP28 (2023), la Presidencia propuso establecer como objetivo alcanzar 11 000 GW de capacidad de energía renovable para 2030, un compromiso alineado con la visión de IRENA y respaldado por diversas partes interesadas. En la COP29 (2024), el enfoque se centró en reducir la dependencia global de los combustibles fósiles y acelerar el despliegue de energías renovables, avanzando en un compromiso mundial en materia de almacenamiento y redes de energía, profundizando la voluntad de avanzar en la transición energética.

Todas estas propuestas de expandir la matriz eléctrica no están necesariamente asociadas al abandono paulatino del combustible fósil o la distribución equitativa al acceso a la energía eléctrica, sino que se tratan de medidas para expandir la matriz eléctrica para sostener los patrones de consumo actuales. Por otra parte, las medidas que implican la descarbonización tampoco están asociadas directamente al abandono del uso de combustibles que emiten GEI.

El consenso de la descarbonización y las métricas de carbón en un contexto de crisis

Las propuestas de descarbonización surgieron antes de la publicación del Informe de Síntesis del Sexto Informe de Evaluación (SYR AR6) y, desde sus inicios, estuvieron fundamentadas en la premisa de que el crecimiento económico es compatible con la conservación de la naturaleza, una noción alineada con los postulados del denominado capitalismo verde. Ya en 2007, el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) definía la descarbonización como la “vía hacia una economía con baja intensidad de carbono” (IPCC, 2007, 219). En ese mismo contexto, se planteó la posibilidad de alcanzar dicho objetivo mediante estrategias de geoingeniería, entre ellas la bioenergía con captura y almacenamiento de carbono (BECCS, por sus siglas en inglés).

Estas propuestas representan enfoques hegemónicos de descarbonización que, lejos de cuestionar las lógicas del sistema económico dominante, promueven nuevas dinámicas de acumulación. Ejemplo de ello son los mercados de certificados de compensación de carbono y la creciente inversión en instrumentos financieros especulativos como los

bonos verdes o azules. Tal como se ha señalado previamente, muchas de las soluciones promovidas bajo el paradigma de la descarbonización implican no una reducción real del uso de combustibles fósiles, sino su sustitución por un despliegue masivo de tecnologías basadas en energías renovables. Entre estas destaca, sobre todo, la electrificación del transporte privado e individual, ya que el modelo de consumo dominante prioriza la comodidad y flexibilidad del vehículo particular en detrimento del transporte público, que resulta menos compatible con las dinámicas de crecimiento económico y producción acelerada. Asimismo, este modelo requiere de la intensificación de la extracción de minerales estratégicos como las tierras raras o el litio, fundamentales para la transición energético-digital.

En este sentido, tales propuestas no constituyen verdaderas alternativas de descarbonización, entendida como la renuncia efectiva a explotar barriles de petróleo, metros cúbicos de gas o toneladas de carbón. Por el contrario, en la práctica, refuerzan un modelo económico basado en los combustibles fósiles y, como advierten Yáñez y Moreno, “significan más carbono, más CO₂ en la atmósfera” (Yáñez y Moreno 2023, 123).

Para caracterizar los procesos que vamos a estudiar debemos entender que existe un contexto donde el mundo se plantea como un acuerdo tácito al “consenso de la descarbonización”, que es lo que llevará a los países a transiciones energéticas justas. Según Bringel y Svampa (2023) el consenso de la descarbonización se trata de un acuerdo global, que como veíamos previamente, apuesta por el cambio de una matriz energética basada en los combustibles fósiles a otra reducida en o sin emisiones de carbono, asentada en las energías renovables. Esta transición tiene como objetivo luchar contra el calentamiento global y la crisis climática promoviendo el consumo de energías limpias y la digitalización (Bringel y Svampa 2023). Se trata de una descarbonización en la que, al mismo tiempo que la industria, junto al rol regulador de los Estados cimentan nuevas fuentes de energía como el hidrógeno, se usan pozos agotados de petróleo como espacios para captura y almacenamiento de CO₂, se expanden los monocultivos de árboles para biomasa y los cultivos para agrocombustibles y se amplía la narrativa para relanzar la energía nuclear en pequeños reactores modulares, para uso local y descentralizado (Yáñez y Moreno 2023, 123).

El problema con estos conceptos es que se plantean desde un norte global que, lejos de abandonar el consumo de combustibles fósiles, pretende expandir su matriz energética con energías renovables a costa de los recursos que se concentran en el sur global.

También se tratan de descarbonizaciones de las economías que no descarbonizan nada ya que para lograr el *cero neto* se validan falsas equivalencias entre las moléculas de CO₂ fósil que son liberadas a la atmósfera por la acción humana de extractivismo de gas, petróleo y carbón, con las moléculas de carbono biológico _que son parte del ciclo de la vida_ (Yañez y Moreno 2023, 123), y que además afectan a la estructura y funcionamiento de los ecosistemas tales como los conocemos. No es lo mismo una molécula de carbono almacenada y fijada en el suelo de un pastizal, que siendo captada en un árbol de un monocultivo forestal y al tiempo siendo liberada a la atmósfera por la tala y quema realizada por el modelo celulósico-forestal; que muchas veces se presenta al mercado como un sumidero de carbono cuando en realidad almacena el carbono por un tiempo de vida corto.

Transiciones energéticas, desde el sur global para el norte global: Extractivismo energético y colonialismo verde

Disputas de sentido en las transiciones justas

Teniendo en cuenta la visión de Whyte (2020) de que las crisis no son nuevas y que existen lecciones anteriores que se descartan por premura, podemos ver que el concepto de Transición Justa no es nuevo. Este concepto aparece por primera vez en 1970, como uno de los principios rectores del movimiento obrero de la Unión Internacional de Trabajadores del Petróleo, la Química y la Energía Nuclear: y posteriormente aparece en el Preámbulo del Acuerdo de París (2015) mencionando la necesaria reconversión laboral para los trabajadores de las petroquímicas. En este marco, muchas de las concepciones que se hacen sobre las transiciones energéticas ponen como centro abandonar la dependencia de los combustibles fósiles reemplazando estos con energías renovables (ya sean eólica, solar, geotérmica, mega hidroeléctricas e incluso nuclear), ya que identifican las emisiones de GEI como una de las principales causas del Cambio Climático antropogénico (Bertinat, Chemes 2022).

Sin embargo, centrar las transiciones en las métricas de GEI dejan de lado los efectos que pueden tener las energías renovables en otros aspectos socioambientales como, por ejemplo, contaminación, reducción de la biodiversidad, consumo y acceso desiguales a bienes naturales, violación de derechos, desplazamiento y enajenación de tierras, entre otros (Bertinat, Chemes 2022). Por otra parte, según Camila Moreno, Daniel Speich Chassé y Lili Fuhr, la reducción de los problemas del cambio climático a los efectos de

los GEI y más aún a la medición del carbono en toneladas también se ha convertido en una herramienta para impulsar intereses económicos. Se ha integrado en el discurso y el pensamiento económicos de una manera que puede considerarse peligrosa. La métrica de carbono se utiliza para enmarcar la acción climática en términos de reducciones de emisiones mensurables, reportables y verificables (MRV), que son las únicas acciones elegibles para pagos basados en resultados en el marco actual de financiamiento climático. Este sistema de contabilidad de carbono, respaldado por entidades como el Banco Mundial, simplifica las crisis ecológicas complejas a unidades manejables de carbono (Moreno, Speich Chassé y Fuhr 2015). A esta reducción conceptual que se conoce como “carbonización del clima” se asocia el interés de establecer indicadores cuantitativos para crear herramientas de mercado (Bertinat, Chemes, Forero 2020).

Estas métricas, entonces, sustentan visiones de que es indispensable que las transiciones sean rápidas, urgentes -como veíamos anteriormente- y que la única forma de hacerlo sea de forma corporativa. Y esto no implica que sean solo empresariales, sino también que puedan tener al Estado implementando distintos mecanismos, herramientas y proyectos en favor de estas transiciones.

El rol del Estado en las transiciones corporativas, bases del extractivismo y el colonialismo verde

Ulrich Brand y Miriam Lang (2023) analizan el papel del Estado en las transiciones ecosociales, destacando su relación estructural con el capitalismo global y las dinámicas de poder dominantes. En su reflexión, advierten que en contextos de crisis el Estado tiende a reforzar los intereses económicos y políticos hegemónicos. Asimismo, señalan que ciertas propuestas, como el Nuevo Pacto Verde (Green New Deal), conciben al Estado —o a las instituciones de la Unión Europea— como actores fundamentales en la regulación, la formulación de políticas públicas y la redistribución de recursos, con capacidad para promover transformaciones socioecológicas dentro de marcos políticos de orientación progresista o de izquierda. En estas visiones, se plantea que el Estado podría (re)asumir un rol protagónico mediante la inversión en energías renovables, infraestructuras sostenibles o la implementación de mecanismos como impuestos fronterizos vinculados a las emisiones de carbono (Comisión Europea 2019). No obstante, este enfoque, influido por corrientes (eco)keynesianas, evita cuestionar en profundidad la lógica estructural del capitalismo y su dependencia del crecimiento económico continuo (Brand y Lang 2023, 182).

Desde esta perspectiva crítica, los autores subrayan que el Estado no constituye una entidad autónoma, sino que forma parte integral del sistema capitalista, configurado institucionalmente para garantizar las condiciones necesarias de acumulación y estabilidad. En este sentido, es también un agente clave en la promoción de modelos de crecimiento económico y de patrones de producción y consumo insostenibles. Esta función está anclada en su dependencia de recursos fiscales generados por actividades económicas capitalistas, así como en su inserción en una economía global regida por la competencia internacional, donde se prioriza la competitividad frente a las implicaciones ecológicas. Un ejemplo de ello es la necesidad del Estado de sostenerse mediante excedentes económicos —ya sea por la producción de plusvalor o por rentas provenientes, por ejemplo, de la concesión de territorios a empresas mineras o petroleras— (Brand y Lang 2023, 185).

Si bien existen diferencias entre los distintos contextos estatales, los autores advierten que los Estados realmente existentes forman parte del régimen de crecimiento capitalista dominante. Este régimen reproduce formas estructurales de dominación y explotación basadas en la clase, el género y la raza, así como relaciones de subordinación global. En el marco de la globalización neoliberal, las empresas transnacionales (ETN) compiten a escala mundial, y con frecuencia los Estados-nación modifican sus objetivos políticos o flexibilizan sus normativas ambientales con el fin de favorecer su competitividad internacional (Brand y Lang 2023, 186).

Este escenario impone restricciones aún mayores a los Estados periféricos, cuya capacidad de impulsar proyectos transformadores se ve limitada por la presión del capital transnacional y por dinámicas persistentes de dependencia económica (Brand y Lang 2023, 187). La influencia del capital y de los actores políticos extranjeros está profundamente inscrita en las estructuras estatales, en lo que Cardoso y Faletto denominaron la “internalización de los intereses externos” (Cardoso y Faletto 1979). En esta línea, Kristina Dietz (2023) advierte que, en aquellos contextos donde el Estado depende en gran medida de los ingresos generados por la extracción de recursos y donde la regulación social y ambiental es insuficiente para proteger los ecosistemas o los derechos colectivos, los movimientos sociales enfrentan el desafío de movilizarse no solo contra el extractivismo, sino también contra un discurso hegemónico “verde” que obstaculiza la construcción de alianzas internacionales (Dietz 2023, 52).

A mi entender en los marcos de crisis multisistémicas el Estado y las ETN pueden verse como entidades que perpetúan la idea de un sistema económico basado en el

crecimiento ilimitado, que no está basado en las necesidades humanas sino en la epistemología de la crisis, con una construcción del miedo a la carencia o a que el sistema predominante actual está en riesgo de desaparecer.

En este marco, la propiedad privada y el control y acceso a los bienes comunes juegan un rol central. Las transiciones corporativas² concentran el acceso a los materiales, las fuentes energéticas y las tecnologías necesarias para realizar las transiciones. En muchos casos estas concentraciones no están solamente a nombre de grandes empresas privadas, sino también en muchos casos pueden ser empresas públicas que ostentan el poder hegemónico. Estas transiciones impulsadas principalmente por grandes empresas, fundaciones y gobiernos del Norte Global, presionan a los países del Sur “desembarcando” con propuestas al mismo tiempo para que empiecen a competir en el mercado generando grandes zonas de sacrificio en las periferias mundiales para llevar a las grandes potencias como China, Estados Unidos y Europa a la “descarbonización” (Bringel y Svampa 2023). Estas dinámicas las vemos expresarse en la extracción de los bienes naturales necesarios para crear molinos eólicos y paneles solares o automóviles eléctricos, mediante la extracción de cobalto, litio, cobre, madera de balsa, todas provenientes del Sur Global. Finalmente, los proyectos de Hidrógeno Verde a gran escala acaparan grandes extensiones de tierra para la instalación de molinos de viento y paneles solares y extraen volúmenes de agua para la electrólisis. A este tipo de actividades los activistas y científicos le denominan extractivismo verde³. La crítica asociada a este término, por otra parte, apunta a las condiciones y consecuencias estructurales de la transición energética verde-tecnológica, que profundiza las relaciones globales de desigualdad y explotación ya establecidas históricamente (Dietz 2022). Es por esto por lo que también aquí entra el concepto de colonialismo verde, que extiende estas relaciones coloniales, sosteniendo el mismo sistema, pero con fuentes de energía diferentes y desplazando los costos socioambientales a los países y comunidades periféricas, permaneciendo intactas las mismas estructuras políticas, económicas y

² El término transición corporativa implica que la mayoría de los elementos en una transición (proyectos, artefactos, normativa, investigación, innovación, desarrollo entre otros) son controlados o funcionan en favor de corporaciones transnacionales o potencias mundiales. Esto resulta en la complejización del sistema bajo la excusa de la eficiencia, y limita la posibilidad de democratizar el uso de la energía y el control sobre la tecnología (TNI 2019).

³ Para Kristina Dietz, el concepto de extractivismo verde se refiere a la explotación y apropiación capitalista de materias primas, propiedades naturales (como la radiación solar o el viento) y mano de obra, especialmente en el Sur Global, con el propósito de impulsar la transición energética verde-tecnológica. A diferencia de lo que sugiere su nombre, este modelo no implica un uso ambientalmente sostenible ni socialmente justo de la naturaleza. Más bien, representa una reestructuración de la economía, la energía y el transporte que reproduce las relaciones globales de desigualdad y explotación.

sociales que generan desigualdad, empobrecimiento y desposesión (Hamouchène 2023). En el libro *Un sentido global del lugar* (Massey 2008) la autora habla de cómo el capital se mueve por el mundo, los lugares compiten porque ese capital se mueve hacia ellos pero las personas quedan encerradas en su lugar y lo que termina moviéndose por el mundo es el capital y no las personas, podríamos analizar también cómo el colonialismo verde y las transiciones energéticas corporativas están pensadas en un tiempo y en un espacio que encierran a las personas ya que su escala no está pensada en sus necesidades básicas sino en una idea de crecimiento que no es acorde a su modo de vida.

Propuestas de transiciones justas y populares

Para Roa y Bertinat (2023), la transición energética justa y popular se basa en el derecho de todas las personas a tener energía y cuestiona la idea de que esta sea una mercancía (Roa y Bertinat 2023). Consideran que la energía es parte de los comunes y por lo tanto es un derecho colectivo en congruencia con los derechos de la naturaleza. La idea de energía como derecho es similar al de otras luchas, tomando como ejemplo las del derecho al agua que no es solo para los seres humanos, sino para los seres vivos (271). La perspectiva de los autores incorpora la Naturaleza porque consideran que hay una interdependencia entre el disfrute pleno de la vida del ser humano y el ambiente (Bertinat et al. 2012). Las transformaciones ecosociales en este contexto no se limita a recuperar las iniciativas energéticas de lo público entendido solamente como lo estatal, sino que aboga por diversas formas de gestión pública, incluidas las experiencias comunitarias y cooperativas (Roa y Bertinat 2023). Estas comunidades deben ser repensadas no como meros consumidores de energía sino como los productores de su propia energía.

Al abordar las transiciones energéticas, es indispensable considerar los límites biofísicos del planeta, en particular la capacidad de los sumideros de carbono y la disponibilidad natural de materiales y minerales críticos para la transición. Estos factores imponen restricciones estructurales que impiden una simple sustitución de los combustibles fósiles por fuentes renovables dentro del modelo actual de producción y consumo. En este sentido, Roa y Bertinat subrayan la necesidad de reducir de manera planificada el uso neto de energía, articulando dicha reducción con estrategias que atiendan las desigualdades existentes y las necesidades diferenciadas de los países y grupos sociales.

Para ello, proponen incorporar de forma integral las dimensiones ambientales, sociales y políticas de cada proyecto, a fin de evaluar su verdadera sustentabilidad (2023, 273).

Entre las acciones clave destacan: acordar la no explotación de hidrocarburos en zonas de riesgo, monitorear la disminución neta de energía; establecer políticas para sectores como el transporte que en América Latina es el principal consumidor de energía; priorizar el desarrollo descentralizado de energías renovables y promover eficiencia energética y normas que vayan en contra de la lógica mercantil; descartar las subastas de energías renovables entre grandes proveedores comerciales / transnacionales como única opción y priorizar el desarrollo descentralizado y desconcentrado de estas fuentes (Roa y Bertinat 2023). La transición energética propuesta por los autores exige reconocer los “límites físicos naturales y humanos, igual que la inmanencia y la importancia de los vínculos y relaciones como rasgos inherentes a la existencia de la vida” (274) y coloca como urgente frenar el ritmo de crecimiento, así como establecer relaciones más armónicas con la Naturaleza.

Para los autores, es necesario cuestionar la matriz productiva y de transporte regional y buscar alternativas sustentables y justas como: establecer circuitos máximos de circulación de mercancías y desarrollar cadenas cortas de producción que prioricen lo local; analizar las áreas de producción material que deben decrecer y determinar qué dejar de producir; analizar cómo potenciar servicios frente a bienes materiales; desarrollar nuevas áreas de producción y servicios menos intensivos energéticamente; establecer un plazo para el fin del uso de los vehículos individuales de combustión interna; implementar un proceso de cambio modal del transporte de carga; repensar el rol y el diseño de la infraestructura, ya que se financia con fondos públicos y determina las conductas y los consumos futuros (Roa y Bertinat 2023, 274).

Una transición energética verdaderamente justa y popular exige la articulación de un modelo productivo que sea compatible con la sustentabilidad de la vida y con el cuidado de los sistemas ecológicos, colocando la vida en el centro de la transformación. Este proceso no puede entenderse únicamente en términos técnicos; por el contrario, implica profundas dimensiones sociales, culturales y políticas. Resulta fundamental construir nuevas formas de vida y relaciones en torno a la energía, así como resignificar la manera en que se comprenden y satisfacen las necesidades humanas.

Para avanzar en esta dirección, es necesario impulsar desde los Estados y las organizaciones sociales una serie de procesos y acciones que apunten a la desmercantilización, democratización, desfossilización, desconcentración,

descentralización y despatrrialización del sistema energético (Roa y Bertinat 2023, 277). Estas transformaciones son condiciones esenciales para que la transición energética no reproduzca las lógicas de poder y desigualdad del modelo vigente, sino que promueva una verdadera justicia energética con enfoque territorial y social.

Como mencioné anteriormente, muchas de las propuestas de transición energética a veces son catalogadas como soluciones “cosméticas” o “falsas soluciones”. Me gustaría ahondar en este último concepto. Según la Plataforma Latinoamericana y del Caribe por la Justicia Climática (PLACJC) y la Campaña Global para Exigir Justicia Climática, las falsas soluciones son “cualquier iniciativa, proyecto o propuesta que afirme avanzar en la protección del planeta y sus habitantes, con fórmulas que incluyen engaños, falencias técnicas, supuesta innovación tecnológica y un discurso que dice enfrentar el cambio climático, pero que continúa y consolida el sistema de sobreconsumo, el consumo de combustibles fósiles, la depredación natural y el acaparamiento de la riqueza, tal como les conocemos” (PLACJC y DJC s.f.) Otra característica de estas soluciones es la falta de participación y toma de decisiones democráticas, falta de transparencia en la administración y la promoción de conceptos como “economía verde”, “compensación de carbono”, también la promoción de “combustibles sintéticos” y las “soluciones basadas en naturaleza”. Para Carlos Tornel y Pablo Montaño cuando hablamos de falsas soluciones nos referimos a la aglomeración de discursos, tecnologías, dispositivos financieros, medidas regulatorias y políticas públicas que de forma superficial pretenden ofrecer una solución a uno o varios de los problemas interconectados y asociados de la crisis climática y el colapso de la modernidad occidental (Tornel y Montaño 2023, 37).

Estas falsas soluciones son impulsadas principalmente por actores corporativos transnacionales y organismos internacionales (como el Banco Mundial, la ONU, la OECD y la Unión Europea), en colaboración con grandes bancos e instituciones financieras (JP Morgan Chase, BlackRock, etc.). Estos actores promueven un modelo que prioriza la rentabilidad y la expansión capitalista, bajo la narrativa de la sostenibilidad, pero sin cuestionar las lógicas estructurales del crecimiento ilimitado y la mercantilización de la naturaleza. Quienes se benefician de estas “falsas soluciones” suelen ser corporaciones y élites financieras, que buscan en estas nuevas oportunidades de negocio (como los mercados de carbono, la bioeconomía, la digitalización de territorios —blockchain, NFTs — y megaproyectos de energías renovables) formas de mantener sus operaciones contaminantes mientras realizan *greenwashing*, presentándose como actores comprometidos con el ambiente sin transformar realmente sus prácticas

extractivas. También se benefician de estas soluciones los países del Norte Global que externalizan sus impactos ambientales hacia el Sur Global, perpetuando una división internacional del trabajo donde el Sur asume los costos ecológicos. Ejemplos claros son la reubicación en el Sur Global de industrias contaminantes, el acaparamiento de tierras para créditos de carbono y la imposición de proyectos de "energía limpia" que despojan a comunidades locales de sus territorios y recursos.

Para que estos proyectos se concreten en general se privilegian iniciativas a gran escala (geoingeniería, parques eólicos o solares masivos), que requieren inversiones millonarias y un control centralizado. Estas soluciones suelen ignorar las dinámicas locales, generando conflictos territoriales y desplazamiento de comunidades, especialmente pueblos indígenas y campesinos, como ha ocurrido en la Amazonía y otras regiones críticas para la biodiversidad.

Además, la escala global abstracta, utilizada por ejemplo en los mercados de carbono desvincula las acciones de los territorios concretos, facilitando la opacidad y la corrupción. Mientras las corporaciones y los gobiernos del Norte se benefician de mecanismos de compensación y bonos verdes, las comunidades afectadas quedan atrapadas en un sistema que reproduce las mismas desigualdades ecológicas y económicas que supuestamente busca resolver. En definitiva, estas falsas soluciones no sólo perpetúan el modelo extractivista, sino que también profundizan las crisis climática y social, al priorizar el lucro sobre la justicia ambiental y los derechos de los pueblos.

El interés de la Unión Europea en América Latina

Según Sanahuja (2022), la guerra en Ucrania ha incrementado la relevancia de América Latina para los países europeos, fortaleciendo así el vínculo birregional. Este internacionalista español sostiene que gran parte de este cambio de percepción, en el que América Latina deja de ocupar una posición periférica, responde a los desafíos y aprendizajes derivados del conflicto. Entre ellos, destaca el uso de los recursos naturales y económicos como herramientas para avanzar en objetivos políticos, en particular el empleo de la energía como mecanismo de presión sobre las economías de la Unión Europea (Sanahuja, Bonilla y Fundación Carolina 2022).

Los autores sostienen que es necesario avanzar hacia una mayor diversificación de los proveedores energéticos, acompañada de un compromiso más decidido con el desarrollo de energías renovables. No obstante, advierten que este proceso debe considerar los desafíos asociados a la soberanía alimentaria y el riesgo de generar, desde una perspectiva latinoamericana y caribeña, un nuevo ciclo de extractivismo en la región. En

este sentido, plantean que la asociación birregional entre América Latina y el Caribe (ALC) y la Unión Europea enfrenta la necesidad de cooperar en la diversificación de sus matrices energéticas y de sus capacidades productivas (Sanahuja, Bonilla y Fundación Carolina 2022).

Sin embargo, lo que estos enfoques no abordan explícitamente es que toda política derivada de acuerdos birregionales se desarrolla en un marco de asimetrías históricas de poder, marcado por deudas ecológicas y sociales originadas en el periodo colonial, las cuales no han sido reconocidas ni reparadas. Estas condiciones estructurales continúan siendo aprovechadas en el contexto actual, reproduciendo desequilibrios en la relación entre ambas regiones.

La problemática se agudiza al considerar que América Latina carece de una estrategia de cooperación unificada. En su lugar, ha afrontado negociaciones fragmentadas a través de acuerdos bilaterales —como los establecidos entre Mercosur y la Unión Europea, Chile y la Unión Europea, o México y la Unión Europea—, lo que debilita su capacidad de incidencia y coordinación como bloque regional.

Capítulo segundo

Las políticas de hidrógeno verde en Chile, Colombia y Uruguay

En este capítulo reconstruiré las distintas políticas surgidas en Chile, Colombia y Uruguay en el último tiempo (2018-2024). Para complementar mi visión realizaré un recorrido en cómo puede haber influido el desarrollo de distintas políticas europeas respecto a cambios en sus políticas energéticas y comerciales en el mismo período.

Para profundizar tanto en la visión de la Unión Europea como en cada país, analizamos a través del ACD los principales documentos y declaraciones que reconstruyen los avances en lo que respecta a políticas energéticas y comerciales relacionadas con el hidrógeno verde. Para la Unión Europea evaluamos tres documentos, el Pacto Verde (2019), REPowerUE (2022) y la Ley de Materias Primas Críticas (2024). Posteriormente para cada país de Latinoamérica estudiamos las hojas de ruta de cada gobierno y los documentos de avance que complementan a las mismas.

También presentaré en este capítulo los resultados de la investigación que surgen de las entrevistas realizadas a los diferentes actores en cada país. A los tres grupos de entrevistados se les consultó sobre distintos efectos de la instalación de las políticas públicas de hidrógeno verde y su congruencia con otras políticas de Estado como aquellas orientadas hacia la transición justa, la integración regional o la soberanía.

1. La influencia externa, el rol de la Unión Europea

El desarrollo de políticas de hidrógeno verde en Chile, Colombia y Uruguay se enmarca en un contexto global de transición energética donde la Unión Europea (UE) deseaemerger como un actor clave en la promoción de energías limpias y la descarbonización de su economía. Esta sección analiza cómo las políticas de la UE, particularmente el Pacto Verde Europeo, el plan REPowerEU, la Ley de Materias Primas Críticas (CRM por sus siglas en inglés), y los discursos de líderes europeos como Úrsula von der Leyen, han influido en la adopción de estrategias de hidrógeno verde en estos tres países latinoamericanos. A través de un análisis crítico de estos documentos y declaraciones, se identifican las categorías discursivas que subyacen a las políticas europeas y de qué manera estas han influido en las agendas energéticas de Chile, Colombia y Uruguay.

El Pacto Verde Europeo, presentado en 2019, constituye una hoja de ruta estratégica orientada a transformar la Unión Europea en una economía moderna, eficiente en el uso

de los recursos y competitiva, con la meta de alcanzar la neutralidad climática hacia el año 2050. El centro discursivo de este documento es la oportunidad económica que representa la transición energética, proponiendo la lucha contra el cambio climático como una nueva estrategia de crecimiento. Como señala el documento, “transformar la UE en una sociedad equitativa y próspera, con una economía moderna, eficiente en el uso de los recursos y competitiva, en la que no habrá emisiones netas de gases de efecto invernadero en 2050 y el crecimiento económico estará disociado del uso de los recursos” (Consejo de la Unión Europea 2021, 2).

Otro documento que complementa la visión estratégica de la UE para su transición energética es REPowerEU que fue lanzado en 2022 como respuesta a la crisis energética desatada por el conflicto Russo-Ucraniano. El discurso de oportunidad económica que primaba en El Pacto Verde Europeo en esta oportunidad se refuerza con un imperativo bélico y de seguridad energética. La necesidad de una respuesta urgente a la crisis climática es un eje central en ambos documentos, pero en REPowerEU esta urgencia se ve reforzada por un contexto geopolítico cambiante. El Pacto Verde destaca que “reanuda el compromiso de la Comisión de responder a los desafíos del clima y el medio ambiente, que constituye la tarea definitoria de esta generación” (Consejo de la Unión Europea 2021, 2).

REPowerEU, por su parte, subraya que “la agresión militar no provocada e injustificada de Rusia contra Ucrania ha perturbado enormemente el sistema energético mundial, evidenciando la excesiva dependencia de la UE de las importaciones de gas, petróleo y carbón procedentes de Rusia” (Comisión Europea 2022c, 1).

En este contexto, la estrategia geopolítica de la UE es evidente en ambos documentos, pero en REPowerEU adquiere una dimensión más urgente y vinculada a la seguridad nacional. Ambos documentos mencionan mecanismos de cooperación internacional para garantizar que las alianzas verdes formen parte de las relaciones con África y otras regiones como América Latina y el Caribe, Asia y el Pacífico; en REPowerEU se habla de trabajar con estos socios para diversificar los suministros y mitigar el aumento de los precios de la energía (europeo y Unión Europea 2021, 24) y (Comisión Europea 2022c, 4).

Este enfoque en la seguridad energética y la descarbonización ha llevado a la UE a buscar socios internacionales en África y América Latina para la producción y exportación de hidrógeno verde al poner un objetivo ambicioso: “REPowerEU establece un objetivo de 10 millones de toneladas de producción doméstica de hidrógeno

renovable y 10 millones de toneladas de importaciones de hidrógeno renovable para 2030” (Comisión Europea 2022, 8).

Por otra parte, ambos documentos destacan la importancia de la justicia climática y la participación social. El Pacto Verde por un lado propone esta preocupación desde el punto de vista de la necesidad de generar empleos y mantener los costos de la energía bajos (europeo y Unión Europea 2021, 26); mientras que REPowerEU encomienda al Parlamento Europeo a que adopten una propuesta enviada sobre el Fondo Social del Clima, con el fin de apoyar a los hogares vulnerables y a pequeñas empresas en la transición energética (Comisión Europea 2022c, 10).

Lo que insinúa que la transición energética en Europa estaría destinada a la energía en los hogares y las pequeñas empresas, garantizando quizás allí su participación. Sin embargo, ambos documentos también reflejan un enfoque altamente tecnocrático, donde las decisiones parecen estar guiadas por expertos y marcos regulatorios complejos, lo que puede limitar la participación efectiva de la sociedad civil. Por ejemplo, REPowerEU está altamente enfocado para agilizar los procedimientos de permisos ambientales y legales, y abordar ambigüedades en la aplicación de la legislación de la UE (Comisión Europea 2022c, 9).

Por otra parte, el destino de la energía producida por el gas o el hidrógeno verde estaría destinada a los sectores difíciles de abatir como son la industria, la construcción y la minería. Este enfoque técnico y los destinos de la energía pueden generar una brecha entre las políticas diseñadas por expertos y las necesidades reales de las comunidades donde finalmente se pretenden extender este tipo de proyectos⁴. Esto pasa especialmente en países como Chile, Colombia y Uruguay, donde la participación social en la toma de decisiones energéticas es aún incipiente. En el caso de Uruguay por ejemplo los ámbitos de participación están acaparados por grandes productores y consumidores de energía, pero no por usuarios de carácter doméstico.

Como vemos en ambos documentos, existe un amplio espectro sobre los posibles destinos del hidrógeno verde. Esto viene acompañado por un amplio debate de los escenarios donde el hidrógeno puede ocupar un lugar en la descarbonización de la matriz energética. Muchos expertos consideran que en las primeras etapas del hidrógeno

⁴ Existen amplios estudios de que los debates de Transiciones Justas se confinan a niveles nacionales o en este caso regionales, y de esta forma se limita el entendimiento de las interconexiones globales de las transiciones energéticas (Sovacool 2021 citado en Combariza Díaz 2024, 2). Por esto, es esencial reconocer que lo que puede ser una transición justa en un país puede tener repercusiones negativas e injustas en otros países (Fuchs et al. 2021 citado en Combariza Díaz 2024, 2).

verde es una tecnología de nicho, con un uso limitado excepto en proyectos de demostración ya que la mayor barrera a sortear son los costos de producción a mayor escala (el hidrógeno verde cuesta hasta tres veces más que el hidrógeno gris). Agencias como IRENA destacan que el hidrógeno debe usarse donde no haya soluciones más eficientes (ej. industria pesada), mientras que es más difícil que el hidrógeno penetre donde la electrificación directa es preferible, por ejemplo, en el transporte ligero o calefacción. Es difícil imaginarse un reemplazo a corto plazo de fuentes de hidrógeno gris por hidrógeno verde, mientras que el primero es más barato y es ampliamente utilizado en la industria de los fertilizantes, química, marítima y de acero. Según el *Hydrogen Insights de 2023*, desde una perspectiva de demanda estos sectores consumieron el 99% de la demanda de hidrógeno en 2022. Estos sectores actualmente necesitan de hidrógeno o de un vector energético líquido como el metanol, amoníaco u otros combustibles sintéticos que se pueden obtener como derivados del hidrógeno verde. Pero también estos combustibles se pueden conseguir a través de la transformación de biomasa para realizar biocombustibles. Por lo pronto al hidrógeno se lo presenta como un vector energético versátil pero no significa que sea la bala de plata para la descarbonización y muchos de sus usos que se proyectan en estos documentos pueden llegar a ser meramente especulativos. La Ley de Materias Primas Críticas (Critical Raw Materials Act, CRM), presentada por la Comisión Europea en 2024, se inscribe en un discurso que articula preocupaciones de orden económico, ambiental y geopolítico. La necesidad de formular esta legislación fue anunciada por la presidenta de la Comisión, Úrsula von der Leyen, en su discurso sobre el Estado de la Unión de 2022, en el que subrayó la urgencia de reducir la dependencia de la Unión Europea respecto de las materias primas críticas importadas. Para ello, propuso avanzar en la diversificación de las fuentes de abastecimiento y en la consolidación de un suministro interno sostenible.

Este planteamiento se alinea con los compromisos asumidos en la Declaración de Versalles de 2022, adoptada por el Consejo Europeo, la cual reconoció el carácter estratégico de las materias primas críticas en el marco de la autonomía estratégica y la soberanía europea. Asimismo, responde a las orientaciones emanadas de la Conferencia sobre el Futuro de Europa y a la resolución del Parlamento Europeo de noviembre de 2021, que instó al desarrollo de una estrategia integral de la UE sobre estas materias. De acuerdo con el marco conceptual adoptado, se consideran críticas aquellas materias que presentan tanto una alta relevancia económica como un elevado riesgo en su cadena de

suministro. En este contexto, el acceso a dichos recursos se configura como una cuestión de seguridad estratégica, tal como lo afirma el propio documento: “el acceso a los recursos es una cuestión de seguridad estratégica para la ambición de Europa para alcanzar el Pacto Verde” (Comisión Europea 2020, 10).

Esta afirmación subraya la relevancia de estas materias primas para cumplir con los objetivos climáticos y tecnológicos de la UE, pero también revela una perspectiva que puede ser analizada desde un marco decolonial, especialmente en relación con América Latina y África donde se encuentran gran parte de los materiales determinados como críticos.

El documento enfatiza que la transición energética, hacia una economía descarbonizada podría reemplazar la dependencia actual de los combustibles fósiles por una dependencia de materias primas críticas. Esto se vincula con la necesidad de desarrollar cadenas de valor resilientes para los ecosistemas industriales de la UE (Comisión Europea 2020). En el documento parece contradictorio que por un lado se reconozca y se subraya la necesidad de diversificar las fuentes de suministro y reducir la dependencia de actores externos al decir que la UE importa entre un 75 % y un 100 % de la mayoría de los metales; pero por otra parte se plantea que el 80 % de la demanda de litio deberá ser suministrada por fuentes europeas para 2025 (Comisión Europea 2020).

Esto por un lado representa una oportunidad para reducir la dependencia de importaciones y fomentar el crecimiento económico local en Europa, pero también plantea preguntas sobre cómo se distribuirán los beneficios económicos entre los países productores y los consumidores. Desde una perspectiva latinoamericana, esta dependencia de materias primas críticas puede interpretarse como una continuación de las relaciones coloniales de extracción, donde los países del Sur Global proveen recursos naturales a los países industrializados, mientras que estos últimos retienen el control sobre las cadenas de valor y la tecnología. Por tanto, esta diversificación no necesariamente implica una redistribución equitativa de los beneficios económicos, sino más bien una estrategia para garantizar el suministro seguro de recursos para la UE.

Perspectiva decolonial y relaciones Norte-Sur

Desde una perspectiva latinoamericana, es crucial analizar cómo las políticas de la UE perpetúan dinámicas de dependencia económica y explotación ambiental en regiones ricas en recursos, como América Latina y África. Aunque el Pacto Verde, REPowerEU

y La ley de materiales críticos en sus cuerpos discursivos dicen promover alianzas estratégicas y prácticas responsables, no abordan de manera profunda las desigualdades estructurales y las relaciones de poder asimétricas entre la UE y los países del Sur Global. Como señalamos anteriormente en palabras de Josep Borrel la UE precisa de una economía abierta (“Unión Europea, América Latina y el Caribe: cartografía de los acuerdos de asociación” 2022, 3). Sin embargo, esta visión de “economía abierta” puede interpretarse como una forma de mantener el control sobre los recursos naturales de América Latina y África, perpetuando relaciones de dependencia. Por ejemplo, en el documento del Pacto Verde se indica

al tratarse del mercado único más extenso del mundo, la UE puede fijar normas aplicables a todas las cadenas de valor mundiales. La Comisión seguirá aplicándose en la elaboración de nuevas pautas de crecimiento sostenible y utilizará su peso económico para configurar normas internacionales que estén en consonancia con las ambiciones medioambientales y climáticas de la UE. (Comisión Europea 2019, 25)

Esto nos lleva a pensar que si la UE realiza acuerdos bilaterales con países en lugar de con bloques comerciales puede tener mayor peso estratégico.

Por ejemplo, los electrolizadores de Hidrógeno requieren de metales del grupo del platino, cuyas reservas se encuentran un 71 % en Sudáfrica (Comisión Europea 2019, 4). En el caso de América Latina, la extracción de litio en el Triángulo del Litio (Argentina, Bolivia y Chile) ha sido criticada por sus impactos ambientales y sociales, incluyendo la contaminación de recursos hídricos y la marginación de comunidades indígenas. Aunque el documento promueve la sostenibilidad y la responsabilidad en la extracción de materias primas, no aborda cómo se garantizará que estas prácticas respeten los derechos territoriales y culturales de las poblaciones indígenas, racializadas y otras poblaciones locales. Esto refleja una visión eurocéntrica que prioriza las necesidades de la UE sobre las de los países productores.

Aceleración de las estrategias de hidrógeno verde

En cuanto a las estrategias de desarrollo de hidrógeno verde y su aceleración, podemos analizar algunos discursos que se dirigen a dicha estrategia, ya sea en el documento REPowerUE, los discursos de Úrsula von der Leyen en la semana Europea del Hidrógeno, como también el Hydrogen Insights, publicación que tiene sus distintas actualizaciones anuales, en particular analizaremos las versiones de 2023 y 2024; y declaraciones sobre los fabricantes de electrolizadores de Europa entre otros.

El Consejo del Hidrógeno⁵ es una iniciativa global, lanzada en el año 2017 que reúne a los directores ejecutivos de empresas que lideran el desarrollo del hidrógeno y que pretenden “acelerar la transición a energías limpias”. Anualmente realizan publicaciones donde se da un panorama del desarrollo del hidrógeno. Para comenzar a analizar alguna de sus predicciones sobre el mercado del hidrógeno, debemos observar que la capacidad de hidrógeno limpio para 2030 va incrementando año a año en las publicaciones que realiza el Consejo del Hidrógeno bajo el nombre de *Hydrogen Insights*. Las regiones que lideran estos anuncios son Europa, América y Oceanía que representan juntas más del 80 % del total de aproximadamente 45 Mt anuales de volúmenes anunciados en 2023 y 48 Mt anunciados en 2024 a alcanzar para el 2030. (*Hydrogen Insights 2023*, 10 y *Hydrogen Insights 2024*, 11). Dentro de estos anuncios y acotando al hidrógeno limpio el mayor crecimiento absoluto anunciado se registra en América Latina y Oriente Medio (aproximadamente 1,4 Mt anuales en cada uno). De todo este volumen proyectado al 2024 el 50 % se encuentra en fase de planificación.

Por otra parte, de las inversiones anunciadas en estas perspectivas el 65 % se destina a Europa (13 Mt), luego a Norteamérica (10 Mt) y Latinoamérica (8 Mt), en estos datos no se indica quiénes son los consumidores finales y si las inversiones están pensadas para volcar al mercado internacional o para consumo interno de los países.

En el documento REPowerEU le dedican un apartado a la “Aceleración del hidrógeno” donde se establece un objetivo de 10 Mt de producción nacional europea de hidrógeno renovable y 10 Mt de importaciones para 2030. Para ello la Comisión Europea insta al Parlamento y al Consejo a armonizar los objetivos secundarios para los combustibles renovables no biológicos en la Directiva sobre fuentes de energía renovables con el plan REPowerEU (75 % para la industria y 5 % para el transporte) y a concluir rápidamente la revisión del mercado del hidrógeno y el gas. Además, complementará las inversiones en la Empresa Común para el Hidrógeno⁶ con 200 millones de euros para duplicar los valles o *hubs* de hidrógeno, y publicará actos delegados sobre la definición y producción de hidrógeno renovable. Se pide a la industria que acelere el desarrollo de

⁵ El Consejo del Hidrógeno se lanzó en el Foro Económico Mundial en Davos en enero de 2017. Estaba compuesto inicialmente por 13 miembros fundadores entre los que se destacan Air Liquide, BMW Group, Honda, Hyundai, Kawasaki, Shell, Linde, Total y Toyota. Hoy en día incluye 140 empresas multinacionales, y en este momento está copresidido por Kawasaki y Linde.

⁶ La Asociación para un Hidrógeno Limpio, también conocida como Empresa Común para un Hidrógeno Limpio, constituye una asociación público-privada singular dedicada a respaldar actividades de investigación e innovación en tecnologías del hidrógeno en el contexto europeo. Esta iniciativa fue establecida en 2021 por la Unión Europea y tiene como antecedente directo a la Empresa Común de Pilas de Combustible e Hidrógeno.

normas para la producción, infraestructuras y dispositivos de hidrógeno. La Comisión también apoyará el desarrollo de infraestructuras transfronterizas para el hidrógeno, con una inversión estimada entre 28 y 38 mil millones de euros para gasoductos y entre 6 y 11 mil millones de euros para almacenamiento, y promoverá la importación de hasta 10 millones de toneladas de hidrógeno renovable a través de tres grandes corredores de importación de hidrógeno uno en el mar Mediterráneo, la zona del Mar del Norte y, tan pronto como las condiciones lo permitan, Ucrania. Además, movilizará fondos de la UE para estas infraestructuras y creará una plataforma para la adquisición conjunta de hidrógeno renovable, y pretende que las Asociaciones de Hidrógeno promuevan la importación de hidrógeno a la vez que “ayudan a descarbonizar la matriz energética de los países socios”.

Sobre estos avances habló Úrsula von der Leyen en su discurso en la semana europea del hidrógeno verde en noviembre de 2023, cuando se habían iniciado las construcciones en el Puerto de Rotterdam, uno de los corredores de importación mencionados con anterioridad. Por otra parte, en su discurso habló de fortalecer la inversión pública europea para escalar el mercado del hidrógeno y aumentar la cooperación internacional para construir un mercado global del hidrógeno. A través de las iniciativas de “NextGenerationEU” y REPowerEU, se está invirtiendo en valles de hidrógeno, trenes de hidrógeno y la industria del acero limpio. Además de estas iniciativas en Europa la mandataria señaló la alianza con países “que van desde Egipto, Kenia, Namibia a países de Latinoamérica que tienen el inmenso potencial de producir energía limpia, transformarla en hidrógeno limpio y enviarla al mundo”. Y como ejemplo de ello habló de la alianza con Brasil, donde se anunció el proyecto de hidrógeno “más grande del mundo” en el estado de Piauí que producirá 10 GW de energía para producir hidrógeno limpio y amoníaco⁷ que luego será enviado para ser consumido por industriales del sureste europeo, “y en paralelo el proyecto genera trabajos locales y cadenas de valor en Brasil” (Comisión Europea, 2022a).

A pesar de estos anuncios los despliegues no avanzan tan rápido como los desarrolladores esperan, para el Hydrogen Council, si bien los anuncios del 2021 indican que 6 GW de electrólisis estarían operativos para finales de 2022, para 2023 esa

⁷ Es común encontrar en los anuncios de Hidrógeno, que se habla de GW cuando se trata de la potencia eléctrica que se instalará para la electrólisis del agua, en este caso para Piauí luego de una búsqueda en fuentes oficiales encontramos que la planta tendrá una capacidad productiva de 11,4 GW de energía produciendo 1,7 Mt de hidrógeno verde y 9,6 Mt de amoníaco. Al respecto, véase <https://investepiaui.com/hub-hidrogenio-verde/>.

cifra se ubicaba en 1,1 y en el reporte del año 2024 no presentan números de avance en esa línea. Una de las preocupaciones sobre el avance del hidrógeno es el potencial de electrólisis dado por los electrolizadores, al comparar los documentos de la Agencia Internacional de Energía - Futuro del Hidrógeno que fue realizado en 2019 para el G20 realizado en Japón, y Global Hydrogen Review de 2024- podemos ver el análisis que se realiza sobre las dificultades para escalar la producción del hidrógeno en los plazos acelerados que propone Europa. Por una parte, reducir los costos del hidrógeno verde depende críticamente de la disminución en los gastos de capital (CAPEX) de los electrolizadores y del acceso a energía renovable barata. Actualmente, los bajos niveles de utilización de las fábricas elevan los costos de manufactura, pero se espera que estos disminuyan entre un 40 % y 50 % para 2030 gracias a economías de escala (Uwe 2024). Sin embargo, tecnologías como los electrolizadores de membrana de intercambio de protones (PEM) enfrentan un desafío adicional debido a su dependencia de metales escasos como el platino y el iridio, lo que podría generar tensiones en la cadena de suministro a medida que la demanda aumente (The Future of Hydrogen 2019). En contraste, los electrolizadores alcalinos, más maduros y con menores requerimientos de materiales críticos, podrían ser una alternativa más viable en el corto plazo.

El Global Hydrogen Review 2024 destaca que China domina el 60 % de la capacidad de manufactura de electrolizadores (principalmente alcalinos), mientras que Europa se enfoca en PEM. Esto podría generar cuellos de botella en la cadena de suministro si la demanda global aumenta rápidamente (Global Hydrogen Review 2024, 9-10). Por su parte, los fabricantes de electrolizadores en Europa se comprometieron a multiplicar por diez su capacidad de fabricación hasta alcanzar los 17,5 GW de 2022 a 2025. Pero a su vez indican que producir 10 Mt de hidrógeno renovable para 2030 requiere aproximadamente de 500 TWh de electricidad renovable. A este número hay que agregarle la demanda de la electrificación y la descarbonización de la generación eléctrica (European Electrolyser Summit 2022).

2. El hidrógeno verde en Chile, promesa de desarrollo

Según las proyecciones del Instituto Nacional de Estadística (CL INE 2023), Chile tiene una población estimada de 19,8 millones de habitantes. Geográficamente, el país se extiende por 4300 km de longitud entre la cordillera de los Andes y el océano Pacífico, con una superficie de 756 102 km² (CL INE 2023), lo que incluye territorios insulares y una Zona Económica Exclusiva marítima de 3,6 millones de km² (CL DIRECTEMAR

2022). Chile es un exportador global clave de minerales: es el mayor productor mundial de cobre (28 % de la oferta global en 2022), con exportaciones por US\$ 88 000 millones (CL COCHILCO 2023), y un actor relevante en litio (26 % de las reservas mundiales). En energía, aunque importa el 92 % de los hidrocarburos que consume (CL CNE 2023), tiene una matriz eléctrica compuesta por solar (24 %), eólica (13 %) e hidroeléctrica (26 %) en 2023 (CL CEN 2023). La electrificación alcanza al 99,7 % de la población (CL INE 2021), con distribución mayoritariamente privada (85 % del mercado, incluyendo Enel Distribución y Chilquinta) y un 15 % en manos públicas (CL CNE 2022). Es en este escenario que se presentan los desafíos para la matriz energética de Chile, y un desarrollo para los energéticos como el hidrógeno verde.

El hidrógeno verde en Chile quizás aparezca un poco más temprano que en Colombia y Uruguay. Si bien no es el alcance de esta tesis analizar en profundidad los orígenes de estas iniciativas en cada país, si podemos ver que desde el año 2018 se comienzan a gestar políticas sobre hidrógeno verde en Chile, al crearse la Asociación Chilena de Hidrógeno. Previamente en el gobierno de Michelle Bachelet se había convocado a expertos en la materia para el primer Congreso del Futuro, pero la aceleración de esta política se puede observar a partir del 2018, durante el gobierno de Sebastián Piñera junto con el ex ministro de Energía, Juan Carlos Jobet, que se crea la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde (Ugalde Castillo 2023).

En la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde 2020 el discurso con el que se presenta la estrategia se hace desde la oportunidad económica para pasar a ser un país exportador de recursos renovables y desde una oportunidad para el crecimiento económico: “Chile puede transitar de ser un país históricamente basado en recursos no renovables a una nación que añade un valor verde a sus exportaciones y produce los energéticos limpios que el mundo necesita para descarbonizarse” (CL MIE 2020).

Es importante destacar con esto que en el plan de Chile no se mencionan explícitamente el consumo interno o la descarbonización de la matriz para el consumo doméstico o de las pequeñas empresas como objetivos, como si aparecían en los documentos europeos. Por el contrario, a las industrias ya extractivas se les da un nuevo blanqueo ecológico a través de la estrategia de hidrógeno: “El potencial renovable del país permitiría la producción de cobre verde, energéticos limpios y otras exportaciones con baja huella de carbono” (Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde 2020, 14).

Quizá sea ese blanqueo ecológico el que logre al menos discursivamente la meta mencionada de reducir hasta el 25 % las emisiones del país para 2050. Asimismo, Chile

se quiere posicionar como un *hub* tecnológico con proyectos piloto de experimentación y centrados en la cooperación internacional para su desarrollo. Por otra parte, se ve el plan de acción de hidrógeno verde como una estrategia geopolítica y de legitimación del país a nivel mundial como uno de los principales exportadores de combustibles “limpios”, principalmente siendo el foco de la estrategia los países que se posicionarán como importadores de hidrógeno. En el documento, no se observa una estrategia de cooperación Sur-Sur, sino más bien el enfoque está en la colaboración Norte-Sur en la que Chile busca ser un socio estratégico en la exportación de hidrógeno verde, especialmente hacia mercados como la UE y Asia:

“Se utilizará la amplia red de acuerdos comerciales de Chile, su participación en plataformas internacionales y sus relaciones diplomáticas con 171 Estados, para movilizar recursos humanos y materiales que aceleren el desarrollo del hidrógeno verde en el país” (Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde 2020, 21).

Tal y como lo veíamos en las agendas de los documentos analizados para Europa y su necesidad de aceleración del hidrógeno, en ese sentido vemos como el Plan de Acción de Chile propone que el gobierno lidere la estrategia para desarrollar normativas y coordinar servicios públicos, con las empresas públicas ya existentes como ENAP o Codelco y centros académicos y de formación para la generación de capacidades. En el documento aparecen palabras como actuar de forma “decidida” y “eficaz” a la hora de avanzar en estos proyectos, su normativa de forma coordinada con todas las agencias del estado pertinentes, y además tendiendo a tener actitudes habilitantes para el desarrollo de los proyectos cediendo tierras fiscales para un mayor avance: “Analizar, reservar y entregar en concesión terrenos fiscales de buenas condiciones para el desarrollo de proyectos de hidrógeno” (CL MIE 2020).

En cuanto a actores y participación y las perspectivas de una transición energética desde un punto de vista tecnocrático o de justicia social, podemos observar que el discurso está basado en datos técnicos (por ejemplo costos de producción, potencial renovable) y en la colaboración con expertos y actores externos, como lo es uno de los autores del documento, la empresa consultora McKinsey & Company.⁸ Además, se menciona la difusión de información al público y la formación de capacidades locales junto a la academia, pero no se detallan mecanismos de participación ciudadana en la toma de decisiones. Si bien se menciona la existencia de conflictos de interés entre empresas

⁸ McKinsey & Company es una firma de consultores americana, que ha elaborado documentos para el Hydrogen Council, así como también el primer esbozo de la hoja de ruta de hidrógeno en Uruguay.

mineras y la necesidad de generar fuentes de trabajo a través de otras alternativas de desarrollo local no se profundizan mecanismos de dirimir estos conflictos.

Para legitimar esta agenda que requiere de acciones urgentes, se resalta el potencial del hidrógeno para diversificar la economía, se promete generar más de 100 mil empleos, además de ponerse al día con los compromisos del Acuerdo de París para el año 2050. Finalmente, el objetivo principal de esta estrategia es lograr un precio barato del hidrógeno verde, siendo Chile un país muy permisivo para las necesidades de los primeros proyectos que se reciben con el fin de ser más competitivos: “Se asistirán proyectos tempranos y competitivos de producción y uso de hidrógeno verde cuya implementación permita reducir los costos en Chile y tender a una producción a menos de 1,5 USD/kgH2 en 2030” (Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde 2020, 25).

Este primer documento sobre la Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde fue puesto en consulta a través de un documento denominado borrador del Plan de Acción de Hidrógeno Verde 2023 - 2030, documento escrito bajo el gobierno de Gabriel Boric. La consulta se realizó entre el 22 de diciembre de 2023 y el 13 de febrero de 2024, recabando la opinión de la ciudadanía al respecto. Se recibieron sobre este documento 1900 sugerencias y observaciones distribuyéndose de la siguiente manera: 46 % de las observaciones pertenecen al sector privado, 40 % a la sociedad civil, 9 % a la academia, y 5 % al sector público. De acuerdo con las observaciones recibidas, se presentó una nueva estructura del Plan, que es el que ponemos en discusión a continuación.

En cuanto a la estructura del discurso, se sostiene el enfoque que el hidrógeno verde es un motor de desarrollo económico, y una ventana de oportunidad para la transformación económica del país a través de su diversificación productiva y energética. Pero se sigue enfatizando el rol del Estado como facilitador de inversiones privadas, combinando políticas públicas (legislaciones, tierras fiscales) como habíamos visto anteriormente con incentivos económicos; donde el estado busca “catalizar la inversión privada” a través de instrumentos financieros que disminuyan los riesgos, los costos y que den una señalización positiva. Sobre el rol del Estado profundizan que debe “generar condiciones de certidumbre y estabilidad, facilitar su competitividad y apalancar inversiones privadas”.

Por otra parte, no se modifica el lenguaje de urgencia ante la crisis climática para justificar el desarrollo del hidrógeno como un aporte a la transición energética. Se subraya que la respuesta a la crisis climática es la electrificación y la “descarbonización indirecta” a través del hidrógeno como vector de energía o sus derivados.

En cuanto al enfoque geopolítico, Chile busca posicionarse como líder regional y global en la exportación de hidrógeno verde con alianzas estratégicas que incorporan a actores multilaterales como el Banco Interamericano de Desarrollo o la GIZ, quienes han estado desde un comienzo acompañando el desarrollo de la política de hidrógeno. En esta versión del plan de acción se los considera clave para compartir conocimientos y atraer inversiones extranjeras. Por otra parte, la estrategia geopolítica refleja una visión exportadora, con énfasis en estándares internacionales mencionando que Europa, Japón y Corea del Sur han establecido criterios exigentes para la certificación de sostenibilidad del hidrógeno verde, por lo que pretende trabajar en la armonización de la regulación nacional con la certificación internacional para facilitar el acceso a mercados globales. Por otra parte, se ve un fortalecimiento en la imagen de Chile como un propulsor de iniciativas regionales y no como un cooperador, planificando y estudiando la forma de establecer distintos acuerdos con puertos europeos y asiáticos, en esto toman un rol preponderante tanto los ministerios públicos como el sector privado. Mencionado en el Plan de Acción que el Ministerio de Energía, en conjunto con el Ministerio de Relaciones Exteriores y el sector privado, impulsarán el desarrollo de corredores marítimos verdes con el fin de analizar rutas estratégicas para el transporte de cargas de manera sostenible.

En un nuevo documento que pasó por el escrutinio público, con aporte de la sociedad civil se esperaría un mayor cambio en ciertas temáticas como la participación, el uso de la tierra o la constatación de tensiones entre el extractivismo verde y la justicia social. Por el contrario, se menciona la participación multiactoral y por niveles territoriales durante todo el ciclo de vida de la industria y un enfoque en comunidades locales para asegurar participación temprana y estándares socioambientales altos. Sin embargo, no se detalla la inclusión de pueblos indígenas o mecanismos vinculantes en la toma de decisiones sobre los proyectos. Si se menciona la participación y comunicación efectiva, para una toma de decisiones integrales por parte de los organismos del Estado de forma transparente, inclusiva y con enfoque de género. Con ellos se pretende prevenir la conflictividad.

Como principales actores se tiene en cuenta la participación de corporaciones y empresas, como la Empresa Nacional del Petróleo (ENAP), la Empresa Portuaria Austral (EPA) y el sector privado en proyectos de inversión, especialmente en la Región de Magallanes. Asimismo, se menciona la creación de un Consejo Consultivo con otros ministerios responsables en infraestructura y estándares socioambientales, pero lo que

llama poderosamente la atención es la inclusión de figuras como Michelle Bachelet (ex-presidenta y figura que genera amplio consenso en la población chilena) y el ex ministro de energías Juan Carlos Jobet quién fue promotor de la política de hidrógeno verde.

Tanto el papel del ambiente como el papel de la transición energética están postulados desde un punto de vista totalmente tecnocrático. En cuanto al ambiente al discurso lo domina el lenguaje técnico, con énfasis en evaluación ambiental estandarizada y monitoreo de largo plazo, y: “Se mejorará la información de base para la evaluación ambiental de los proyectos [...] incluyendo la elaboración de líneas de base ambientales públicas”, pero para el uso de los desarrolladores de proyectos y no como forma de empoderamiento de la población. Sumado a esto, continúa en la línea ya presentada en la ENHV de licitar terrenos fiscales para proyectos de hidrógeno. En cuanto a la energía el documento vuelve a enfatizar en mecanismos de mercado para hacer más barato y competitivo al hidrógeno verde, sin abordar explícitamente el acceso a la energía como derecho básico.

2.1. Origen de las políticas para los actores

Mario Sillard es asesor directo del ministro, su rol es hacer el seguimiento al plan de acción de hidrógeno verde que depende del ministerio de energía. Según él, la política de hidrógeno en Chile se origina en el gobierno de Bachelet con conversaciones y toma impulso en el gobierno de Piñera, pero surge en un contexto de consenso político transversal. A diferencia de otros temas polarizantes, el hidrógeno verde logró un acuerdo entre actores diversos, incluyendo expresidentes y académicos. El Comité Estratégico del Hidrógeno Verde fue clave para traducir este consenso en un plan de acción, enfocado en la exportación a gran escala y el desarrollo de infraestructura en Magallanes, la cual quieren sostener como una región competitiva. Es en ese comité que ya mencionamos anteriormente que se destacan las figuras de Michelle Bachelet y del ex ministro de Energía Jobet que son personas claramente reconocidas por el rol que cumplen, pero el conjunto es reconocido por ser un espacio transversal que ha llegado a ciertos consensos que se han traducido al plan de acción.

Veamos un caso de desarrollo de hidrógeno en Chile. El proyecto HNH surge porque Austria Energy viene desarrollando desde hace años proyectos en el área de la energía renovable e identificó una oportunidad en la región de Magallanes en términos de disponibilidad de recursos eólicos, instalando en 2019 mástiles meteorológicos para registrar datos de viento. Con el correr del tiempo se empieza a despertar el interés de

Europa por combustibles alternativos al gas ruso, y sumado a la política liderada por Alemania de descarbonización de la matriz energética a través del uso de hidrógeno se presentó una “oportunidad de negocio excelente”. Entonces a finales de 2021 se genera la sociedad de HNH-CIP (Copenhagen Infrastructure Partners) y desde entonces están trabajando en conjunto en los estudios de impacto ambiental con monitoreos que ya se presentaron en 2024 a las autoridades para su estudio. Como antecedente político los entrevistados por la empresa Erika Farías y Mario Marchese, marcan como hito los compromisos con el Acuerdo de París por parte de Chile, así como la Estrategia Nacional de Hidrógeno que inicia la “carrera” por el hidrógeno verde.

Diego Quevedo representa a la Organización No Gubernamental Manomet, que se especializa en la conservación de aves. Para ellos el hidrógeno empezó a resonar en 2021, cuando empezaron a escuchar que estaban haciendo exploraciones, prospecciones de terrenos cercanos al área que es un santuario de naturaleza y está protegida legalmente. Empezaron a investigar y se encontraron con que la información era poco transparente, en cuanto había información confidencial o privada. La preocupación en un principio estuvo centrada en el impacto que podrían tener estos miles de kilómetros cuadrados de aerogeneradores en las migraciones, pero poco a poco eso se transformó ya que analizaron el problema estructural de modelo que estaba detrás del hidrógeno.

Para Quevedo:

Cuando yo empecé a analizar y tener una foto más clara del modelo del hidrógeno, lo que hice fue como lo extrapolé con todo el trabajo que habíamos hecho en el escenario energético y la política energética. Entonces ahí un poco no me cuadraba, porque en la política se habían tomado diversos acuerdos, pero además se habían establecido ciertos principios que tenían que ver con la participación, con la consulta, con los *trade-offs*, con la gestión territorial. A lo largo del proceso de construcción de las bases de la política fuimos identificando una serie de *drivers* para política, pero de repente como que cuando extrapolé eso con el hidrógeno, por arte de magia nos habíamos olvidado de los últimos 20 años, de los principios básicos para llevar adelante una política de este tipo. (Diego Quevedo, entrevista personal 20 de diciembre de 2024)

2.2. Sobre los conflictos socioambientales

Para el representante del Ministerio, el consenso político ha sido un logro, sin embargo, reconoce que la industria avanza lentamente, con proyectos a 10 años para instalarse en términos masivos de exportación a gran escala. Cuando comenzó su administración, lo que evalúa es que había expectativas sobredimensionadas de la industria. “Entonces, yo cuando iba a Magallanes, la gente me decía, esto va a ser Dubái. O al revés, me decía, esto va a ser una zona de sacrificio” (Mario Sillard, entrevista personal 12 de diciembre de 2024). Entonces lo que ha hecho el gobierno es ajustar esas expectativas, priorizando

infraestructura crítica en Magallanes y regulaciones claras para atraer inversiones. El escepticismo inicial ha dado paso a una visión más pragmática, con énfasis en el rol del Estado como facilitador. Y conduciendo cambios como por ejemplo en lugar de que haya un puerto para cada iniciativa, o que cada iniciativa tenga un parque eólico o una desalinizadora que puedan compartir infraestructura para minimizar los impactos.

Para el proyecto HNH el compromiso del Estado Chileno ha sido fundamental, porque han ido trabajando con las autoridades para ir adecuando ciertas normas que faciliten y habiliten la implementación de la industria.

Por otro lado, también el gobierno se ha comprometido a la habilitación del Estado para el que van apuntadas específicamente a apoyar esta industria. Desde el punto de vista de la inversión social el beneficio en Magallanes obviamente no resiste a nadie porque hay muy poca gente que hay acá. Cuando el gobierno o los políticos dicen ¿dónde pongo mi inversión para que me den más votos? Bueno, no es Magallanes [...] (Erika Farias y Mario Marchese, entrevista personal 20 de enero de 2025)

Para Quevedo la falta de información dada por parte del gobierno y las empresas durante todo el proceso consultivo es lo que lleva a que por parte de la sociedad haya principalmente una visión de estos proyectos como una oportunidad de empleo, y una retórica del hidrógeno como solución para la descarbonización, transición justa y cero emisiones. Dado a que estos puntos son a lo que se limitan a decir en estas instancias los grupos del gobierno y las empresas.

Según él la Estrategia Nacional de Hidrógeno se construyó entre cuatro paredes, con un grupo pequeño de técnicos que decidieron a nivel central que la región de Magallanes y Antofagasta iban a ser los grandes polos, sin tener consultas públicas, ni validación social o política.

Después vino el Plan de Acción, que básicamente lo que hizo fue un proceso participativo muy amplio, particularmente en las regiones Antofagasta y Magallanes, pero lo que se omitió es interesante porque el Ministerio de Energía llegó a las regiones y le dijo a la gente, mira, tenemos el hidrógeno, que significa inversión, significa descarbonización y significa empleo. Entonces claro, se construyó el Plan de Acción, se vieron las líneas, el encadenamiento productivo, los incentivos, la oportunidad, etc. Pero se le omitió a la gente explícitamente que había riesgos y costos y sacrificios que hacer. (Diego Quevedo, entrevista personal 20 de diciembre de 2024)

Según Quevedo ocho organizaciones sociales requirieron unas sesiones para validar la parte de riesgos, impactos y fue entonces que le exigieron al gobierno que hiciera un análisis de sustentabilidad general del plan, pero de todas formas el Plan de Acción fue publicado con el resultado de las sesiones en las regiones de Antofagasta y Magallanes.

Para el representante del ministerio estas tensiones sociales en Magallanes han sido propiciadas por grupos ambientalistas que se han especializado desde conflictos ambientales anteriores, como lo fue la Mina Invierno que estuvo activa de 2013 a 2020. En este caso la sociedad civil organizada logró los permisos ambientales, pero luego necesitaba incorporar a su proceso productivo tronaduras, algo no previsto en la solicitud inicial. Según el representante del ministerio, el sistema de evaluación ambiental recibió la presión de los ambientalistas,

diciendo que la empresa siempre supo que iba a usar tronaduras, pero sabía que si incorporaba tronaduras en su primera tramitación ambiental no iba a lograr. Entonces ingresó, empezó la producción, se fueron a pérdida, para no irse a pérdida necesitaban tronaduras, y cuando quisieron incorporar la tronadura a la evaluación ambiental, ahí los grupos medioambientalistas alegaron, y el SEA les encontró la razón, y se cerró esa mina. (Mario Sillard, entrevista personal 12 de diciembre de 2024)

Es por este antecedente que cuestionan estos proyectos sobre hidrógeno verde, y se han especializado en cómo hacerles frente a proyectos productivos de esta escala. Según el representante del ministerio llevan una postura anti- empleo:

Son todo gente anti-empleo, son todo gente que defiende el medioambiente antes que el trabajo a las personas. Entonces, yo creo que es muy preocupante como proyecto político si nosotros nos abrazamos irracionalmente las organizaciones ambientales que se colocan en una perspectiva crítica, prohibicionista del desarrollo productivo. Yo sí creo que las empresas de Hidrógeno Verde tienen proyectos que son altamente invasivos desde todos los puntos de vista: ambientales, sociodemográficos, como te he explicado recién. Pero el 80% de Magallanes está esperando con esperanza que ocurran estos proyectos. Porque va a generar un encadenamiento productivo, va a haber más empleo, directo e indirecto, va a generar un dinamismo económico, va la gente que tiene, qué sé yo, casas para arrendarlas, va a poder arrendar a los trabajadores (Mario Sillard, entrevista personal 12 de diciembre de 2024)

Ante las dudas y consultas de las empresas que están desarrollando proyectos el Estado Chileno se presenta como un facilitador, primero centralizando la información sobre todos los trámites que deben hacer las empresas pero también, el representante del ministerio considera que el sistema de permisos ambientales “se ha ido burocratizando, ha ido generando barreras de entrada a procesos productivos sin necesariamente aumentar los criterios ambientales o sin necesariamente ser beneficioso para el medio ambiente”.

En el caso de la empresa consideran que el impacto que tienen previsto en territorio es de 17000 hectáreas, que es el 0,8 % del territorio de Magallanes y que la comuna en la que se encuentran, San Gregorio de 400 habitantes aproximadamente consideran que es una de las comunas más intervenidas industrialmente, por ejemplo,

por la Empresa Nacional de Petróleo o Metanex. Entre otras intervenciones que mencionan:

O sea, para que te hagamos una idea, hemos estado hace cuatro años analizando el área de intervención del terreno, que también ya ha sido, ese lugar fue a principios del siglo XIX, a principios del siglo XX también, muy intervenido por la ganadería. Entonces, también tiene alta erosión, producto de eso, o sea, no hay ninguna pradera prístina, no es Torres del Paine, no hay nada. Fue muy intervenido. Entonces, por eso escogimos ese lugar. (Erika Farias y Mario Marchese, entrevista personal 20 de enero de 2025)

Por otra parte, para la empresa, al ser una industria nueva, no solo en Chile, sino que a nivel global, donde la autoridad máxima reconoce que no existe una regulación, han tratado de ser muy cautelosos, construyendo el conocimiento. Para ellos la autoridad también por presiones de grupos ambientalistas, o de grupos que cuestionan la industria han intentado minimizar los riesgos de que los proyectos se judicialicen y por eso han tratado de cubrir todas las aristas posibles del proyecto, exigiéndoles más información de lo que normalmente se acostumbra a la hora de pedir permisos ambientales. Según la empresa si lo comparas con la minería que tiene una tradición de 100 años de operación y que ha escalado en ese tiempo y se ha desarrollado y modernizado en un siglo, lo que pretende hacer la industria del hidrógeno es llegar a esa escala, pero en una década.

La empresa ha trabajado con la comunidad de San Gregorio desde el inicio del desarrollo del proyecto, han tratado de acercarse a grupos opositores sin resultados en el diálogo.

Para Quevedo de Manomet, la organización ambientalista, el problema con la escala tiene que ver con las condiciones de gestión territorial, es decir ni la estrategia nacional ni el plan de acción de hidrógeno verde tuvieron Evaluación Ambiental Estratégica. Por otra parte, en Magallanes no hay plan regional de ordenamiento territorial y dice que los planes reguladores de las comunas como San Gregorio están totalmente obsoletos, por ejemplo, en esta última no hay ordenamiento costero. También nos cuenta que cuando se intentó desde el gobierno regional realizar un plan de ordenamiento costero, los resultados que salían de ese proceso no iban a ser funcionales a la industria y el gobierno regional culminó el proceso. Pero desde un punto de vista más técnico las zonas donde se van a emplazar los proyectos son zonas muy degradadas, de infiltración de aguas, de hábitats de reproducción de aves, entre otras cosas. Pero el discurso que primó para el gobierno fue:

Vengan a Magallanes, que tenemos vasto territorio, que no hay gente, no hay nadie, no hay nada. Y comprenden, instálense, y eso es lo que hicieron como las empresas, ¿verdad? Cómo entender Magallanes como un territorio que es sacrificable para satisfacer una demanda de hidrógeno, de metanol o de amoníaco infinita, digamos. (Diego Quevedo, entrevista personal 20 de diciembre de 2024)

2.3. Sobre el posicionamiento de Chile y la cooperación

Sobre la capacidad de cooperación, a priori el representante del ministerio ve al país como un competidor en el mercado del hidrógeno. El hecho que los desarrolladores que se encuentran en la región de Magallanes tienen proyectos en otras partes de Latinoamérica y del mundo, genera también competencias intra-empresa además de las competencias entre empresas y por último entre países.

De todas formas, el representante del ministerio considera que lo ideal sería encontrar puntos de consenso para aprender a utilizar mecanismos multilaterales, o lograr presentarse a las subastas de energía como bloque de países latinoamericanos, como lo hace la Unión Europea, o también recibir financiamiento por bonos de carbono para desarrollar proyectos. También otra propuesta de Chile es la de crear corredores verdes, es decir infraestructura que haga interactuar a toda América Latina funcionando en base a combustibles verdes, para ir generando una demanda y una exportación colectiva. En palabras de Sillard: “[...] ir colocando como gasolineras verdes que sean parte de una red y que eso nos permita quizás tener una especie, en el buen sentido de la palabra lo digo, como un cartel latinoamericano de hidrógeno” (Mario Sillard, entrevista personal 12 de diciembre de 2024).

La empresa también ve al hidrógeno como una carrera, donde como grupo empresarial corren con una ventaja porque tienen varios de estos proyectos en desarrollo en el mundo. Pero ven en Chile ventajas inigualables con otras partes del mundo.

No hay otro lugar en el mundo a nivel continental en el cual tú tengas vientos de la calidad conectados al mar desde el punto de vista logístico le permite estar conectado de forma directa con mercados en Europa y en Asia desde Magallanes lo cual evita o elimina el riesgo de problemas en el Canal de Panamá o problemas geopolíticos en la zona de Medio Oriente. (Erika Farias y Mario Marchese, entrevista personal 20 de enero de 2025)

Pero dentro de todo consideran que el resto del mundo mira a Chile porque es el que está más avanzado y está marcando la pauta.

Para la Quevedo de la organización ambientalista también Chile tiene las mejores condiciones, en valor de estrategia y plan de acción reconoce que tienen un valor

agregado al haber más especialistas en temas de política y estrategia que viene desde el desarrollo de las energías renovables. Pero lo que sí se observa es que Chile no está integrado a una cooperación regional porque el planteamiento es que Chile “tiene que correr” y está intentando con las condiciones de Magallanes “jugar el partido solo, sin los demás”. Pero que a la hora de evaluar todas las condiciones uno no se puede quedar solo con el viento, sino también con las complejidades de las comunidades, de la oposición a los proyectos, o la institucionalidad que parece ser muy estable en Chile y no así en otros países. Respecto a eso considera que otros países van a avanzar más rápido como Brasil o Argentina porque son más fáciles para conseguir permisos.

3. El hidrógeno verde en Colombia, promesa de descarbonización

Según el último censo del Departamento Administrativo Nacional de Estadística (CO DANE 2018), Colombia tiene una población de aproximadamente 48,2 millones de habitantes. La geografía que lo caracteriza es una diversidad de regiones que incluyen la región Andina, Caribe, Pacífica, Orinoquía y Amazonía, con una extensión territorial de 1.141.748 km² (CO IGAC 2022), y acceso estratégico a dos océanos (Atlántico y Pacífico). Colombia es un exportador significativo de energéticos: en 2022 fue el cuarto mayor exportador de carbón térmico del mundo (12,6 % del mercado global), con envíos por US 11.500 millones (CO ANM 2023); en petróleo exportó 520.000 barriles diarios, generando US18.200 millones (CO ECOPETROL 2023); y en gas natural, aunque con menor volumen, mantiene flujos regulares a mercados regionales (CO UPME 2022). En el ámbito interno, la matriz eléctrica depende principalmente de hidroeléctricas (70 % de generación) y térmicas (gas y carbón), mientras las renovables no convencionales (solar, eólica) representan menos del 3 % (CO UPME 2021). La electrificación alcanza al 97 % de la población (CO DANE 2020), con distribución a cargo de empresas privadas (60 %) y públicas (40 %), destacándose Enel-Codensa, EPM y Celsia (CO SIC 2022). Esta dualidad entre exportación de combustibles fósiles y transición energética interna plantea desafíos clave para las políticas públicas del sector. La Hoja de Ruta de Hidrógeno de Colombia, se presentó en septiembre de 2021, bajo el mandato de Iván Duque. El enfoque inicial de esta hoja de ruta es que el hidrógeno de bajas emisiones puede ser un motor de desarrollo económico con potencial para generar empleo y atraer inversiones de hasta 5500 millones de dólares para 2030. Y además es una alternativa a los combustibles fósiles, proyectando un potencial económico similar a los que tiene en la actualidad el carbón.

La hoja de ruta de Colombia no se centra en el hidrógeno verde, sino en el hidrógeno de bajas emisiones porque proyectan el desarrollo del hidrógeno verde y azul para contribuir a la descarbonización de la matriz energética a la interna del país, con metas de reducción de hasta 3 millones de toneladas de dióxido de carbono para 2030 y la carbono neutralidad para 2050.

La Hoja de Ruta del Hidrógeno tiene por objeto contribuir al desarrollo e implantación del hidrógeno de bajas emisiones en Colombia reforzando así el compromiso del Gobierno con la reducción de emisiones estipulada en los objetivos del Acuerdo de París del 2015. (Hoja de Ruta del Hidrógeno en Colombia,1)

Es importante resaltar que cuando se habla de descarbonización se realiza desde la narrativa de la molécula de carbono como un transaccional para lograr el *cero neto* de las emisiones de gases de efecto invernadero y no como la reducción de las emisiones de carbono, ampliando la visión de la métrica de carbono como una falsa solución a los problemas de cambio climático. “Colombia podría abastecer con holgura la demanda nacional de hidrógeno de bajas emisiones tanto a medio como a largo plazo, siendo las tecnologías de captura y almacenamiento de CO₂, el aspecto a desarrollar en los próximos años”. En tanto al hidrógeno como un producto para posicionar a Colombia como un exportador neto como lo veíamos con Chile no es tan preponderante. En su hoja de ruta vemos como Colombia quiere primero satisfacer la demanda interna y luego posicionarse como un exportador global de hidrógeno, al tener una ubicación estratégica con acceso tanto al océano Atlántico como al Pacífico y la potencialidad de crear un *hub* de exportación en su infraestructura portuaria del mar Caribe.

La hoja de ruta de Colombia es una colaboración con el Banco Iberoamericano de Desarrollo, quien apoya al gobierno de Colombia a liderar la estrategia. Dentro de los actores mencionados por parte de esta hoja de ruta, se encuentra la Unión Europea;

En la Unión Europea, se desarrollará una demanda de aproximadamente 60 Mt de hidrógeno en 2050 que será cubierta por producción local por exportaciones provenientes de países cercanos (Marruecos, Noruega, etc.) y eventualmente por otros países exportadores como Colombia. (Hoja de Ruta del Hidrógeno en Colombia, 22)

Es de interés para Colombia exportar también para mercados como Estados Unidos y Asia, así como satisfacer la demanda de países de América Central; pero para poder realizar estas proyecciones requiere de financiamiento externo, y la búsqueda de acuerdos bilaterales para garantizar la exportación. En esta etapa de desarrollo de la estrategia de hidrógeno se ve al sector privado participando en proyectos de producción

y transporte. En esta incorporación de un energético para Colombia, a la sociedad civil se la ve como un actor fundamental para involucrarla en la transición justa para mantener empleos (transición del carbón a las energías renovables) y crear nuevos sectores industriales.

La estrategia de legitimación del discurso favorable al hidrógeno se asocia a una oportunidad de reducción de emisiones a la vez que se generan fuentes de empleo. Según esta hoja de ruta el desarrollo de la cadena de valor del hidrógeno es una vía hacia una economía de exportación de bajas emisiones, con la cual Colombia eventualmente podrá equiparar en el largo plazo (25 a 30 años) a las actuales exportaciones de carbón (más de 5 billones de dólares)⁹. Y para el mercado interno el hidrógeno contribuirá también para llevar a cabo la Estrategia Nacional de Movilidad Sostenible, evitando emisiones de dióxido de carbono y mejorando la calidad del aire. En el caso de Colombia se enfoca menos en la demanda externa y más en la demanda interna, debido a que el país depende altamente de fuentes no renovables para la generación de energía. Según la hoja de ruta la infraestructura ya existente de gas puede ser utilizada para el hidrógeno lo que genera menores costos, y también menores renuncias en cuanto a la distribución de tierras requeridas para el desarrollo de esta industria. Se habla entonces de que es una oportunidad para la transición justa debido a que puede aprovecharse la infraestructura minera, así como reconvertir laboralmente a los trabajadores del sector energético y minero.

Colombia cuenta en la actualidad con una red de gaseoductos de más 7500 km de longitud destinada al transporte de gas natural. Esta red puede ser reacondicionada para el transporte de hidrógeno en aquellos tramos que conecten grandes centros productivos con importantes núcleos de demanda. De hecho, el reacondicionamiento de infraestructura de gas natural existente es la forma más competitiva de transportar grandes volúmenes de hidrógeno, hasta un 50% menos frente a la instalación de nuevos hidroductos. (Hoja de Ruta del Hidrógeno en Colombia, 44)

Si bien en varios apartados se habla de la transición justa, desde el punto de vista de las comunidades afectadas por la descarbonización, en ningún momento se habla del acceso a la energía como derecho.

⁹ Este dato aparece en la Hoja de Ruta de Colombia sin ser clarificado (22) si son exportaciones anuales o en décadas por lo que al hacer una breve investigación encontramos que 5 billones de dólares no es el valor anual de exportaciones de carbón; es una cifra acumulativa o una proyección a muy largo plazo. Las exportaciones anuales reales de carbón oscilan entre \$150-200 mil millones. Parece ser una especulación potencial de las exportaciones exagerada.

La narrativa preponderante en el discurso de la hoja de ruta es de hidrógeno para el crecimiento verde y está centrado en la expansión de la matriz energética descarbonizada. El relato está dominado por un lenguaje tecnocrático, muy centrado en el costo y los precios nivelados del hidrógeno. También se ve un lenguaje de facilitación para la promoción de este tipo de proyecto donde se evalúan mecanismos para moderar los precios altos, y darles a los proyectos beneficios fiscales. La Ley 2099 de 2021 incluye al hidrógeno verde y azul como FNCR (Fuentes No Convencionales de Energías Renovables) y FNCE (Fuentes No Convencionales de Energía), respectivamente, otorgando beneficios fiscales como deducción del impuesto de renta y exclusión de IVA (Hoja de Ruta del Hidrógeno en Colombia).

Es recurrente en el texto que el fin del hidrógeno esté volcado a la demanda nacional, al transporte de carga y a la Estrategia Nacional de Movilidad Sostenible para evitar emisiones de dióxido de carbono y mejorar la calidad del aire. En ese sentido: “Se espera un crecimiento exponencial de la demanda total de hidrógeno de bajas emisiones, llegando a 1.850 kt en 2050, con el sector transporte como principal demandante (64 %)”. También se espera generar hidrógeno para alcanzar una flota de 1500-2000 vehículos ligeros y 1000-1500 pesados de pila de combustible.

3.1. El origen del hidrógeno para los actores

Juan Camilo Zapata es asesor del despacho del Ministerio de Minas y Energía de Colombia, coordina y lidera los temas de hidrógeno dentro del ministerio. Zapata explica que el hidrógeno no es algo nuevo en Colombia, pero explica que como hidrógeno de bajas emisiones comenzó con la discusión de la Ley de Transición Energética (2009 de 2021) que fue influenciada por la demanda europea para su transición a la descarbonización. Ese plan fue entonces difundido por los bancos de cooperación bilaterales como es el BID y desembarcan al mismo tiempo en Colombia y en Chile, dado que ambos tienen lo necesario para desplegar el hidrógeno verde, recursos hídricos abundantes, potencial eólico y potencial solar para generar energías renovables. Principalmente en la región de La Guajira.

Entonces, eso hace que se acerque el BID y nos ofrezca en el 2021 la hoja de ruta. Hacer una hoja de ruta para que el hidrógeno sea un vector de transformación, no específicamente para la nación, sino más bien para exportaciones a Europa que ellos lo necesitan. Entonces, todo arranca ahí. Se genera la hoja de ruta, comienza la consultoría a inicios del 2021 y se publica la hoja de ruta en noviembre del 2021. Entonces, con Chile, primero sale de Chile en el 2020 y luego sale de Colombia en el 2021. Somos uno de los primeros 12 países en el mundo de tener

hoja de ruta de hidrógeno y específicamente por lo que mencionamos, potencial hídrico, potencial solar, potencial eólico. Listo. Esto hace que la ley 2099 incorpore el hidrógeno como una fuente no convencional de energía renovable. (Juan Camilo Zapata, entrevista personal 18 de diciembre de 2024)

Desde allí el Estado Colombiano comienza a construir un marco legal y regulatorio para que a través de la ley de Energías Renovables 1715 de 2014, junto con la 2099 se incorpora la definición de hidrógeno verde y azul como fuentes no convencionales de energía renovables que permite que estas apliquen a incentivos fiscales.

Anteriormente mencionamos que la política de hidrógeno de Colombia inicia con incentivos fiscales, como son un 50 % de deducción del impuesto de renta, la exención de aranceles, IVA entre otros, que permite que el CAPEX se pueda reducir en un 50 %. Según el representante del ministerio estos incentivos beneficiaban al importador, no al productor nacional, generando desbalances: “[...] si una industria nacional quiere producir paneles solares, no tiene para nada los incentivos tributarios que tiene un panel solar importado de China o importado de Alemania” (Juan Camilo Zapata, entrevista personal 18 de diciembre de 2024).

Por otra parte, esta ley aplica solamente para la producción de energía eléctrica y no aplicaría por ejemplo a la industria siderúrgica si quisieran hacer una transición.

Finalmente, en 2022 sale un nuevo decreto que promueve el desarrollo del hidrógeno en Colombia, otros decretos que establecen cuáles equipos electrolizadores pueden acceder a los incentivos de la ley que está enfocada sólo en hidrógeno verde y finalmente un decreto que declara al hidrógeno como utilidad pública e interés social. Todo este andamiaje legal y beneficios se dan antes del inicio del Gobierno del Cambio de Gustavo Petro.

Dentro de las medidas del nuevo gobierno es poner fin al decreto que declaraba al hidrógeno como utilidad pública y genera otros cambios:

en el Plan Nacional de Desarrollo de este gobierno, que está establecido como la Ley 2294, se establece y se da una promoción adicional al hidrógeno, a que el hidrógeno es un vector de transformación, pero no sólo para la exportación, como se venía planteando en el gobierno anterior, sino que también para la reindustrialización, reconversión neutral y productiva, y al mismo tiempo, temas de impulso a la economía del país. (Juan Camilo Zapata, entrevista personal 18 de diciembre de 2024)

Este giro implica que el foco del hidrógeno pasa de ser sólo del verde a otros “colores”, como el hidrógeno blanco que se obtiene del subsuelo. Con el fin de descarbonizar la matriz y pasar de exploración de hidrocarburos por exploración de hidrógeno. Las

ventajas mencionadas por el representante del ministerio del hidrógeno blanco es que es menos costoso que el verde y al mismo tiempo bajo en generación de gases de efecto invernadero en su proceso de explotación y además no genera dióxido de carbono en su proceso de combustión.

Entonces lo principal de este giro para él es “que dejemos de hablar de colores, dejemos de hablar de taxonomía y nos enfoquemos en lo que es importante para todo el mundo. Reducción de gases de efecto invernadero” (Juan Camilo Zapata, entrevista personal 18 de diciembre de 2024).

Finalmente, la hoja de ruta se termina actualizando a un CONPES (Consejo Nacional de Política Económica y Social) que incorpora distintos ministerios para la planificación de esta política económica. Por ejemplo, para temas de soberanía alimentaria, Ministerio de Agricultura; para temas ambientales de reducción de gases de efecto invernadero, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; para el sector transporte, como posible consumidor de combustibles verdes marítimos, aviación y terrestres pesados, pero también en temas de infraestructura portuaria está el Ministerio de Transporte; junto también al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, Ministerio de Hacienda, y el Departamento Nacional de Planificación

La dificultad de acceder a una entrevista con Ecopetrol, única empresa que al momento tenía un camino formal iniciado en proyectos de hidrógeno llevó a que las preguntas se dirigieran por correo electrónico, obteniendo una respuesta concisa y con enlace a documentos públicos del ente. Sobre el origen de las políticas de hidrógeno en Colombia y el interés de la empresa por estos temas la respuesta se acotó a:

El Grupo Ecopetrol visualiza al hidrógeno como un actor relevante de la transición energética, de manera que en 2021 se definió el Plan Estratégico de hidrógeno de bajo carbono del Grupo Ecopetrol, alineado con la Hoja de Ruta del Gobierno Nacional de Colombia. El plan contribuye a la visión estratégica del Grupo Empresarial impulsando el crecimiento, la diversificación del negocio y habilitando la sostenibilidad y el plan de descarbonización. (Plan Estratégico de Hidrógeno del Grupo Ecopetrol s. f.)

Sobre los avances de los proyectos, de los documentos públicos podemos observar que el plan del grupo Ecopetrol se desarrollará en tres etapas de escalamiento: la primera etapa entre el 2022 y el 2030, enfocado en la expansión del hidrógeno en operaciones internas con proyectos a escala industrial e inicio de aplicaciones en movilidad sostenible (Ecopetrol s. f.). La segunda etapa se apoya en la primera para descarbonizar las operaciones del grupo Ecopetrol y diversificar para hacer productos destinados a

movilidad marítima y de aviación orientadas a mercados de Europa y Asia, y la última etapa trata de la masificación del uso de hidrógeno y la expansión del portafolio.

Las aplicaciones del hidrógeno según el grupo Ecopetrol alcanzan a operaciones propias, movilidad sostenible, mezcla de hidrógeno con gas para uso térmico y nuevos productos para mercado doméstico y de exportación.

En todo momento se habla de hidrógeno blanco, azul y verde. Es decir que no se enfoca en la taxonomía sino en el potencial de la molécula de hidrógeno para descarbonizar áreas de la industria fósil.

Durante 2024 se llevó a cabo un proyecto piloto en la Refinería de Cartagena que consistió en la producción diaria de 20 kilogramos de hidrógeno verde a partir del aprovechamiento de aguas industriales generadas por la propia planta. El propósito central del proyecto fue evaluar la viabilidad técnica y ambiental del proceso, así como analizar el desempeño operativo de la generación de hidrógeno verde en condiciones reales de refinería. Además, se examinó el impacto del piloto en el consumo de recursos estratégicos, particularmente agua y energía eléctrica. El hidrógeno verde producido fue destinado a mejorar la calidad de los combustibles elaborados en la instalación, reemplazando parcialmente el uso de hidrógeno gris tradicionalmente empleado en dichos procesos.

Santiago Aldana es de la fundación Heinrich Böll; comenzó a trabajar en estos temas porque en algún momento fue asesor en el Congreso de la República de temas energéticos y ambientales. Allí participó de la discusión de la ley de transición energética 2099 del 2021, donde se habilitaban jurídicamente muchas tecnologías, que a su vez iban a tener incentivos tributarios, jurídicos para que fuera un andamiaje a una transición energética. El problema con dicha ley fue que se le dio trámite de urgencia, y se discutió a espaldas de la ciudadanía, dándole figura de utilidad pública a la energía geotérmica, hidrógeno y biomasa. Esa figura de utilidad pública genera dificultades para la oposición a los proyectos porque son declarados de interés nacional. Sumando que en esta ley se habilitaban todos los “colores” del hidrógeno y sus cadenas productivas. Entonces, ellos dieron el debate porque las tecnologías de captura de carbono para el hidrógeno azul no están comprobadas y en ese momento el hidrógeno verde y sus costos eran muy cuestionados.

Entonces, para Aldana la necesidad de trabajar en una publicación que aclarara algunos de los riesgos del hidrógeno verde surge de múltiples cuestionamientos técnicos, económicos y políticos. En primer lugar, cuestiona su eficiencia energética y alto costo

de producción, que lo hacen inviable frente a alternativas más sostenibles. Además, existe el temor de que, al igual que ocurrió con los biocombustibles en América Latina, su implementación termine reforzando la dependencia de combustibles fósiles —como el *blending* con gas natural— en lugar de impulsar una transición energética justa. A esto se suma la falta de claridad en su definición técnica y los riesgos de marcos normativos permisivos, como la ley específica para el hidrógeno, que podrían generar incentivos económicos desproporcionados y hasta comprometer las finanzas públicas. Detrás de su promoción, Aldana identifica intereses del sector gasífero, lo que alimenta el escepticismo sobre su papel real en la descarbonización. Por último, rechaza la narrativa que lo presenta como una “solución mágica”, advirtiendo que, sin evaluaciones rigurosas, su despliegue podría reproducir modelos extractivistas y retrasar la adopción de energías genuinamente limpias.

3.2. El lugar del Estado en el desarrollo de las políticas

Para el representante del ministerio luego del cambio de gobierno hubo un cambio de perspectiva que llevó a que el hidrógeno y sus derivados se vean como una oportunidad de reconversión laboral, de acceso a energéticos a niveles locales y también se enfatiza que los derivados tengan destinos en la transición justa:

No es que sea utilizar hidrógeno por utilizar hidrógeno, sino utilizar hidrógeno en cosas que sean realmente productivas, que estén establecidos con las diferentes políticas públicas que hoy tiene el país, como por ejemplo, cuando hablamos de amoniaco, ¿dónde se utiliza el amoniaco? En la producción de fertilizantes. Colombia tiene una política de soberanía alimentaria y la soberanía alimentaria no va solamente con el cultivo, sino también la gestión de ese cultivo. Entonces, sí podemos entablar un propósito asociado, que el hidrógeno con su derivado el amoniaco, puede llegar a tener y generar empresas, o generar un encadenamiento productivo en el entorno a la producción de fertilizantes que nos darían ese tema de gradualidad en soberanía alimentaria, pues, tiene todo el sentido de que no hay necesidad de exportar ese hidrógeno, sino que lo podemos consumir acá, siendo que Colombia es un país principalmente agrario. (Juan Camilo Zapata, entrevista personal 18 de diciembre de 2024)

También hay un planteo desde un punto de vista decolonial por parte del representante del ministerio respecto a la primera hoja de ruta:

la conversación comenzó a cambiar, y ya no nos enfocamos tanto en, produzcamos hidrógeno para mandárselo a Alemania o a la Unión Europea para que ellos lo consuman, y nosotros nuevamente con las dinámicas que hemos tenido por más de 200 años, vendemos materias primas y compramos productos finalizados, cuando podríamos tener productos finalizados en el país y vender materias, y vender directamente a estos países. Entonces, esa es una de las retóricas más importantes, y para mí este año por lo menos ha sido un logro, porque el sector

privado ya no habla únicamente de exportación, sino también habla de todos estos temas que te he dicho. (Juan Camilo Zapata, entrevista personal 18 de diciembre de 2024)

Sobre esta visión de los cambios para el representante de la sociedad civil, considera que abrir la puerta a la discusión sobre todo el hidrógeno genera más riesgos porque se están pintando de verde otras soluciones. Por otra parte, cree que “la burbuja” del hidrógeno que se había creado por el incentivo con la cooperación alemana e internacional se ha ido pinchando. Primero porque se encuentra que para que el hidrógeno sea verde tiene que ser producido por energías renovables y el sistema interconectado de Colombia está compuesto solamente por un 70 % de energías renovables, entonces para la generación de energía 100 % renovable y su distribución para la producción de hidrógeno se estarían aumentando los costos operativos.

Por otra parte, considera que el redireccionamiento a la priorización del uso interno de hidrógeno, a diferencia del caso chileno, lleva a que los avances en inversión por parte de la cooperación internacional se vayan frenando porque están a la espera del “autoabastecimiento” ya sea con hidrógeno blanco o azul y después en un horizonte más lejano para 2030 generar las inversiones para la exportación. Esto para el representante de la sociedad civil significa algo positivo porque “si es por producir pues primero satisfaga, o sea cumplamos como la demanda nacional y no sólo volver a replicar una dinámica rentista y extractiva como podría ser sólo para exportación” (Santiago Aldana, entrevista personal 13 de diciembre de 2024).

En estos términos me parece que coincide la visión tanto del representante del ministerio como del representante de la sociedad civil de un giro sobre la política de hidrógeno que pasa de ser orientada al extractivismo o venta de materias primas sin valor a ser de soberanía para el autoabastecimiento, más allá de las discusiones sobre la dimensión del abatimiento de emisiones de gases de efecto invernadero.

3.3. Visión sobre ambiente y conflictos ambientales

Para el representante del ministerio, se ha analizado la hoja de ruta en cuanto a su impacto ambiental y social, realizando cálculos de cuántos electrolizadores se precisan, cuánto espacio se necesita para los paneles solares y que efecto socioambiental puede tener esto. Este estudio se realizó con la colaboración de sociólogos y en la parte ambiental contribuyó él mismo porque es ingeniero. Sobre el consumo de agua observaron que no es tan intenso porque equivaldría a un tercio de lo que consume la

ciudad de Bogotá y que se hace una salvedad y es que el agua que se utilice para producir el hidrógeno no puede ser el agua destinada para consumo humano, sino agua de residuos industriales o agua marina. Sobre esta última, el representante del ministerio también hace una salvedad debido a la salmuera que produce el proceso de desalinización, y resalta que tiene que haber un elemento productivo con ese uso de salmuera para cualquier valor agregado que permita que no se generen efectos ambientales.

Otra cosa que destaca es que en lugares como La Guajira el hidrógeno ha sido bienvenido porque se ha podido “vender la idea de que el hidrógeno si les va a dejar empleo”. También porque ha habido conflictos ambientales como de represas hidroeléctricas que implica un desvío del agua, en este caso con el hidrógeno “la desapareces”.

Entonces, desaparecer el agua es muy diferente a que la desvíes y vuelve y la incluya por allá más adelante. Y como los proyectos han sido muy pequeñitos y se pegan del acueducto, o sea, se pega en una llave. Te pegas una llave y le haces un proceso de ósmosis inversa y obtienes tu agua purificada. Pero, pues, es un agua de llave. O sea, no tiene cómo ningún problema así en temas generales. (Juan Camilo Zapata, entrevista personal 18 de diciembre de 2024)

Sobre esto último no parece haber una visión crítica del acaparamiento de agua, por más que el mismo no sea visible como lo es cuando se realiza una represa hidroeléctrica.

Por otra parte, el cambio de vender el hidrógeno como una industria extractivista a pasar a hablar del hidrógeno como un conversor laboral, generó apoyos. Sobre todo en comunidades que viven de las carboníferas y van a afectar el empleo en comunidades con su cierre. El representante del ministerio da el ejemplo de organización a nivel territorial:

El hidrógeno se ve como un reconversor laboral que los va a apoyar y que pueden simplemente con un par de cursos y un par de cosas adicionales llegar a ser fácilmente gestores de estos proyectos. Tanto que hay una organización que se llama Organización Indígena Regional del Caribe, que es una organización de la Guajira, que se organizaron. Un par de líderes wayúu se organizaron y montaron una empresa que se llama Wayúu Energy, que está enfocada principalmente y priorizada para producir hidrógeno y que esas empresas sean de las comunidades ancestrales de la región. Entonces mira cómo es diferente a lo que podría ser por lo menos el carbón y lo que ha sido por lo menos el tema con la eólica y el azúcar allá en la Guajira. (Juan Camilo Zapata, entrevista personal 18 de diciembre de 2024)

Esto es un poco contradictorio con hechos que se dieron en la zona de la Guajira donde durante el año 2022, los miembros de las comunidades indígenas de Maleen, Woupase y Malui, pertenecientes al e'irruku (clan) Uriana, protestaron porque los aerogeneradores

del parque Guajira 1 se encontraban en su territorio ancestral.¹⁰ No queda claro además si la organización de líderes Wayúu para generar energía está relacionada con los proyectos de energía para la electrólisis del agua y generación de hidrógeno verde o si son proyectos de micro abastecimiento de energía. De cualquier manera, se debe problematizar la expropiación de tierras comunitarias para este tipo de desarrollos.

Aldana, el representante de la sociedad civil critica que los estudios de evaluación ambiental en proyectos como el hidrógeno verde sean superficiales y poco rigurosos. Él señala que las empresas aprovechan vacíos normativos para evitar debates profundos, fraccionando los proyectos y evadiendo consultas significativas. Por ejemplo, explica: “Si ya tienes una licencia para energía renovable, basta con abrirle un pequeño espacio para un electrolizador y ya tienes hidrógeno” (Santiago Aldana, entrevista personal 13 de diciembre de 2024).

Esto, según él, debilita la regulación y reduce la participación real de las comunidades, especialmente indígenas o racializadas como la Guajira, donde “las empresas ejercen presión con ofertas económicas, sin garantizar derechos”.

Además, el representante de la sociedad civil cuestiona la falta de políticas claras sobre agua y tierra en estos proyectos. Se pregunta ¿de dónde va a salir el agua que prometen en contextos de sequía? y alerta sobre el riesgo de que la producción de hidrógeno compita con la agricultura, ya que “nunca aclaran si usan biomasa sobrante o cultivos dedicados, lo que amenaza la seguridad alimentaria”. También denuncia la erosión de la participación ciudadana, pues herramientas como las consultas populares han sido eliminadas, reduciendo la voz de las comunidades a “mera socialización, sin poder de decisión”.

En la consulta realizada a Ecopetrol no obtuvimos respuesta frente a su visión de los aspectos socioambientales de los proyectos, pero al realizarse todos en refinerías ya existentes resuena lo que dice el representante de la sociedad civil de que es fraccionar la discusión de los permisos porque si ya tienes permiso para refinar petróleo ya están produciendo hidrógeno verde sin aparentemente ningún cambio en los permisos ambientales. Pero por otra parte se comprueba lo que dice el representante del ministerio de que el agua que utilizan es la purificada de los procesos industriales, evitando a escala piloto cuestionamientos por el uso intensivo del agua. Pero también

¹⁰ El Tiempo, 2022, “Wayús completan 10 días de protestas en el parque eólico Guajira 1”, *El Tiempo*, 16 de enero, <https://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/la-guajira-protestas-por-parque-eolico-en-cabo-de-la-vela-645229>.

confirma que el agua que están utilizando los pilotos implican “solamente pegarse a la llave” ya que podría aumentar el acaparamiento de agua por parte de la industria del petróleo en esta búsqueda de descarbonización.

3.4. Cooperación regional

El representante del ministerio considera que ellos pueden llegar a ser competitivos, e incluso líderes regionales en el tema de hidrógeno. Y si bien considera que Chile va a la vanguardia, entiende que lo que tiene Chile es un “buen *community manager*”. Pero considera que esto es como la carrera lunar y quién lo logre primero “va a montar la pauta”. En este momento Colombia tiene la presidencia de la Asociación de Asociaciones de hidrógeno de América Latina y el Caribe.

Por otra parte, considera que la forma de cooperación se va a dar a través, no solo del hidrógeno sino de la energía eléctrica, una forma de unión de la región, apuntando a la certificación y estandarización de la producción de hidrógeno, como las iniciativas que lleva adelante la OLADE. Y Colombia está realizando memorandos de entendimiento con Chile y un borrador con Brasil a través de Ecopetrol por Colombia y de Petrobras por Brasil.

Sobre la cooperación regional para el representante de la sociedad civil se trata de un escenario de competencia, pero destaca: “uno pensaría que con un gobierno como el de Boric y el de Petro se podrían hablar de ello, pero en realidad no”. Y considera que la falta de cooperación es un efecto de la cooperación alemana para que no se unan. Por eso negocian de forma dividida con cada país para que cada uno negocie un precio distinto y ese tipo de negociaciones ha sido la que socava la cooperación. Y dice que sería terrible para la cooperación que todos hablaran y generaran políticas conjuntas.

Por otra parte, reconoce que Chile lleva la delantera en la “carrera” del hidrógeno, pero le llama la atención que todo lo que ha hecho Chile llega a Colombia de forma muy similar:

es lo mismo, o sea casi la misma copia de lo que recibe aquí Colombia en marcos tributarios, en marcos normativos, en incentivos, en la hoja de ruta del hidrógeno, en lo que se dice, en lo que no se dice, en los instrumentos para calcular, todo es absolutamente réplica de lo que pasa de Chile llega a Colombia. Y eso es crítico, porque allá también tienen unas condiciones topográficas y ecosistémicas muy diferentes. Pero igual el mismo modo de operar está replicando. Entonces es como curioso porque no se busca la cooperación entre países, pero si se busca que repliquen los mismos marcos que favorecen a los interesados. (Santiago Aldana, entrevista personal 13 de diciembre de 2024)

4. El hidrógeno verde en Uruguay, promesa de industrialización y crecimiento económico

Uruguay tiene una población de 3,5 millones de habitantes en un territorio de 176.215 km² (INE 2023), con costas sobre el océano Atlántico y el Río de la Plata que representan el 15 % de sus fronteras (MGAP 2022). El país ha logrado una matriz energética renovable en un 98 % en 2023 (MIEM 2023), destacándose como líder regional en transición energética. Las exportaciones de energía eléctrica alcanzaron 1.500 GWh anuales hacia Argentina y Brasil (UTE 2023), mientras que los principales productos agroindustriales (carne, soja y celulosa) generaron US\$11.800 millones (BCU 2023). La generación eléctrica se compone de hidroelectricidad (30 %), eólica (40 %), biomasa (20 %) y solar (3 %) (MIEM 2023), con una electrificación del 99,9 % de la población (INE 2021). La distribución está monopolizada por la empresa estatal UTE (Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas), aunque la generación incluye participación privada en parques eólicos y solares (MIEM 2022). Este modelo único de soberanía energética con integración regional plantea oportunidades y desafíos para las políticas públicas hacia el hidrógeno verde.

La hoja de ruta de Uruguay para el hidrógeno verde se presentó en julio de 2022, en ella prima un discurso acerca de las ventajas del país para generar hidrógeno verde con costos competitivos (1,2-1,4 USD/kg para 2030) debido a su matriz energética renovable e interconectada (97 % entre 2017 y 2020). También la estrategia de hidrógeno se presenta como una oportunidad para reducir emisiones (7 Mt de CO2 para 2040), aunque no está claro en qué sectores y de qué manera.

En cuanto a posiciones geopolíticas Uruguay reconoce la misma división que Chile y que el Global Hydrogen Review (2024) donde existen importadores netos, que son de interés para Uruguay como lo son la Unión Europea, Estados Unidos, Reino Unido y Japón (entre otros) y como competidores a los países que serán exportadores netos, como Chile, Arabia Saudita, Omán, Namibia o Australia. De esta manera en el discurso geopolítico de Uruguay como en el de Chile se genera un grupo de países en el centro (importadores netos) y otros en la periferia (exportadores netos), replicando las lógicas predominantes del sistema mundo en el que vivimos.

De todas formas, Uruguay se presenta al mundo como un país con fortaleza institucional y financiera, pero reconoce su necesidad de atraer inversiones extranjeras para poder desarrollar la hoja de ruta del hidrógeno.

Internamente los actores que reconoce son diversos ministerios y agencias del estado que se encargan de la implementación y articulación de la hoja de ruta en áreas como innovación, inversiones, infraestructura, regulación, *offshore* (SIC), comunicación y generación de capacidades. En esta implementación se menciona a la academia y la sociedad civil participando, la primera en el área de innovación y ambas en el área de comunicación y generación de capacidades, pero no se explica cómo se implementará la participación ciudadana y si su toma de decisiones será vinculante.

Para impulsar la economía del hidrógeno verde a nivel nacional, es necesario planificar con una mirada de largo plazo e ir avanzando en acciones concretas hoy. Será necesario ir desarrollando las regulaciones e incentivos, analizar los aspectos logísticos, ir generando capacidades, así como promover la participación ciudadana. A través del Programa H2U se buscará implementar las acciones propuestas en este documento, articuladamente con distintos organismos del Estado, el sector privado, la academia y la sociedad civil. (UY MIEM 2023)

La estrategia de legitimación utilizada para validar la hoja de ruta es la oportunidad de un crecimiento económico verde, enfatizando en la creación de empleo (35 000 puestos directos) y el impacto en el PIB (2 % para 2040).

Por otra parte, se presenta una validación de la estrategia como una oportunidad de crecimiento verde, por ejemplo, mencionando la explotación de hierro de alta calidad usando hidrógeno, con una facturación proyectada de 4100 millones de dólares anuales para 2040. Lo contradictorio de este postulado es que la megaminería de hierro a cielo abierto en Uruguay ha sido altamente controversial generando movimientos para un Uruguay libre de megaminería a cielo abierto. De esta manera se presenta la estrategia de hidrógeno como una forma de profundizar en actividades extractivas.

En cuanto a las narrativas ambientales, un punto neurálgico es la forma en la que se trata el recurso agua, “Uruguay cuenta con alta disponibilidad de agua dulce por pertenecer a una gran cuenca regional, así como por el régimen de precipitaciones anuales” (UY MIEM 2023), sin profundizar en riesgos como la competencia por recursos hídricos. También menciona la disponibilidad de carbono biogénico, materia prima necesaria para realizar combustibles sintéticos, pero no problematiza si esto implica un aumento en el uso de suelo destinado a la generación de madera forestal y si esto implica cambios en el uso del suelo sobre el bioma principal de Uruguay que es el pastizal. Lo que sí se aclara es que el desarrollo de nuevas infraestructuras implica la recategorización del suelo, de padrones rurales a urbanos para poder destinarlos a la industria.

Finalmente, en términos de una transición energética corporativa y sus narrativas tecnocráticas o una perspectiva de justicia social, Uruguay tiene un enfoque muy tecnocrático en cuanto centra su estrategia en normativa, incentivos fiscales, capacidad de generación de potencia eléctrica, costos nivelados de energía, promoción de la innovación, entre otros; y el componente de justicia se presenta en términos de generación de empleos y la aplicación doméstica de las tecnologías pero de forma muy moderada. No existe un enfoque de justicia social o de energía como derecho, si bien es un servicio público, no se aborda la perspectiva de pobreza energética en ningún momento, aunque si se pretenda expandir la matriz energética con el fin de avanzar en la estrategia de hidrógeno.

4.1. Origen del hidrógeno para los actores

Para María José González, coordinadora del programa de hidrógeno del Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) de Uruguay, el país venía recorriendo una primera transición energética, y la hoja de ruta de hidrógeno se presenta como la segunda etapa. Se discute internamente si la transición es una sola, ya que primero llegó la sustitución de fuentes de combustibles fósiles para energía eléctrica y durante esa etapa entre 2017 y 2018, se discutía que se podía hacer con los excedentes de energía eléctrica. Y entonces el MIEM junto con la Administración Nacional de Combustibles Alcohol y Portland (ANCAP) comenzaron a ver un proyecto piloto que se llamaba Verne que destinaba el uso del hidrógeno verde para el transporte de carga. Y luego de esto empiezan a ver que el mundo se está moviendo alrededor de la idea de exportación de hidrógeno verde, en ese momento no se manejaba la idea de los derivados del hidrógeno. Lo que termina dando la aceleración a estas ideas en Uruguay es la llegada del Puerto de Rotterdam, mostrando su estrategia de ampliación y buscando socios para importar hidrógeno, lo que aceleró la creación de la hoja de ruta de Uruguay sobre todo para la importación de Europa y enfocada en derivados como el metanol y combustibles de aviación.

Fue así como Uruguay firmó con el Puerto de Rotterdam un memorándum de entendimiento y un estudio de prefactibilidad. De ese estudio de factibilidad surge que Uruguay si tenía potencial para producir hidrógeno, debido a los costos de energía y Uruguay “tiene un buen recurso energético en el país”. Además, el costo de transporte del hidrógeno hacia Europa no pesaba tanto en el precio final, si bien no se compara al norte de Brasil que queda más cerca y disminuye el CAPEX. Se estudiaron entonces

distintos *carriers* y se vio que había oportunidad para la exportación, parecía ser un paso natural: “Por eso la primera publicación, que fue a raíz de ese estudio, se llama Hidrógeno Verde, un paso natural para el Uruguay, porque los técnicos lo sentíamos como un paso muy natural” (María José González, entrevista personal 18 de diciembre de 2024).

Esto determina que, con dinero de la cooperación internacional, del BID, se contrate a McKenzie & Company para que le diera al estado los insumos para trazar una hoja de ruta:

Esa es una discusión que tenemos siempre fuerte, es que las consultoras no hacen las hojas de ruta. Las hojas de ruta son de los países. Las consultoras hacen los insumos. [...] Después les vuelvo a definir cuál es su estrategia con ese insumo, porque hay un montón de otras variables que no te la da el estudio. Por más que se ponga un poco en las sociales y ambientales, la posta está después en el territorio y la política ni te dice. (María José González, entrevista personal 18 de diciembre de 2024)

La empresa Enertrag tiene una larga historia con las energías renovables, la historia de su fundador, Jörg Müller, es la que cuentan quienes trabajan para la empresa. A quién le cambió la perspectiva cuando se dio el accidente en Chernobyl, y eso le dio la motivación para insistir en la importancia de las energías renovables. Luego de dedicarse a las energías renovables desde 1998, le surgió la necesidad de saber cómo se guardan los excedentes de estas. En ese momento las baterías no estaban muy desarrolladas entonces una manera de guardar energía era generar hidrógeno verde. Así nació según Enertrag uno de los primeros electrolizadores del mundo para la producción comercial, que se encuentra en un pueblo cercano a donde se crió Jörg Müller. Es por esto por lo que la empresa tiene para sus empleados valores importantes como la sostenibilidad, de esto hablamos con Fernando Puntigliano representante de la empresa: “No hace ningún proyecto que no sea sostenible [...] Si alguno de los proyectos que estamos haciendo en América Latina no fuera sostenible, la empresa lo para inmediatamente. O sea que eso es una condición muy importante” (Fernando Puntigliano, entrevista personal 14 de enero de 2025).

Según el Ing. Fernando Puntigliano de Enertrag, para la empresa la elección de Uruguay como un lugar para desarrollar hidrógeno verde tiene detrás también una filosofía política:

La filosofía política es que los países proveedores de energía en realidad vienen de regímenes autoritarios y poco desarrollados desde el punto de vista sociopolítico. Y el perfil de los nuevos proveedores de energía tiene que ser en países que tengan alto nivel de democracia, desarrollo

humano y todo eso. Uruguay no es el país ideal desde el punto de vista de las energías renovables, pero es un buen país. Es un buen país. Es un país interesante desde el punto de vista de la estabilidad política, de la confiabilidad de los negocios, de valores. Y entonces en ese sentido, a pesar de que había lugares más atractivos, incluso en América Latina, he entendido que Uruguay era el país. (Fernando Puntigliano, entrevista personal 14 de enero de 2025)

Para el caso de la Agrupación de funcionarios de las Usinas de Transmisiones Eléctricas del Estado (AUTE), el primer contacto que tuvieron con el tema fue a nivel internacional, y en un encuentro por la democracia energética en Nairobi también se habló por parte de los sindicatos europeos sobre el avance del hidrógeno como idea. Al mismo tiempo comenzaron a aparecer estos temas en Uruguay con la introducción de la Hoja de Ruta y los primeros proyectos en Paysandú y Tacuarembó. Según Gonzalo Castelgrande, presidente de AUTE, la primera impresión que tuvieron sobre el tema fue de cautela debido a que Uruguay ya tiene un marco jurídico, legal y reglas de juego instaladas para el tema de energía, que más allá del vector energético presentado se insertará en ese marco jurídico. Y por fuera de esto lo que valoró el sindicato es el tema de la soberanía del país frente a estos megaproyectos y otras aristas que vienen con ellos:

Se hicieron seis charlas, me acuerdo, temáticas, con compañeras y compañeros de la universidad, de organizaciones sociales. Bueno, ahí colocamos el tema del territorio, el tema de la prostitución, el tema de la energía, el tema de los recursos del Estado, las exoneraciones, el tema medioambiental, el tema del uso del agua. (Gonzalo Castelgrande, entrevista personal 18 de diciembre de 2024)

4.2. Avances y perspectivas en las políticas de hidrógeno

En cuanto al avance de la hoja de ruta y un cambio en las potenciales expectativas, la representante del ministerio dice que a lo que se llegó en la hoja no son valores meta sino valores de oportunidad, ya que el potencial de renovables es mucho mayor a lo que se puso en las hojas de ruta, así como el uso de tierra y el consumo de agua. Por otra parte, el mercado a nivel mundial está más claro ahora, siendo un ejemplo que los derivados como el amoníaco y el metanol pueden ser derivados para el comercio marítimo. Por otra parte, se modificó la expectativa para el mercado interno, que según la representante del ministerio estaba exagerado:

Ellos decían [McKenzie & Company], yo creo que de vuelta han sido optimistas, pero que el TCO, el *Total Cost of Ownership* de los camiones a hidrógeno, se iba a emparejar a los demás en el año 26. Lo veo como muy difícil que así sea, porque todavía son mucho, mucho más caros. Entonces, nosotros ya cuando le sacamos la versión final, le bajamos el número de camiones, pila, le bajamos pila. Igual creo que todavía, es probable que sean todavía muy optimistas,

porque inclusive hay una cosa interesante para el mercado interno, y es que a nivel global todavía no está claro. ¿Qué pasa? Siempre decimos que, para larga distancia, transporte pesado, por el tema de la recarga del eléctrico, pero la verdad es que los eléctricos están avanzando tecnológicamente, y ahora tenés camiones eléctricos que llegan a 500 kilómetros, y entonces esa ventaja, y que cargan en media hora, como que es probable que se desarrolle más tecnología, los chinos están impulsando fuertísimo todo esto, como que vos podés tener un poco más de competitividad que con los de hidrógeno. (María José González, entrevista personal 18 de diciembre de 2024)

Las proyecciones para la representante del ministerio son que Uruguay tiene que estar abierto a todas las oportunidades, y que eventualmente los proyectos de gran escala derramarán al mercado interno. Pero no se puede avanzar sobre conversaciones de exigir una fracción para el mercado interno. Algo notorio es que, si la hoja de ruta está en términos de oportunidades y que el potencial de uso de energías, agua y superficie de tierras para estos proyectos es mayor, significa que estamos ante un riesgo potencialmente superior de acaparamiento de agua y superficie.

Los proyectos que están avanzados son de mercado de exportación HIF y Enertrag y para transporte de carga Kairós y un proyecto en pueblo Centenario para transporte de carga de una planta de celulosa. Se ha avanzado en conocimiento y tecnología, pero sobre todo en transversalidad del Estado; el nivel de tecnificación de las conversaciones tanto con pares tecnológicos del ministerio (Ministerio de Transporte y Obras Públicas, Administración Nacional de Puertos, Agencia Nacional de Investigación e Innovación), como con las empresas.

Sobre las expectativas de continuidad de la política frente a un cambio de signo político en 2025, la representante del ministerio considera que hay interés de sostener la política, en relación con las energías renovables, quizás con matices. Y se pregunta: “Realmente, ¿qué otros desarrollos tenemos en Uruguay? Si no distinto que no sean la ganadería y el agro. Las TICS, por supuesto. Y la forestal, que por suerte se han impuesto” (María José González, entrevista personal 18 de diciembre de 2024).

La empresa Enertrag viene avanzando conforme a distintos componentes del proyecto, que se estructura en cinco ejes clave: energías renovables, electrolizadores, captura de carbono, síntesis y logística. Por una parte, la empresa cuenta con vasta experiencia en energías renovables, administrando “cientos de parques eólicos y miles de turbinas hidroeléctricas en el norte de Europa”, respaldados por tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial. En electrolizadores, aunque Enertrag fue pionera en desarrollar “el primer electrolizador verde del mundo”, el desafío actual es el *upscaling* o escalamiento para producción masiva, trabajando con proveedores y equipos

especializados en Alemania. Las demás etapas —captura de carbono, síntesis y logística— se gestionarán con socios expertos, como Linde en síntesis y Lice en transporte marítimo, aprovechando el *know-how* existente.

Desde el inicio el enfoque del proyecto ha evolucionado hacia la producción de metanol verde, impulsado por la normativa europea que exige combustibles sostenibles para el transporte marítimo antes de 2050. Esto posiciona a Uruguay como un “*hub* regional”, dado su rol estratégico en la distribución de mercaderías y su potencial para abastecer de metanol a flotas fluviales y marítimas en la región. El representante de Enertrag se imagina a la flota proveniente de Paraguay, Bolivia, Argentina, de la hidrovía Paraná Paraguay pasando por Uruguay para repostar metanol allí.

Las perspectivas apuntan a que Uruguay se consolide como un “distribuidor de combustibles verdes” para el Cono Sur en los próximos 10-15 años, reduciendo la “dependencia geopolítica de la región”. Sin embargo, el mayor desafío es la infraestructura: “carreteras, ferrocarriles y redes de transporte de energía” que conecten los centros de producción, algo que aún “no existe” pero que el Ministerio de Industria ya analiza mediante consultorías. Enertrag destaca que Uruguay tiene ventajas regulatorias, con “consenso político transversal” sobre el hidrógeno verde, pero subraya que la colaboración entre empresas —como en el uso compartido de infraestructuras— será clave para la competitividad. En visión a largo plazo, el proyecto no solo impulsará la transición energética, sino que también fortalecerá la soberanía regional, imaginando “empujadores fluviales y barcazas autopropulsadas con metanol uruguayo” en la agroindustria local. La realización de este potencial dependerá de superar los cuellos de botella técnicos y de coordinación público-privada.

Respecto al hidrógeno verde, la sociedad civil tiene una posición tomada, no respecto al vector energético sino al modelo de proyecto que se presenta. Están en contra de los modelos de los proyectos porque según ellos lo que se presenta en la hoja de ruta de Uruguay es una “bestialidad”:

Se está hablando de quintuplicar la capacidad de potencia instalada que se requeriría para generar por medio del hidrógeno verde para la hoja de ruta que se marcó el Uruguay. Eso es muchísimo. Eso va a traer aparejado no solo problemas, creo, a nivel de lo que es el futuro de, vamos a decir, de cómo nosotros después vamos a satisfacer nuestras necesidades eléctricas como pueblo, como país, a nivel de la producción, a nivel nacional, sino que a su vez puede condicionar nuevos proyectos de los cuales después vamos a necesitar instalar como país para poder generar energía. (Gonzalo Castelgrande, entrevista personal 18 de diciembre de 2024)

Sobre la escala, la sociedad civil insiste que los proyectos planteados en Uruguay todavía no existen en ningún lugar del mundo, y que los que existen son pocos, pequeños y ni siquiera las empresas que se quieren instalar en Uruguay tienen proyectos de ese tamaño en otras partes del mundo.

Sobre el objetivo de estos proyectos para el representante de la sociedad civil,

La gran mayoría de estos proyectos son fundamentalmente extractivistas porque no vienen para un desarrollo nacional de la cadena productiva, en este caso el hidrógeno verde, pero puede ser de acero y lo que fuere. No vienen para colocar incentivos al fomento del desarrollo de la tecnología asociada a este tipo de proyectos, sino que generalmente nosotros somos exportadores de materias primas y compradores de bienes y servicios en tecnología. Entonces hay todo ese tipo de reglas de juego que lo que hacen es que después es muy difícil que estos proyectos traigan grandes posibilidades de beneficio para nuestro país. (Gonzalo Castelgrande, entrevista personal 18 de diciembre de 2024)

La expectativa para el representante de la sociedad civil es que se den las discusiones sobre el modelo de desarrollo que deben tener estos proyectos:

Pero tiene que haber un proyecto de desarrollo. Y la magnitud del proyecto tiene que ser acorde a ese modelo de desarrollo. Y no que sea para exportar, y que vengamos acá a poner todo el país a disposición de algo que no va a quedar absolutamente nada en el Uruguay. O sea que cambiar un poco, al menos variar, porque ya sabemos que el presidente electo Yamandú Orsi dijo que no era re fundacionalista. O sea que no va a cambiar tan groseramente las cosas. Por lo menos matizar que no tengan toda la facilidad los grandes generadores y consumidores. Bueno, poner alguna traba. Revisar la ley de inversiones. Focalizar políticas productivas. Y a partir de ahí generar, bueno, cuáles son los proyectos necesarios para ese modelo de desarrollo. Eso es un poco lo que nosotros vemos. Con la participación y el protagonismo directo de las empresas públicas, pero no ya siendo las que garanticen el negocio de otros, sino que se generen negocios públicos, estatales, propios, y cadena de valor propio dentro de las empresas públicas en estos temas. (Gonzalo Castelgrande, entrevista personal 18 de diciembre de 2024)

Queda claro así entonces que no están en contra del desarrollo del hidrógeno siempre y cuando sea acorde al proyecto de desarrollo del Uruguay, y haya soberanía por parte del país a la hora de tomar las decisiones, y de controlar a los grandes productores y consumidores de energía.

4.3. Visión sobre los conflictos ambientales

En Uruguay ha sido muy debatido el consumo de agua por parte de la sociedad civil y es uno de los puntos más álgidos de la discusión sobre hidrógeno verde, al conversar con la representante del ministerio, admite que proyectos como Enertrag generaron alarma social temprana por el uso del agua. Pero finalmente dado a que el tema generaba dudas e incertidumbres “sobredimensionadas” decidieron contratar al Instituto de Mecánica de los Fluidos e Ingeniería Ambiental (IMFIA) de la Universidad de la

República. Y que ese estudio les permitió saber cuál es la gestión más apropiada para los proyectos de hidrógeno que resultó no ser el agua subterránea, sino embalses, como los de riego.

Y seguramente el agua subterránea está, en todo caso, como respaldo, que es un poco lo que nos dio. A ver, la lógica de estos proyectos es embalsar agua. Se hace en el río Uruguay, también en el río Uruguay, porque también es infinito, digamos, para estos volúmenes. Y si estás más adentro del territorio, embalsá. Y si querés agua subterránea de respaldo para algún momento, que tengas mucha seca, no sé qué, porque son flujos distintos, otros ritmos y otras cosas, hay un potencial de agua subterránea. Uruguay no tiene un problema, y estos volúmenes no son volúmenes significativos. Pero no va a ser la primera solución de agua subterránea, porque es caro, es complicado, o sea, no, la verdad que no. Entonces está, eso fue el tema del agua. (María José González, entrevista personal 18 de diciembre de 2024)

Para la empresa, que fue una de las que estuvo más cuestionadas sobre el uso del agua, el debate fue innecesario porque según su representante:

Hubo todo un debate sobre algo que nunca fue planteado. Es bastante interesante porque son los nervios, digamos, con este tipo de cosas. Si está muy bien, a mí me parece que eso genera la discusión, y la discusión la hace muy bien el país, porque es la forma de saber realmente dónde está parado si la información técnica es adecuada. Obviamente, si la información técnica es inadecuada, obviamente toda la discusión se desvía. Pero en realidad, eso sería un poco el marco general. Como te digo, principio de la empresa es sostenibilidad, ¿no? Y si un proyecto no fuera sostenible, simplemente no se hace. De hecho, se ha descartado un proyecto porque no se ha sostenido. (Fernando Puntigliano, entrevista personal 14 de enero de 2025)

Pero por parte de la empresa sí habían indicado que iban a utilizar agua del acuífero Guaraní en su Viabilidad Ambiental de Localización donde se indicaba que el agua que se iba a tomar era agua subterránea:

La generación de hidrógeno verde requiere agua como materia prima, lo que constituyó uno de los principales aspectos considerados por los proponentes, realizándose evaluaciones y prospecciones del recurso a nivel superficial y subterráneo. La zona presenta abundantes recursos hídricos, en particular agua subterránea proveniente del acuífero Guaraní, capaces de abastecer la planta de hidrógeno sin afectar otros usos del recurso. (Comunicación del Proyecto Tambor por Belasay S.A.)

De todas formas, esa discusión no ha sido saldada, según la empresa la fuente que utilizarán finalmente y que presentaron en la Evaluación de Impacto Ambiental es agua superficial. Según la representante del ministerio el estudio del Ing. Rafael Terra del IMFIA presentado en el Evento “Hoja de Ruta del Hidrógeno verde: presentación de estudios y avances”, del 17 de diciembre de 2024, recomendaba el uso del agua superficial pero las conclusiones finales de dicha presentación indican:

En Uruguay, existe disponibilidad de agua subterránea suficiente para atender la demanda asociada a la producción de hidrógeno verde (H₂V). No obstante, dada la escala prevista de consumo y las características del acuífero, será necesario realizar estudios y relevamientos técnicos que permitan minimizar riesgos y prevenir impactos negativos.

En términos de volumen anual, la captación de agua destinada a la producción de H₂V representa una fracción insignificante en comparación con los flujos naturales en la mayoría de las cuencas hidrográficas del país. La implementación de soluciones basadas en embalses no presenta limitaciones generales, y los requerimientos en cuanto a tamaño corresponden a los estándares habitualmente utilizados para infraestructura de riego.

Salvo en el Río Uruguay (donde el caudal mínimo histórico -1945- es 100+ mayor a los requerimientos para toda la Hoja de Ruta 2040), la solución exclusivamente por toma de curso presenta restricciones de permisos y/o de disponibilidad en períodos de estiaje (Rafael Terra 2024).

Lo que no descarta la extracción de agua de los acuíferos y tampoco recomienda únicamente el agua superficial como fuente primaria de agua.

Según la empresa se sigue trabajando con la comunidad de Tambores y mantienen reuniones cada dos meses con autoridades locales, personas claves, y a veces asambleas comunitarias. Donde les han planteado por qué no utilizan agua de saneamiento. Que en el caso de esta comunidad es muy poca por lo tanto no le hace sentido a la empresa. Por otra parte, la empresa sigue intensificando sus esfuerzos de relacionamiento con la comunidad a través de la academia.

Para el representante de la sociedad civil el problema principal es la participación, ellos han participado de forma indirecta en eventos organizados por la academia donde invitan al Departamento de Desarrollo Productivo del PIT-CNT (Plenario Intersindical de Trabajadores-Convención Nacional de Trabajadores), donde las posturas dentro de la central sindical son diversas porque al centralizar posturas de sindicatos de la construcción, que están a favor de atraer megaproyectos, y AUTE que está en contra de estos proyectos se generan tensiones internas. En el caso de AUTE sienten que su posición es más cercana a la Comisión por el Agua y la Vida o Redes Amigos de la Tierra. Esto lleva a que cuando hay eventos donde invitan a la central sindical y no a los sindicatos particulares, quizás la postura de este sindicato no se vea reflejado. Por otra parte, AUTE tampoco ha tenido intercambios ni con la empresa UTE (Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas) ni con el Ministerio de Industria Energía y Minería. Lo que sí esperan es que con un cambio de gobierno estos espacios de participación se den:

Esperemos que ahora con otra nueva sensibilidad, por decirlo de alguna forma, podamos tener una participación. Recordar que, por ejemplo, los grandes generadores, que van a tener una participación activa en esto del hidrógeno verde, porque van a tener que tener energía para el hidrógeno, tienen participación directa con voz y voto en la administración del mercado eléctrico. O sea, nosotros no, ni tampoco el resto de los usuarios residenciales. O sea, hay

lugares que sí hay participación social, pero no a nivel de los trabajadores. (Gonzalo Castelgrande, entrevista personal 18 de diciembre de 2024)

También consideran que a nivel público estos temas no están siendo lo suficientemente debatidos:

Yo estoy convencido que hay una hegemonía mediática, por un lado, política y económica planteada con respecto al tema de la energía. Y aún más, cada vez más. Porque hoy la energía es el factor determinante por excelencia en el mundo. Hoy, bueno, el tema de la guerra es un tema que también nos ocupa, nos afecta. Se están dando guerras por energía, por territorio, por energía. Guerras directas, indirectas, frías, calientes. Guerras económicas. O sea, guerra en general es todo por la energía. Entonces, bueno, está en disputa este tema. Como está tan en disputa y abarca intereses tan poderosos, estoy convencido que no se habla, pero de forma intencional para que no se hable. Y cuando alguien empieza a escuchar un poquito, le dicen, no, no, flaco, quedate tranquilo, que eso lo tienen que hablar los ingenieros, o lo tienen que hablar los políticos. Esto no es un tema para ustedes. Esto se resuelve en otros lados. Y la gente lo único que hace es tomadora de opinión de lo poco que se hable. Y lo único que hace es bancar el mostrador tanto con los impuestos como con la tarifa, con todo lo que la gente banca. Hay una hegemonía planteada de no hablar estos temas. (Gonzalo Castelgrande, entrevista personal 18 de diciembre de 2024)

4.4. El lugar de la cooperación regional

En el caso de Uruguay, un país más pequeño, ve un ámbito de cooperación importante, ya que si todo lo que se anuncia de producción de hidrógeno se consolida, todos los países van a tener que aportar, no uno solo. Uruguay aportaría muy poquito a lo que podría ser la demanda, pero ya es “mucho” para el país. Por otra parte, ve que Brasil “se va solo” y tanto con Chile como con Colombia y Paraguay se está en conversaciones. Principalmente en la posibilidad de tener, como decía el representante del ministerio de Colombia, una certificación regional, homologable a la europea. Esta idea surge a impulso del BID y la iniciativa se llama CERTILAC, que para la representante del ministerio uruguayo es la primera excusa para trabajar en conjunto.

Sobre el posicionamiento de Uruguay en la región y sobre la cooperación regional, Enertrag ve a Uruguay como un jugador que va a pasar desapercibido una vez que Brasil se desarrolle. O que tampoco va a ser tan competitivo con países como Paraguay:

Si Paraguay cumple con las normas del Acto Delegado y todas las normativas europeas, el precio de la energía renovable en Paraguay es muchísimo más barato que el de Uruguay. Muchísimo más barato. Yo pienso que Paraguay va a ser un *hub* importante renovable. (Fernando Puntigliano, entrevista personal 14 de enero de 2025)

Pero le ve otro rol a Uruguay en la región y es desde el punto de vista logístico donde supimos manejar primeros los energéticos renovables y exportamos energía, donde

manejamos celulosa, y confía en que seremos los mejores en manejar combustibles verdes, lo que generará oportunidades de negocios, empleo, de cadena de valor, pero sobre todo de autonomía y posicionamiento a nivel mundial: “y Uruguay va a lograr una independencia que le va a dar una autonomía y una soberanía espectacular. Pero no lo veo como un gran *stakeholder* o no, perdón, un gran participante del mercado mundial de combustibles verdes en 50 años” (Fernando Puntigliano, entrevista personal 14 de enero de 2025).

Para el representante de AUTE, siente que la situación de Uruguay es muy parecida en toda América Latina, en el desarrollo del mercado mayorista de energía, el tema tarifario, las condiciones legales y jurídicas y el marco regulatorio que le dan las condiciones a las grandes empresas de energía. Sin embargo, sienten que hay experiencias muy esperanzadoras respecto a la energía en México y Colombia. Pero respecto al hidrógeno cree que todos están tratando de explorar el tema y con posiciones que ya se venían tomando respecto a los grandes productores o consumidores de energía y pretenden tener aprendizajes de sindicatos alemanes, porque espera que Uruguay no sea un conejillo de indias.

5. Resumen de las visiones de los tres países.

A continuación, presentamos una matriz que resume alguno de los aspectos principales cubiertos por los tres países con los énfasis y matices sobre las discusiones internas que están dándose en cada uno de los países.

Tabla 2
Resumen de las principales coincidencias y diferencias entre países en sus políticas de hidrógeno verde.

Aspecto	Chile	Colombia	Uruguay
Objetivo Principal	Promesa de desarrollo económico y exportación.	Promesa de descarbonización de la matriz energética interna.	Promesa de industrialización y crecimiento económico.
Año de Hoja de Ruta	2020 (Gobierno de Piñera). Continuidad en gobierno de otro signo (Boric)	2021 (Gobierno de Duque). Cambios en gobierno de otro signo (Petro)	2022 (Gobierno de Lacalle Pou). Cambio de signo a partir de 2025.

Financiamiento	Programa de Energías Renovables y Eficiencia Energética de la agencia alemana GIZ	BID (Banco Interamericano de Desarrollo). Y Gobierno del Reino Unido.	Bancos de desarrollo BID (Banco Interamericano de Desarrollo).
Redacción	McKinsey & Company	No declara.	McKinsey & Company
Enfoque geopolítico	Unión Europea y mercados asiáticos	Unión Europea.	Unión Europea a través del Puerto de Rotterdam
Actores clave	Corporaciones, gobierno.	Gobierno, BID, empresas, academia.	Gobierno, Puerto de Rotterdam, academia
Narrativa Dominante	Crecimiento económico y "blanqueamiento ecológico".	Descarbonización y reconversión laboral.	Industrialización y "recursos ilimitados".
Participación social	Consulta sin cambios significativos; enfoque tecnocrático.	Discusión reducida a GEI.	Procesos poco transparentes; colaboración academia-Empresa-Estado.
Críticas / Desafíos	Extractivismo, dependencia externa, falta de justicia energética.	Discusión centrada en la taxonomía de colores en H2; enfoque en sustitución de carbón.	Visión extractivista (discusión centrada en el recurso agua); dificultades por el tamaño del país.
Alternativas propuestas	Discusión sobre precio de la energía y seguridad energética.	Soberanía alimentaria y uso interno.	Soberanía alimentaria y transporte de carga; regionalismo autónomo.

Principales Productos del H ₂ Verde	Exportación de amoníaco verde Descarbonización industrial (ej. para minería). Inyección en redes de gas natural.	Descarbonización industrial (refinerías, acero). Transporte pesado (camiones, buses). Mezcla con gas natural.	Exportación de metanol verde. Combustible para transporte marítimo (colaboración con Puerto de Rotterdam) Uso en agroindustria (fertilizantes).
--	--	---	---

Fuente: Elaboración propia.

Capítulo tercero

Actualidad, futuros y alternativas del hidrógeno verde

Desafíos de una transición energética desde y para los sures

Es difícil imaginar una transición energética desde y para los sures si la misma está mediada por intereses externos a los países del sur global. Como vimos en el desarrollo del análisis de los documentos centrales de la descarbonización en Europa, para llevarla a cabo se pretenden desarrollar grandes emprendimientos en el sur global, tanto en África como en América Latina y el Caribe. Ya sea para procurar metales fundamentales para la transición como para obtener energéticos que sustituyan los combustibles fósiles en los sectores difíciles de abatir como lo son la industria del cemento, el acero y las petroquímicas. Entre los sectores difíciles de abatir se encuentra también la industria armamentística, sector que crece en un mundo en conflicto teniendo como centro para Europa la guerra de Rusia y Ucrania y la utilización de la crisis energética como consecuencia de la dependencia con Rusia como excusa para la descarbonización¹¹. Por ejemplo, el Presidente y CEO de Korean Kia (Hyundai) anunció en septiembre de 2021 que primero desarrollará tecnología de hidrógeno para las fuerzas armadas, comenzando con vehículos comandados, camiones pesados y vehículos equipados con armamento antes de lanzar al mercado vehículos para civiles (IMCCS 2022).

Todo este contexto lleva a pensar que aumentan las presiones de la UE en otras partes del mundo para que se concreten los proyectos de hidrógeno. Lo veíamos mencionado en el apartado del Pacto Verde donde se indica que la UE utilizará su “peso” económico, al tratarse del mercado único más extenso del mundo, para llevar a cabo sus ambiciones ambientales y climáticas. Esto implica la imposición de reglas a través de acuerdos bilaterales que lleva a que países como Chile, Colombia o Uruguay se vean en franca desventaja a la hora de negociar acuerdos.

Consecuencia del alto interés de Europa en que se concreten los proyectos de hidrógeno es que vemos que múltiples países de la UE firman acuerdos bilaterales con

¹¹ Según el Comité Militar Internacional en Clima y Seguridad, el riesgo de que el cambio climático puede empeorar los riesgos de seguridad está muy aceptado por la comunidad internacional. Los aliados de la OTAN y la UE han priorizado la acción climática en las políticas económicas e industriales y están realizando esfuerzos por descarbonizar las fuerzas armadas. Acelerar este esfuerzo ayudaría a modernizar las fuerzas armadas y a reducir los costos y las vulnerabilidades operativas relacionadas con la energía fósil. Sería una contribución lógica al esfuerzo más amplio para combatir el cambio climático y eliminar gradualmente la energía fósil, también considerando que Rusia la está utilizando como arma en la guerra en Ucrania (IMCCS 2022).

los países objeto de nuestro análisis. Es así que Chile tiene firmados acuerdos con la Unión Europea, Alemania, Francia, el Puerto de Rotterdam, el puerto de Hamburgo, los puertos de Amberes y Zeebrugge, Banco Europeo de Inversiones. Además de acuerdos con Corea del Sur, Japón y Estados Unidos.¹² Por su parte Colombia tiene firmados acuerdos con Alemania (CO Ministerio de Minas y Energía, s.f., “Colombia y Alemania firman convenio”), España (CO Ministerio de Minas y Energía, s.f., “Colombia y España firman memorando”), Corea del Sur (BN Americas, s.f., “Colombia y Corea del Sur forjan lazos”) y el Puerto de Rotterdam (H2lac, s.f., “Colombia y Puerto de Rotterdam firman memorando”). Y finalmente Uruguay también tiene acuerdos firmados con la Unión Europea (UY Ministerio de Industria, s.f., “Uruguay y UE firmaron memorándum”), el Puerto de Rotterdam (UY, Presidencia, s.f., “Uruguay firmó acuerdo con el Puerto de Rotterdam”) y empresas privadas provenientes de Europa y Japón entre otros. Es importante destacar que, en los documentos europeos analizados previamente, el puerto de Rotterdam es uno de los corredores planificados para el ingreso de hidrógeno y que ha firmado acuerdo tanto con estos tres países como con Brasil. Esto implica que por cada potencial exportador de hidrógeno existe un acuerdo para generar un “corredor” marítimo desde América del sur hacia el puerto de Rotterdam. Como decía el representante de la sociedad civil de Colombia, Santiago Aldana, parece ser una estrategia para negociar bilateralmente y llegar a un mejor precio o acuerdo de forma separada porque sería peligroso para sus intereses que los países se hablaran y generen políticas conjuntas.

Parece improbable que en un mismo continente existan al menos cuatro *hubs* que vendan los mismos derivados del hidrógeno verde a un mercado que aún no se ha conformado, pero es de esta manera que se presentan a sí mismos los países en sus propias estrategias u hojas de ruta del hidrógeno y sus derivados. Si bien en Chile el producto es amoníaco y su salida es por el pacífico, el mismo producto llegaría a Europa desde el norte de Brasil lo que disminuye los costos de transporte. Por otra parte, el metanol producido por Uruguay saldría por el océano Atlántico al sur, mientras que desde el norte de Brasil también saldría el mismo producto derivado del hidrógeno, una vez más desde una ruta más corta que disminuiría los costos de transporte. Finalmente, parece contradictorio que Colombia se quiera enfocar en la producción de

¹² Listado de acuerdos internacionales suscritos hasta 2023. Accedido en abril de 2025, <https://www.planhidrogenoverde.cl/wp-content/uploads/2023/12/A3-Acuerdos-Internacionales-Suscritos.pdf>.

hidrógeno para el autoabastecimiento a la vez que firma acuerdos con múltiples actores internacionales y también se postula como un *hub* de derivados del hidrógeno desde el mar caribe para el continente europeo.

Para cada uno de los países se parte de condiciones muy desiguales en cuanto a disponibilidad de energías renovables y potencialidad de instalación de nuevas fuentes de energía renovable. Así como también hay diferencias en la disponibilidad de agua entre los países y regiones territoriales escogidas, hay diferencias en la disponibilidad y origen del carbono biogénico para la producción de derivados. Sin embargo, todos los países presentan en sus estrategias considerables ventajas frente a los demás países de la región, en el caso de Chile y Uruguay agregan la estabilidad institucional, marcos regulatorios sólidos, estabilidad política y solidez macroeconómica a las ventajas. Esto último recuerda a la concepción de Josep Borrel de países afines en valores a los de la Unión Europea.

Esto llamó la atención de Santiago Aldana de la Fundación Heinrich Böll. El hecho de que, si bien no se busca la cooperación entre países, sí se busca que repliquen los mismos marcos que favorecen finalmente a los interesados. En la página de h2lac, la plataforma de la cooperación alemana mencionada previamente, se pueden encontrar múltiples estudios y documentos realizados para distintos países, pero destacan entre ellos Chile y Uruguay, que se ponen a disposición de todos los países como insumos para sus estrategias de hidrógeno verde y derivados. Esto podría indicar que desde la cooperación alemana se promueve la mayor parte de la producción documental que alimenta las estrategias de las políticas en cada uno de los países.¹³ De los pocos materiales que parecen dirigirse a favor de los países que se perfilan como exportadores netos de hidrógeno podemos encontrar uno de los documentos puestos a disposición en dicha plataforma, denominado “Facilitadores políticos clave para la implementación de los Principios Voluntarios de Alto Nivel del G20 de 2024 sobre el Hidrógeno”, presentado en Brasil durante el G20. Uno de los apartados indica:

Los países del G7 han tomado medidas significativas para cumplir con los requisitos de seguridad energética y sostenibilidad, en línea con la demanda energética esperada y los límites de gases de efecto invernadero establecidos por el IPCC. Con aproximadamente 700 Memorandos de Entendimiento (MoUs) anunciados a nivel global para la producción, transporte y/o consumo de hidrógeno (una gran parte de ellos son acuerdos Norte Global-Sur Global), se

¹³ Según Combariza Díaz el Ministerio de Energía y Minas de Colombia reconoció en su informe al Congreso colombiano, así como en su informe final de rendición de cuentas que una parte sustancial, si no la mayoría predominante, del trabajo relacionado con la estrategia para concebir, comprender y eventualmente desplegar GH2 provino del exterior, en forma de asistencia técnica no reembolsable.

necesitan urgentemente salvaguardias significativas para orquestar con éxito un despliegue del hidrógeno alineado con el clima (como se describe en el Acuerdo Conjunto) y, al mismo tiempo, generar los beneficios socioeconómicos asociados para aquellos países que se proyecta sean exportadores netos [...]. Al considerar el uso local del hidrógeno o sus derivados en productos de valor agregado o como portador de energía, los países del G20 deben garantizar que se establezcan las políticas necesarias para 1) asegurar que los países del G20 reciban la mayor parte del potencial de crecimiento económico asociado con los desarrollos relacionados con el hidrógeno [...]. (Task Force 2 [TF2] 2024)

Este parece ser uno de los pocos apartados que indican una intención de que los esfuerzos de los desarrollos productivos de los países del G20 se destinen a los mismos, y no a los países importadores netos. Es importante remarcar que, de los países de América del Sur, solamente Brasil y Argentina son miembros del G20 y muchos de los estados miembro son parte del G7 o de grupos con economías predominantes sobre los países del sur global.

Para Christian Dorninger, el elevado consumo masivo y crecimiento económico de los países del Norte global se ha alimentado de la existencia continuada de un intercambio asimétrico de recursos y mano de obra con el Sur global. Para el autor, “esta continua reasignación de bienes y cargas medioambientales en la división internacional de la mano de obra y de la Naturaleza subraya la dependencia de recursos de las economías de renta alta respecto a las economías más pobres. Pero este intercambio ecológicamente desigual también implica que las personas y la Naturaleza del Sur global sufren de forma desproporcionada los daños medioambientales infligidos por la explotación de recursos al servicio directo e indirecto de los países más ricos” (Dorninger 2023, 154)

A pesar de esto, cuando se les consulta a los representantes de los distintos ministerios de cada país se ven a sí mismos compitiendo por tener la delantera en la carrera del hidrógeno y sus derivados. Por un lado, Chile considera que los primeros que avancen en estas políticas serán los más beneficiados. Además, Colombia también ve competencia con la región, pero se enfoca en poder lograr una certificación regional para estandarizar los derivados del hidrógeno a las exigencias Europeas. Uruguay por su parte, al verse pequeño respecto a lo que será la producción regional de derivados del hidrógeno, se ve cooperando con distintos países, pero contra intuitivamente también se perfila a sí mismo como un *hub* en la hidrovía de los ríos Paraná y Paraguay que desembocan en el Río de la Plata. Las empresas, por otra parte, son principalmente capitales del Norte global y además están enfocadas en carreras intraempresas —ya que tienen proyectos en varios países a la vez—, e interempresas —una carrera dentro de los

países para quienes se benefician de la flexibilidad de los Estados con los primeros proyectos—, por lo que no es esperable que tengan una tendencia a la cooperación regional. De todas formas, varios estudios presentados en h2lac sugieren que la infraestructura compartida para cada país puede mejorar el precio final de los derivados del hidrógeno verde. Por parte de la sociedad civil, declaran que esperan que fuera una oportunidad de cooperación regional pero que están observando un perfil muy competitivo por parte de los países.

Por otra parte, el ritmo que impone el imperativo de competitividad en el mercado global, no deja suficiente tiempo a la ciencia para desarrollar los procesos que requieren o incluyen hidrógeno, así como tecnologías de captura de carbono, con certeza y seguridad. Por lo que podemos ver tanto las promesas como los avances en el área están más marcados por la necesidad de crear un mercado virtual del hidrógeno que por los tiempos que puede llevar desarrollar las distintas tecnologías. Esto lo podíamos ver en los apartados de “aceleración de las políticas de hidrógeno” que en su mayoría hablan de flexibilizar políticas para apalancar los proyectos y no tanto de generar condiciones para obtener tecnologías seguras y probadas.

Trazando el camino hacia un nuevo regionalismo

En América Latina, existen muchos intentos de cooperación regional que han tenido magros resultados, o han sido meramente declarativos. Durante los gobiernos progresistas (2000-2015) el extractivismo se profundizó debido a la necesidad de *acumular* para poder redistribuir en países que estaban sumamente empobrecidos. Sobre esto, Gudynas aborda la necesidad de América del Sur de superar su rol tradicional como proveedor de materias primas, lo cual, a pesar de sus beneficios económicos, ha perpetuado problemas de pobreza, marginación, y violencia, además de generar impactos sociales, económicos y ambientales negativos. Gudynas propone un cambio hacia un “regionalismo autónomo”, que implica una reorientación económica, productiva y comercial a escala continental, reduciendo la dependencia de la extracción de recursos naturales y fomentando el desarrollo de otros sectores como el agropecuario y la industria. Este enfoque demanda una nueva forma de integración basada en las aptitudes ecológicas y productivas de las distintas biorregiones del continente, promoviendo la complementariedad y la cooperación entre países (Gudynas 2013).

En su análisis, Gudynas propone, para lograr este nuevo regionalismo, ceder porciones de soberanía nacional en favor de una mayor autonomía regional, lo que permitiría a los países y a la región como un todo, mantener una estrategia post extractivista viable. Este

enfoque de Gudynas contrasta de cierta manera al concepto de integración promovido por la CEPAL que propone un “regionalismo abierto”, enfatizando la importancia de la autonomía frente a la globalización, asignándole un fuerte papel a la liberalización comercial.

Además, Gudynas plantea que la transición hacia un regionalismo autónomo debe incluir políticas sectoriales supranacionales, como estrategias continentales en agroalimentos y una política energética supranacional, para utilizar los recursos de manera regional en lugar de global (139-140). En conclusión, nos toca imaginarnos una transición energética para las poblaciones y ecosistemas de la región y no para los grandes poderes del norte y evitando grandes zonas de sacrificio para la protección de nuestros recursos naturales que nos brindarán el espacio para alcanzar una alimentación soberana.

En el libro *Delinking and Global Reparations: Alternative Perspectives on the Socio-Ecological Crisis* (Samba Sylla y Koddenbrock 2025), la colección de textos aboga por que África y el Sur Global impulsen reformas sistémicas basadas en la justicia ecológica, la soberanía económica y la descolonización. Enfatiza la importancia de las reparaciones por injusticias ecológicas e históricas, la desvinculación de las dependencias capitalistas y neocoloniales globales, y el fomento de la cooperación y la autosuficiencia regionales. Los documentos critican el colonialismo verde, la explotación de recursos y las prácticas comerciales desleales, a la vez que promueven modelos de desarrollo alternativos como la desvinculación ecológica, el desarrollo auto centrado y el control local de los recursos. También destacan la necesidad de un sistema monetario internacional reformado, la soberanía tecnológica y una transición energética justa que priorice la justicia social, la participación comunitaria y la sostenibilidad ecológica.

La desvinculación (*delinking*) se refiere a situaciones en las que un país reduce su dependencia del sistema capitalista global y, en su lugar, comienza a priorizar decisiones internas que favorecen los intereses de los trabajadores, los campesinos y las comunidades locales (Ajl 2025, 26). Según Samir Amin, la desvinculación implica que, frente a fuerzas externas, se implementan reformas sociales y ecológicas internas que permiten a los países relacionarse con el mundo exterior según sus propias trayectorias de desarrollo, con la sostenibilidad ecológica y la justicia social en mente, en lugar de entidades de la racionalidad capitalista global (Ajl 2025, 26). Por lo tanto, consideró los componentes ecológicos como intrínsecos a este enfoque, con la idea de que la

tecnología, así como el desarrollo, no podían ser neutrales y debían orientarse en función de las necesidades ecológicas y sociales.

El desarrollo auto centrado en el sector energético apunta a un amplio conjunto de opciones que van desde el control local de los recursos hasta proyectos descentralizados de energía renovable, así como procesos agroecológicos que empoderan a las comunidades, a la vez que reducen la dependencia de los combustibles fósiles importados y los proyectos de infraestructura industrial a gran escala. Los proyectos comunitarios a pequeña escala, como los sistemas locales de energía solar, eólica o bioenergética, en aras de la sostenibilidad ecológica y la justicia social, son consideraciones importantes. Ajl añade que el Sur Global podría centrarse en la agroecología, las energías renovables a pequeña escala y la cooperación regional para el desarrollo de un sistema energético comunitario resiliente que vele por la salud ecológica y las necesidades locales si, en realidad, la industrialización no es su opción. Este tipo de estrategia conduce a una Transición Justa que respete los entornos locales y apoye el desarrollo sostenible con contextos operativos distintos del industrial dominante.

Para América Latina y el Sur Global, la desvinculación ecológica y el desarrollo auto centrado pueden darse mediante la adopción de modelos que privilegien el control local de los recursos y la formulación de políticas participativas a nivel comunitario. Dichos modelos consisten en liberarse del modo de funcionamiento capitalista global y construir alternativas internas que reflejen los intereses de los trabajadores y campesinos para permitir una transición energética justa y sostenible (Samba Sylla y Koddenbrock 2025, 9). Estas estrategias incluyen la promoción de la agricultura agroecológica campesina a pequeña escala y proyectos descentralizados de energía renovable que integren la biodiversidad y el funcionamiento de los ecosistemas, manteniendo el control de los recursos en manos de las comunidades locales para que estas puedan beneficiarse directamente de las prácticas sostenibles (Ajl 2025, 33).

Además, se puede fomentar el regionalismo y sus instituciones como andamiaje para la desvinculación, permitiendo a los países separados implementar políticas centradas en la resiliencia ecológica y la justicia social, en lugar del mero crecimiento económico (Ajl 2025, 35). Este enfoque se complementa muy bien con la unión de las comunidades como un proceso democrático y participativo que decide la política energética y garantiza que se adapte a las necesidades locales y la sostenibilidad ecológica. A la vez, junto con las reformas de los sistemas económicos y financieros globales, se debe crear

un marco legal que facilite la transferencia de recursos y el apoyo a las iniciativas locales y comunitarias para que, en definitiva, el sector energético sea más justo y resiliente a la justicia social y la integridad ecológica (Samba Sylla y Koddenbrock 2025, 14).

Por otra parte, en un mundo donde se están reordenando los poderes regionales, con tendencias multipolares, existe la oportunidad de construir un multilateralismo diferente. Para Mary Ann Manahan (2023, 256), la reconstitución del multilateralismo en el mundo exige volver a reclamar la redistribución de los recursos, la riqueza y el poder de decisión que no solo rectifique las injusticias históricas, sino que también cree un sistema multilateral radicalmente justo que ponga en primer plano las necesidades y aspiraciones de las comunidades marginadas de todo el mundo. Para la mencionada autora, las nuevas formas de multilateralismo exigen construir nuevos proyectos de gobernanza basados en principios de solidaridad y ayuda mutua en lugar de competencia e individualismo. Construir nuevas formas de colaboración implica enfrentarse a los legados del colonialismo que siguen configurando las relaciones de poder mundiales e impiden la realización de un multilateralismo democrático (256).

La región y sus no lugares: sobre el emplazamiento de los proyectos

Es deseable que en un contexto donde los proyectos de hidrógeno verde surgen en todos los países, los responsables de desarrollar las políticas públicas profundicen en las razones de por qué se eligen los sitios donde se van a emplazar los proyectos. El emplazamiento de los proyectos no es inocente, pero además aniquila la existencia de condiciones anteriores al desarrollo de esta nueva oportunidad. Veremos algunos ejemplos con los que se pretende demostrar que las escalas u objetivos de estos proyectos no se condicen con el modo de vida de las zonas en las que se pretenden instalar. Esconden detrás de discursos la realidad de que las personas viven en una escala local y que las empresas vienen con una lógica de *lanzarlos* al mundo. Todas esas oportunidades de *desarrollo* que traen no están pensadas para esas personas que viven allí, aunque así lo propongan.

Un caso es el explicado por Hamza Hamouchene, donde el desierto de Sahara en el norte de África ha sido propuesto como una vasta extensión de territorio “vacío”, en la cual con una minúscula parte de su superficie se podría satisfacer la demanda total de electricidad del mundo debido al potencial energético solar del desierto. Por eso, se han atraído múltiples iniciativas orientadas a la exportación de energéticos renovables y

liderada por empresas del sector privado alemán. Entre esas iniciativas se encuentra la Alianza de Hidrógeno de Oriente Medio y África del Norte, que según el autor muestra cómo se reproduce el colonialismo o el acaparamiento verde. Esto último ejemplificado en la apropiación de 3000 hectáreas de comunidades agro pastoriles *amazigh* sin su aprobación. Esta apropiación se dio bajo una narrativa colonial sobre el ambiente que cataloga a las tierras a expropiar como marginales e infrautilizadas, subrayando en un estudio realizado en 2018 por el Banco Mundial que “el terreno arenoso y árido solo permite el crecimiento de pequeños matorrales, y la tierra no es apta para el desarrollo agrícola debido a la falta de agua” (Banco Mundial, 2018). Según Hamouchene este argumento también fue utilizado para promocionar la planta de energía solar de Ouarzazate a principios de la década de 2010. Y en este entonces, alguien declaró:

La gente del proyecto habla de esto como un desierto que no se utiliza, pero para la gente de aquí no es un desierto, es un pastizal. Es su territorio y su futuro está en la tierra. Cuando me quitan mi tierra, me quitan mi oxígeno. (Activista anónimo citado en Rignall 2012; Hamouchene 2023, 89)

Estas declaraciones me retrotraen a la opinión de la empresa emplazada en la región de Magallanes de que es un territorio vasto, donde sólo van a utilizar una porción pequeña del territorio (0,8 %) y que además “también tiene alta erosión, [...] no hay ninguna pradera prístina, no es Torres del Paine, no hay nada. Fue muy intervenido”.

En el caso de Uruguay el proyecto de la empresa Enertrag, pretende sustituir un modo de vida ganadero rural por una industria que requiere menores tiempos para transportar materias primas y los productos generados en la industria, aniquilando el modo de vida rural en la localidad de Tambores. En el proyecto denominado Tambor se puede leer una caricaturización de Tambores como un lugar casi desierto, un lugar aburrido que es necesario sacar de su *sopor*.

Tambores es un pueblo en general prolíjo y limpio, tanto a nivel de espacios públicos como privados, y con abundante vegetación. [...] Hay muchas buenas casas antiguas que quedaron deshabitadas al dejar el pueblo sus propietarios. [...] El paisaje en los alrededores de Tambores es de campo abierto, mayormente de llanuras. Los campos donde se ubicará el proyecto y otros de la zona son de uso principalmente pastoril, con algunos sectores de praderas o cultivos forrajeros, que quedan excluidos de las áreas destinadas al proyecto. Salvo en el centro poblado de Tambores el resto de la zona está muy deshabitada. Los establecimientos rurales son extensos, y las viviendas están muy apartadas. (Comunicación del Proyecto Tambor por Belasay S.A.)

Frente a esta caricaturización podemos comparar un informe realizado por varios grupos de trabajo e institutos de la Universidad de la República con inserción en el territorio¹⁴, dónde se caracteriza a la población de Tambores y sus alrededores y además se realiza un estudio de percepción sobre los niveles de participación frente al proyecto de hidrógeno verde que se ubicará en la zona. Para empezar la identidad étnico-racial de la población muestra características diferentes a las de la composición nacional de Uruguay. Según datos del informe, en la zona relevada un alto porcentaje se autoidentifican como indígenas (29,5 %) y afrodescendientes (20,4 %) (Grupo de Trabajo de Ambiente y DDHH et al. 2024); mientras que a nivel país la identidad principal por ascendencia es de 4,8 % afro o negra y 2,4 % indígena. A nivel de Tacuarembó, la población indígena representa 5,7 % y cuenta con un 6,4% de población afrodescendiente (OPP OTU, accedido en abril 2025). En el mismo estudio al consultarle a las personas sobre el conocimiento del proyecto, no conoce nada (45,2 %) o solo un poco (34,6 %) sobre el Proyecto Tambor y su medio de información principal sobre el proyecto ha sido la radio (21,5 %). Sobre las implicancias específicas de una planta de hidrógeno verde el 68,1 % de las personas desconoce lo que implica una planta de producción de hidrógeno verde (Grupo de Trabajo de Ambiente y DDHH et al. 2024).

Aunque el proyecto justifica su ubicación en la zona por la abundancia de recursos eólicos, el potencial para parques solares y la disponibilidad de agua, su emplazamiento coincide con un territorio históricamente marginado y una población racializada en Uruguay. Tanto el Estado como la empresa deberían garantizar que el proceso participativo incluya activamente a esta población, tradicionalmente excluida de las decisiones que afectan su entorno.

El caso de Colombia es más complejo debido a que se han detectado seis *hubs* potenciales, pero centran su atención en el *hub* Cartagena, Barranquilla y La Guajira debido a su posición privilegiada frente al mar caribe y la presencia de infraestructura portuaria. Sobre La Guajira, se la presenta como *hub* condicional. A través de un estudio de la GIZ (Sociedad Alemana para la cooperación Internacional) se la evalúa como ideal, debido a excelentes potenciales de energía eólica y solar que permiten alcanzar los costos más bajos de hidrógeno verde de la región. Pero por otra parte se

¹⁴ Grupo de Trabajo de Ambiente y Derechos Humanos de la Cátedra UNESCO de DDHH de Udelar, Instituto de Desarrollo Sostenible, Innovación e Inclusión Social (IIDIS) y el Núcleo de Estudios Rurales del CENUR Noreste, Sede Tacuarembó de Udelar.

señala que existen diversos *problemas sociales* debido a que los territorios que se piensan disponer se ubican principalmente en territorio colectivo del pueblo indígena wayuu, cuyos territorios son inalienables, imprescriptibles e inembargables¹⁵ y no se pueden arrendar o comprar. Por tanto, el desarrollo de este *hub* está condicionado a que los desarrolladores lleguen a acuerdos con las comunidades a través de Consultas Previas, Libres e Informadas (CPLI). Cabe destacar que estas negociaciones bilaterales en general se llevan a cabo entre los desarrolladores y la población en condiciones de asimetrías de poder. Es importante ver que en el documento que reconoce a La Guajira como *hub* condicional menciona entre los “Actores principales” a “Autoridades nacionales; Gobernación de la Guajira. Cámara de Comercio de la Guajira; Transportadores de gas natural (Promigas y TGI); Cerrejón; Ecopetrol; Hocol y Salinera del Caribe”. Y a las comunidades indígenas las reconoce dentro de “Aspectos ambientales a identificar” y “Barreras identificadas”, indicando en ambos “la prevención y rechazo de las comunidades indígenas a los proyectos de energías renovables” (Stuibel y Gomez Mejía 2023). En el mismo informe se indica que más de la mitad de la población no tienen servicios de acueducto, que solo 6 de 15 municipios cuentan con agua potable (Censo 2018) y que 39 % de los hogares no tiene electricidad (Stuibel y Gómez Mejía 2023). También La Guajira es presentada como una oportunidad debido a que, al ser una zona principalmente minera dedicada a la extracción de hulla de carbón, en el momento de realizar una transición energética la región puede estar abierta a nuevas oportunidades industriales.

Salta a la vista que, tanto en el caso uruguayo como en el colombiano, los lugares escogidos para el emplazamiento son territorios o hábitats de personas racializadas. Si bien no podemos desprender conclusiones rápidas de por qué esto sucede, o si se debe solamente a condiciones técnicas (disponibilidad de recursos hídricos, solar, eólicos), es imperante preguntarse ¿se eligieron estos sitios solo por sus características técnicas, o también por una asimetría de poder que facilita su ocupación? En la narrativa también vemos que estos territorios se consideran “subutilizados”, “despoblados”, “marginales”, lo que en un principio podría ser un desprecio a las formas de vida que allí se desarrollan. Estas visiones reproducen las lógicas de racismo que se han dado en América Latina donde los territorios indígenas y afrodescendientes han sido

¹⁵ República de Colombia, *Constitución política de Colombia*, art. 63, 1991: “Los bienes de uso público, los parques naturales, las tierras comunales de grupos étnicos, las tierras de resguardo, el patrimonio arqueológico de la Nación y los demás bienes que determine la ley, son inalienables, imprescriptibles e inembargables”.

históricamente zonas de extracción de recursos. Es por eso que es importante analizar las lógicas de su implantación si no se pretenden reproducir estas lógicas. La respuesta exige analizar si los estándares de consulta previa, participación en la toma de decisiones y distribución de beneficios incorporan criterios de justicia racial, más allá de los aspectos ambientales.

Surge del análisis de las narrativas acerca de los lugares donde se quieren emplazar estos proyectos que existen asimetrías tanto de percepción de las realidades, de conocimiento, de poder, entre los actores locales por un lado y las empresas y el Estado por otro lado. Es por esto que, en el siguiente apartado, con el fin de poder nivelar la discusión sin la necesidad de complejizar el conocimiento con términos técnicos, ponemos a consideración cómo detectar tecnologías que se presentan como soluciones simples y únicas frente a problemas complejos como la convergencia de la descarbonización, la generación de empleo, el crecimiento económico, entre otros.

Las fronteras de la imaginación: ¿cómo detectar falsas soluciones y crear alternativas?

Antes de embarcarnos en la discusión sobre las falsas soluciones, recordemos algo que decía el representante de la sociedad civil uruguaya: que la postura de su sindicato no es en contra del vector energético sino del modelo de los proyectos. De la misma forma se expresaba el representante de la sociedad civil chilena, quien decía que la preocupación mutó de los problemas ambientales a una más profunda, sobre el modelo de los proyectos de hidrógeno y sus derivados. Sin embargo, la discusión se ha presentado por parte de ambos Estados y de las empresas en términos tecnológicos, con un lenguaje muy tecno optimista, de que este nuevo vector energético ayudará a combatir la crisis climática.

Entonces primero definamos qué es tecnología. Según El Grupo de Acción sobre Erosión, Tecnología y Concentración (ETC Group, por sus siglas en inglés), la palabra tecnología evoca objetos digitales, complejos o avanzados, pero la tecnología, por su etimología es el conjunto de conocimientos sobre una técnica o manera de hacer. Eso podría incluir elementos básicos de nuestra vida cotidiana como un textil, sistemas de cultivos, procesos de fermentación y hasta una receta de cocina pasada de generación en generación. En resumen, una tecnología es un conjunto de conocimientos y experiencia acumulados sobre una forma específica de producir o realizar algo (ETC Group 2023). Pero cuando hablamos de la economía del hidrógeno y de las políticas públicas del

hidrógeno, estamos hablando de la implantación de un proceso tecnológico. Según Lander (1992) los procesos científicos y tecnológicos se han convertido en asuntos políticos medulares debido a su capacidad para afectar y transformar todas las esferas de la vida. Y sin embargo muchas discusiones sobre la ciencia y la tecnología las siguen presentando como objetivas, neutrales y universales, capaces de solucionar todos los problemas de la humanidad a pesar de los perjuicios que puedan generar.

Entonces, asumir la tecnología como algo político es una forma de enmarcar las tecnologías sin considerarlas “buenas”, “malas” o “neutras”, al considerar la ciencia y la tecnología ya no desde el positivismo sino como el producto de procesos, conocimientos y sistemas profundamente políticos. Esto nos puede ayudar a analizar las tecnologías dependiendo de su contexto (ETC Group 2023). Entonces para entender más a la tecnología nos tenemos que acercar primero a cómo se crea el conocimiento, y es válido preguntarse quiénes lo generan, cómo y por qué y, finalmente, quiénes se apropián de él y cómo se accede a este conocimiento.

Cuando investigamos sobre los proyectos de hidrógeno verde y sus derivados, la mayor acumulación de conocimiento está a disposición del desarrollo de los proyectos y no de la información de la sociedad civil o poblaciones indígenas, racializadas o pobladores locales. Para comenzar, quiero exponer el caso de la solicitud de información a Ecopetrol para este trabajo de tesis, quienes respondieron solamente con enlaces sobre los proyectos existentes, pero dejaron fuera de la respuesta si la escala de los proyectos era adecuada, cuáles eran los impactos socioambientales y si existían mecanismos de participación, alegando lo siguiente:

Con relación a las preguntas 2,4,5,6,8,9,10,11,12 y 13: La información específica asociada a la implementación de los proyectos de hidrógeno de bajo carbono por parte del Grupo Ecopetrol tiene el carácter de reservada y confidencial por tratarse de información propia del secreto industrial y comercial de Ecopetrol (numeral 6o del artículo 24 del Código de Procedimiento Administrativo y de lo Contencioso Administrativo, Ley 1712 de 2014, artículo 7o del Decreto 1056 de 1953, el artículo 4o de la Ley 10 de 1961, el artículo 6o de Decreto 1348 de 1961 por el cual se reglamenta la Ley 10 de 1961, el artículo 5o de la Resolución Ejecutiva 181 de 1968, artículo 260 de la Decisión 486 de la Comunidad Andina). Adicionalmente, es importante resaltar que en estos casos Ecopetrol actúa en calidad de comerciante como un agente económico en competencia con particulares. Así las cosas, Ecopetrol se encuentra en la obligación de proteger aquella información que tiene un valor comercial por ser secreta y que soporta los libros y papeles del comerciante (numeral 4º del artículo 191 y artículo 482 del Código de Comercio, artículo 56 y 123 del Decreto 2649 de 1993). (Comunicación por correo electrónico del grupo Ecopetrol 12 de febrero de 2025)

Por otra parte, en Uruguay, cuando la sociedad civil extendió un pedido de acceso a la información pública al Estado sobre el acuerdo con la empresa HIF que pretende emplazar en Paysandú, la respuesta fue demorada y posteriormente se le comunicó que “toda la información y documentación intercambiada por las partes en su marco” se encuentran “amparados por una cláusula de confidencialidad que impide su revelación” (Méndez 2024, párr. 5). Finalmente, en Chile, la organización Manomet comenzó a involucrarse en el tema del hidrógeno verde porque en cuanto empezaron a investigar sobre el tema, encontraron que la información era poco transparente porque era confidencial o privada.

Además, existe en el caso de los tres países una estrecha colaboración entre la academia, el Estado y las empresas a las cuales se hizo referencia tanto en los documentos de hoja de ruta, como durante las entrevistas por parte de los representantes de los ministerios y las empresas. Por ejemplo, en Uruguay, la relación tanto del Ministerio como de la empresa Enertrag con la “sociedad civil” se ha realizado a través del relacionamiento con la academia, tratando de esclarecer las dudas respecto a la disponibilidad de agua como de otros bienes naturales. Por otra parte, en Colombia, las Universidades de La Sabana, Nacional y de Antioquia están realizando desarrollos de proyectos piloto a pequeña escala para contribuir con la hoja de ruta del hidrógeno en este país (Juan Camilo Zapata, entrevista personal 18 de diciembre de 2024). Finalmente, en Chile, la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) anunció la adjudicación del Centro Tecnológico de Hidrógeno Verde de Magallanes. Una iniciativa que busca proveer de infraestructura, capacidades tecnológicas y recursos humanos a la industria del hidrógeno verde de la región, siendo este proyecto seleccionado para una co-ejecución del Technical Research Centre of Finland LTD (VTT), HUB FPYME Magallanes, la Universidad de Chile, la Universidad Adolfo Ibáñez y la Agencia de Sostenibilidad Energética, además de contar como asociadas diversas empresas como ENAP, HNH ENERGY, HIF, EDELMAG, Consorcio Austral, EDF y TEG CHILE.

La alta tecnificación y complejidad en el lenguaje utilizado para hablar de los proyectos da la sensación de que las discusiones sobre la viabilidad de estos proyectos tienen que estar a cargo de los “expertos”: ingenieros, economistas o políticos. Opinión expresada por el representante de la sociedad civil de Uruguay y que comparto, ya que en múltiples ocasiones durante esta tesis me he encontrado, a pesar de estar investigando sobre el tema, con barreras lingüísticas asociadas a la hiper tecnificación del lenguaje de

los proyectos puestos a consideración, desde las mejores opciones para la captura de dióxido de carbono, hasta la mejor forma de abaratar los costos del producto final.

Muchas veces da la sensación que tanto la tecnología misma como sus formas de regulación están más allá de nuestra capacidad de control y comprensión. Por eso el Grupo ETC nos plantea que más allá de esta sensación, y para evitar adoptar una postura binaria sobre la propia tecnología, tachando a todas las tecnologías de buenas o malas, podemos optar por tomar la postura de que toda tecnología es política. Eso implica reconocer que toda tecnología puede darles poder a unos y quitárselo a otros (Grupo ETC 2023).

Retomando el concepto de “falsas soluciones” que presentamos en el capítulo dos, muchas de las cosas que venimos encontrando en esta investigación implican que las soluciones a la descarbonización a través de los proyectos de hidrógeno verde y sus derivados parecen innecesariamente intrincados; con tecnologías que podrían ser reemplazadas fácilmente por tecnologías existentes, transporte de carga a hidrógeno cuando puede utilizarse transporte de carga eléctrico; que pretenden la necesidad de desarrollar tecnologías cuya eficacia no está comprobada, por ejemplo las tecnologías de Captura de Carbono y Utilización (CCU) para los combustibles sintéticos. Estos proyectos nunca parecen explicar que requieren extensas cantidades de territorio, agua y energía para poder desarrollar tan solo un vector energético que posteriormente se transformará en un combustible sintético, que finalmente sí implicará emisiones de gases de efecto invernadero, y que en algún lado de toda esta ecuación estaría “compensando” sus emisiones de carbono, y por eso es mejor que un combustible fósil. Se suma a estas complejidades el hecho que los impulsores disminuyen la importancia de las discusiones que da la sociedad civil respecto a temas como el uso intensivo del agua y la prioridad del agua para consumo humano. Por ejemplo, el representante del ministerio de Colombia indica que el agua no es un problema porque en el proceso “desaparece” (se divide la molécula en H₂ y O), lo que no genera conflictos socioambientales como sí lo haría la construcción de una represa hidroeléctrica, que ha causado conflictos de interés por el acaparamiento de agua para la producción de energía. Por otra parte, la representante del ministerio de Uruguay considera al agua proveniente del río Uruguay como “infinita” y tanto ella como el representante de la empresa no visibilizan la discusión sobre el uso de agua subterránea como un problema

que continúa en agenda y que fue derivado por estos actores a simples estudios a realizarse por parte de la academia como forma de subsanar la discusión.

En un mundo donde las soluciones a la crisis civilizatoria muchas veces se plantean desde una óptica tecnocrática — de diálogo de expertos, donde quienes plantean las soluciones están tan alejados del problema como de las personas —se ha ido erosionando sostenidamente la capacidad de las comunidades para nombrar y transformar sus propias realidades. Las comunidades cada vez más enfrentan el desafío de intentar comprender y evaluar las tecnologías que supuestamente les darán solución a sus problemas. Ahora, autores como Langdon Winner (1980) nos proponen salir del sonambulismo tecnológico, y enfatiza la importancia de la reflexión y la intervención auténtica por parte de la ciudadanía en el diseño y utilización de tecnologías. Winner propone una reconstrucción de los sistemas técnicos modernos a través del ludismo, facilitando una introducción gradual de acciones de participación democrática en instancias clave de elección tecnológica y procesos de toma de decisiones consciente por la ciudadanía (Winner, 1980).

Por eso, ver la tecnología como un fenómeno político donde se disputa desde quiénes y cómo la crean, para qué, cómo acumula poder y cómo se protege ese poder acumulado, nos desafía a pensar en varias cosas, primero que como sociedad tenemos que asumir la responsabilidad activa en la dirección del desarrollo tecnológico y en las relaciones desiguales de poder alrededor de ella. También que el avance de la tecnología en nuevas esferas de nuestra vida puede crear o reforzar estructuras de dominio y poder y esto deberá ser objeto de escrutinio y debate público, que requieren de una amplia participación y consentimiento de las personas afectadas. No podemos repetir las injusticias creadas por las legislaciones en situación de desventaja Norte-Sur de la propiedad intelectual, las patentes, quienes tienen la “llave de la tecnología”, o cómo se certifican las taxonomías del hidrógeno, considerando solamente sus emisiones; es decir, sin tener en cuenta su uso intensivo de agua o tierra. También debemos considerar que, para salir de esta crisis civilizatoria, no se deberán imponer patrones tecnológicos rígidos, homogeneizantes o a escalas que no se condicen con las realidades de las comunidades y sus problemas. No todos los países requieren de un *hub* de hidrógeno para resolver los problemas de la crisis climática. Y por último, ser conscientes de los efectos que puede tener el imponer los procesos tecnológicos actuales en nuestros ecosistemas.

Conclusiones

Objetivos y hallazgos centrales

Una de las intenciones de este trabajo era analizar en qué medida las políticas de hidrógeno verde en Chile, Colombia y Uruguay se relacionan con una Transición Energética y Popular y esto lo pude cumplir, evidenciando tensiones y contradicciones. Mediante el análisis de discurso, se observaron diferencias significativas entre los planteamientos de las hojas de ruta oficiales y los principios de una transición justa definidos en esta investigación, particularmente en cuanto a la participación de la sociedad y comunidades locales, la distribución equitativa de los beneficios para los países exportadores de hidrógeno y sus derivados y la prevención de conflictos socioambientales. La reconstrucción histórica de las políticas de los tres países permitió identificar una tendencia a replicar lógicas extractivistas propias del consenso de los *commodities*, mientras que el contraste entre las políticas de hidrógeno verde y las de transición energética reveló incongruencias, como la priorización de mercados externos sobre necesidades locales. Es importante subrayar que no todos los actores ponen en el mismo lugar la importancia de la Naturaleza, las comunidades locales y los beneficios locales. Ni quienes impulsan las políticas desde los gobiernos, ni quienes las desarrollan a través de los proyectos de las empresas tienen presente a la hora de planificar cuestiones como el extractivismo, el rentismo, el expansionismo energético y los efectos de estos fenómenos. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de replantear críticamente el modelo de transición impulsado.

Lecciones no aprendidas y futuros alternativos

En estas conclusiones, quisiera trazar algunas ideas para poder incorporar lecciones *no* aprendidas de experiencias pasadas, para evitar profundizar las injusticias socioambientales en la región.

Para poder trazar nuevos futuros para el hidrógeno verde desde y para el Sur, deberíamos cambiar varios supuestos que vienen asociados a la forma en la que se han desarrollado las políticas de hidrógeno verde en estos tres países.

Primero deberíamos cuestionarnos la prisa con la que se ha discutido la política en cada país, y con la que se desarrollan los pilotos en una especie de carrera contra el tiempo. Como veíamos anteriormente que decía Kyle Whyte (2020), esta premura hace que los efectos perjudiciales de las decisiones tomadas se consideren desafortunados, pero

aceptables. La inercia con la que se lleva a cabo la carrera del hidrógeno verde poco tiene que ver con las necesidades locales, sino con la necesidad de los países del norte de generar un mercado del hidrógeno verde y poder encontrar precios adecuados para su beneficio. Siguiendo la epistemología de la crisis de Kyle Whyte, la premura en la formulación de políticas sobre el hidrógeno sin pensamiento crítico haría que estas reprodujeran injusticias históricas y profundicen las dinámicas coloniales. La urgencia por implementar esta tecnología como solución climática podría marginar los conocimientos indígenas, de poblaciones racializadas y locales, ignorando su compromiso con el territorio y las alternativas energéticas descentralizadas. Además, al priorizar soluciones con una base global profundamente tecnocrática, se corre el riesgo de imponer proyectos sin consentimiento libre, previo e informado, mediante el acaparamiento de tierras y recursos bajo una falsa imagen de neutralidad tecnológica. Esto es lo que Whyte denomina "colonialismo climático", mediante el cual se utiliza la crisis para legitimar decisiones excluyentes que favorecen a actores poderosos. Si el hidrógeno no se analiza con atención, podría convertirse en otro encerramiento extractivista, consolidando la dependencia energética sobre bases ya problemáticas, al tiempo que se descuidan opciones más justas y pluralistas. Por lo tanto, una transición verdaderamente sostenible debe interrogar las estructuras de poder detrás de estas políticas, adoptando epistemologías y variedades de conocimientos que permitan a las comunidades afectadas estar al mando del proceso en lugar de ser silenciadas una vez más bajo la lógica enfermiza de la emergencia.

Luego podríamos ver la influencia externa que ha tenido Europa en el avance de las políticas de cada país, desde una estrategia de aislamiento para obtener los mejores resultados para sus intereses y evitando que los países cooperen entre sí. Cada uno de los países se percibe a sí mismo como un buen candidato para competir con los demás a pesar de las múltiples condiciones diferentes, e incluso reconociendo desventajas (Colombia y Chile y sus matrices eléctricas, la disponibilidad de agua; Uruguay con su tamaño de población y superficie muchas veces menor que lo hacen menos competitivo; el acceso a rutas más largas para Europa que el norte de Brasil) que deberían llevar a que los Estados evalúen la posibilidad de cooperar entre sí y no generar sus políticas bajo la influencia y necesidades de Europa.

Esta influencia europea en una etapa temprana del desarrollo de las políticas, por ejemplo contribuyendo en los tres países a desarrollar las hojas de ruta a través de fondos de cooperación internacional, o proponiendo los primeros mercados como el

Puerto de Rotterdam para los tres países, lleva a que a pesar de los cambios en los signos políticos en Chile y en Colombia se continúe con la política en el sentido que esta fue concebida y sea muy difícil para los que la tienen que desarrollar, tener imaginarios alternativos para un mercado del hidrógeno regional.

Por otra parte, podríamos imaginar otros escenarios si tomamos la tecnología del hidrógeno verde y sus derivados según su premisa fundamental: una apuesta a la descarbonización de las matrices energéticas y la sustitución de los combustibles fósiles. Pero la apuesta de las estrategias mundiales de hidrógeno es utilizarlo para la expansión de la matriz energética de países ya desarrollados, para usos en sectores que promueven el consumo desenfrenado e impactan en la Naturaleza. Además, si los países convierten sus objetivos de producción de hidrógeno, pasando de ser exportadores netos, teniendo una visión meramente rentista de exportar un nuevo *commodity* y se planifican otros usos redireccionando tanto el hidrógeno verde como sus derivados a las necesidades locales podríamos avizorar un futuro distinto que prioriza los intereses nacionales sobre los externos.

Caso colombiano: ambigüedades y oportunidades

Pongamos de ejemplo el caso colombiano. Vemos ambigüedades en la política, unas derivadas de la inercia heredada del gobierno anterior por el de Gustavo Petro y derivada de que en el origen y pasos posteriores, estas políticas venían de la mano de fondos de cooperación internacional, que vienen acompañados de determinadas exigencias. Pero durante el gobierno de Gustavo Petro, se empieza a desarrollar una nueva retórica frente a lo que debería ser una economía posextractivista y una transición justa, por ejemplo, al no dar nuevos títulos de explotación de carbón, ni licencias de exploración de petróleo y gas. Esto en principio abre la puerta para el uso doméstico del hidrógeno y sus derivados, como lo mencionaba el representante del ministerio de Colombia. No sería una “producción de hidrógeno porque sí”, sino para políticas que se han trazado desde el nuevo gobierno, como lo puede ser la reindustrialización, la reconversión laboral y productiva, y al mismo tiempo el impulso a la economía del país. Para Combariza Díaz, la magnitud de los proyectos de hidrógeno verde —y su dependencia de industrias extractivas a gran escala— exige replantear el papel del Estado en la transición energética, ya que su implementación trasciende lo comunitario. En este contexto, democratizar el poder implica no solo fortalecer las instituciones públicas, sino también involucrar de manera efectiva a la sociedad civil, especialmente a

las comunidades históricamente impactadas por el modelo minero-energético, en la toma de decisiones (Combariza Díaz 2024).

Pese a los avances en participación impulsados durante el gobierno de Petro en Colombia, persisten barreras estructurales —como el acceso desigual a la información— que limitan la incidencia real de los actores locales. Sin su inclusión sustantiva, incluso una mayor intervención estatal podría resultar insuficiente para garantizar una transición justa.

Chile y Uruguay: contradicciones y potencial

En Chile, reimaginemos la discusión en un país donde en este momento una de sus discusiones públicas más importantes es el precio de la energía y la seguridad energética, además de la descarbonización de la matriz. Se podría dedicar parte del potencial de energías renovables a la demanda interna y no a la producción de un *commodity*. Parece extraño que la discusión en Chile no se conciba con una perspectiva de la energía como derecho, sino que se la entienda como un producto intermedio para ser utilizada en un intrincado proceso de generación de un derivado del hidrógeno verde.

En el caso de Uruguay, un país pequeño en población, superficie y con una matriz eléctrica descarbonizada, se podría hablar de proyectos a escala para la utilización de los derivados del hidrógeno para producir fertilizantes, y así sustituir importaciones; o para sustituir el combustible fósil de las flotas tanto de transporte de carga terrestre en la hidrovía como marítimas. Sería interesante ahondar más en la perspectiva del representante de la empresa Enertrag, que se imagina un futuro donde Uruguay coopera con otros países de la región para ser un *hub* regional y no un exportador de combustibles a base de metanol.

Hacia un futuro alternativo: preguntas clave para una transición justa

Como región latinoamericana, deberíamos cuestionar los proyectos que llegan en sincronía a nuestros países, poniéndonos a competir para ver qué país genera las condiciones más habilitantes para empresas transnacionales. La internalización de intereses externos por parte de los Estados por su condición de Estados periféricos/coloniales impide a los creadores de las políticas públicas ver con claridad que estas formas de desembarcar en el continente generan nuevas formas de colonialismo.

Sería interesante entonces poner en práctica la desvinculación (*delinking*) al modelo capitalista y colonialista global y que los Estados piensen la transición energética en una

escala acorde a sus trayectorias como países. Dándole prioridad a los proyectos locales que asocien la energía a modelos productivos sostenibles como la agroecología, que busquen terminar con la pobreza energética y la dependencia de los combustibles fósiles teniendo en cuenta las necesidades locales y priorizando a la Naturaleza en el centro, como eje ordenador de la vida para la soberanía alimentaria y para un buen vivir y no un modelo centrado en el crecimiento económico por sí mismo.

Para que el hidrógeno verde y sus derivados sean parte de una transición justa es necesario que cuando lleguen estos proyectos, nos hagamos algunas preguntas clave que nos ayuden a evaluar: primero, si vienen a mercantilizar la energía o a garantizarla como parte de un derecho. Luego, quiénes se apropiarán de la tecnología, mediante qué mecanismos, con qué información contarán las poblaciones indígenas, racializadas o pobladores locales, quién aportará la información y para quiénes. Tercero, quiénes gestionan estos proyectos, bajo qué mecanismos y con qué transparencia. También es importante cuestionarse la escala del proyecto y si se condice con la percepción de las escalas y las necesidades del lugar y la gente en cuestión; si el proyecto generará mayor cooperación regional o si generará más bien una segmentación y compartmentalización, con el fin generar competencia en el marco de las lógicas de mercado. Finalmente, será crucial preguntar qué lugar tienen la Naturaleza o la vida más-que humana en estos proyectos, si es un “desafío” a gestionar, si es una barrera que superar, o si está incorporada con sus propios derechos, ya que es un indivisible de la relación humano-naturaleza.

Conclusión: el modelo actual y sus falencias

La escala, la premura, la falta de incorporación de la sociedad civil y la población local en la toma de decisiones, el tipo de competencia generada, la tecnificación de la discusión entre otras pautas, nos indican que los presentes proyectos de hidrógeno verde y derivados en la región no parecen soluciones al cambio climático, a la pobreza energética o a una transformación eco social. Más bien parecen replicar modelos extractivistas, expansionistas del consumo energético y ponen tanto a las personas como a la Naturaleza en último lugar.

Obras citadas

- Ajl, Max (2025). Eight Points on Ecological Delinking. In: Ndongo Samba Sylla/Kai Koddenbrock (Eds.), *Delinking and Global Reparations* (25-36). Bielefeld: transcript Verlag. <https://doi.org/10.14361/9783839476659-002>
- ANM (Agencia Nacional de Minería). 2023. *Informe Anual de Carbón 2022*. Bogotá: ANM.
- BCU (Banco Central del Uruguay). 2023. *Informe de Comercio Exterior 2022*. Montevideo: BCU.
- Belasay S.A. 2021. *Comunicación de Proyecto Tambor, Green Hydrogen Hub*. S.l.: SEG Ingeniería / Enertrag. https://www.ambiente.gub.uy/bir/manifiestos/attachments/VAL_Planta_H2_Tambor_no_anexo_enero_2022.pdf.
- Benjumea, Felipe. s.f. “Vector energético”. *Glosario*. Accedido en marzo de 2024. <https://felipebenjumealloriente.com/glosario/vector-energetico/>.
- Bertinat, Pablo, Jorge Chemes, y L. Forero. 2020. “Transición Energética: Aportes para la Reflexión Colectiva”. *Transnational Institute y Taller Ecologista*. <https://transicion-energetica-popular.com/wp-content/uploads/2020/10/TransicionEnergетica-Reporte.pdf>.
- BN Americas. 2025. “Colombia y Corea del Sur forjan lazos en materia de hidrógeno”. *BN Americas*. Accedido el 23 de abril. <https://www.bnamericas.com/es/noticias/colombia-y-corea-del-sur-forjan-lazos-en-materia-de-hidrogeno>
- Brand, Ulrich, y Miriam Lang. 2023. “¿Qué esperar del Estado en las transformaciones socioecológicas?” En *Más allá del Colonialismo Verde: Justicia global y geopolítica de las transiciones ecosociales*, editado por CLACSO, 181-98. <https://www.accionecologica.org/wp-content/uploads/Mas-alla-colonialismo-1.pdf>.
- Bringel, Breno, y Jorge Chemes. 2022. “Transición energética y disputa de sentidos”. En *Informe Ambiental 2022: Abordar una Transición Socioecológica Integral*, cap. 2.3. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Fundación Ambiente y Recursos Naturales
- Bringel, Breno, y Maristella Svampa. 2023. “Del ‘Consenso de los Commodities’ al ‘Consenso de la Descarbonización’”. *Nueva Sociedad* 306: 51-70. <https://ri.conicet.gov.ar/handle/11336/238877>.

- Callison, Candis. 2015. *How Climate Change Comes to Matter: The Communal Life of Facts*. Durham: Duke University Press. <https://doi.org/10.1515/9780822376064>.
- Calvin, Katherine, Dipak Dasgupta, Gerhard Krinner, Aditi Mukherji, Peter W. Thorne, Christopher Trisos, José Romero, et.al. 2023. “IPCC, 2023: Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, H. Lee and J. Romero (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland”. *First. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>.
- CEN (Coordinador Eléctrico Nacional). 2023. *Reporte Anual de Generación ERNC*. Santiago: CEN.
- Chemes, Jorge. 2023. “Narrativas de transición energética: Un análisis desde la epistemología del Sur”. *Ecología Política* 65: 66-71.
- CL Ministerio de Energía (Chile). 2023. Plan de Acción de Hidrógeno Verde 2023–2030. <https://www.planhidrogenoverde.cl/>.
- CNE (Comisión Nacional de Energía). 2022. *Informe de Empresas Distribuidoras*. Santiago: CNE.
- CNE (Comisión Nacional de Energía). 2023. Balance Nacional de Energía 2022. Santiago: CNE.
- COCHILCO (Comisión Chilena del Cobre). 2023. *Anuario de Estadísticas del Cobre 2022*. Santiago: Cochilco.
- Combariza Díaz, Nadia Catalina. 2024. “Alternative Pathways for Green Hydrogen Economy: The Case of Colombia”. *Contemporary Social Science*. 6 de mayo. doi: 10.1080/21582041.2024.2349547.
- Comisión Europea. 2019. *The European Green Deal*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0301>.
- Comisión Europea. 2020. *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: Critical Raw Materials Resilience: Charting a Path towards Greater Security and Sustainability*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52020DC0474>.
- Comisión Europea. 2022a. *Discurso sobre el estado de la Unión de 2022 pronunciado por la presidenta Von der Leyen*. Estrasburgo, 14 de septiembre. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/SPEECH_22_5493.

- Comisión Europea. 2022b. *Communication from the Commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions: REPowerEU Plan*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:52022DC0230>.
- Comisión Europea. 2022c. *REPowerEU, Joint European Action for More Affordable, Secure and Sustainable Energy*. Publicaciones Office of the European Union. <https://data.europa.eu/doi/10.2775/076377>.
- Comisión Europea. 2023a. “Un enfoque de la UE para la mejora de la seguridad económica”. *Comisión Europea*. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/ip_23_3358.
- Comisión Europea. 2023b. Commission Recommendation (EU) 2023/2113 of 3 October 2023 on Critical Technology Areas for the EU’s Economic Security for Further Risk Assessment with Member States.
- Consejo de la Unión Europea. 2021. *Pacto Verde Europeo*. https://gestiontercersector.org/wp-content/uploads/sites/10/2024/04/Infografia-Pacto-Verde-Europeo_compressed.pdf.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. 2018. *Censo Nacional de Población y Vivienda*. Bogotá: DANE.
- Dietz, Kristina. 2022. *Transición energética y extractivismo verde: La transición energética en Europa anuncia el extractivismo verde en América Latina*. Fundación Rosa Luxemburg.
- Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante. 2022. *Anuario Oceanográfico de Chile 2021*. Valparaíso: Armada de Chile / Directemar.
- Dorninger, Christian. 2023. “Continuidades e intensificación de la apropiación imperial en la economía global”. En *Más allá del Colonialismo Verde: Justicia global y geopolítica de las transiciones ecosociales*, editado por CLACSO, 139-59.
- Ecopetrol. 2021. “El Grupo Ecopetrol inició la producción de hidrógeno verde en Colombia”. *Ecopetrol*. https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/Home/es/?1dmy&page=detalleNoticias&urile=wcm%3apath%3a%2Fecopetrol_wcm_library%2Fas_es%2Fnoticias%2Fnoticias%2B2021%2Fel-grupo-ecopetrol-inicip-la-produccion-de-hidrogeno-verde-en-colombia
- . 2023. *Reporte de Exportaciones 2022*. Bogotá: Ecopetrol.
- Grupo de Acción sobre Erosión, Tecnología y Concentración (ETC Group) y A Growing Culture. 2023. “La política de la tecnología: Informe”. *ETC Group*.

https://www.etcgroup.org/sites/www.etcgroup.org/files/files/politics_of_technology_es_v2.pdf.

Grupo de Trabajo de Ambiente y Derechos Humanos de la Cátedra UNESCO de DDHH de Udelar, Instituto de Desarrollo Sostenible, Innovación e Inclusión Social (IIDIS), y Núcleo de Estudios Rurales del CENUR Noreste, Sede Tacuarembó de Udelar. 2024. Informe Proyecto: “Hidrógeno Verde y Proyecto Tambor, percepción e información de los habitantes de la zona de influencia”.

Gudynas, Eduardo. 2013. “Transiciones hacia un nuevo regionalismo autónomo”. En *Alternativas al Capitalismo/Colonialismo*, 129–160. Fundación Rosa Luxemburgo.

Hamouchène, Hamza. 2023. “Descolonizar la Transición Energética en África del Norte”. En *Más allá del Colonialismo Verde*, editado por CLACSO, 83–100.

Hydrogen Council. 2023. Hydrogen Insights December 2023.

—. 2024. Hydrogen Insights September 2024.

IEA (International Energy Agency). 2019. *The Future of Hydrogen*. Report prepared by the IEA for the G20.

IEA. 2024. *Global Hydrogen Review 2024*. París: IEA.
<https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2024>.

IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi). 2022. *Anuario Geográfico de Colombia*. Bogotá: IGAC.

INE (Instituto Nacional de Estadística, Chile). 2023. *Proyecciones de Población 1992-2035*. Santiago: INE.

INE (Instituto Nacional de Estadística, Uruguay). 2023. Censo 2023: Resultados Preliminares. Montevideo: INE.

International Military Council on Climate and Security (IMCCS). 2022. *The World Climate and Security Report 2022: Decarbonized Defense - Combating Climate Change and Increasing Operational Effectiveness with Clean Military Power; The Need for Clean Military Power in the Age of Climate Change*. Editado por Erin Sikorsky y Francesco Femia. Washington, DC: Center for Climate and Security.

Kalt, Tobias, y Johanna Tunn. 2022. “Shipping the Sunshine? A Critical Research Agenda on the Global Hydrogen Transition”. *GAIA* 31 (2): 72-6.
<https://doi.org/10.14512/gaia.31.2.2>.

Kazemian, Bahram, y Somayyeh Hashemi. 2014. “Critical Discourse Analysis of Barack Obama’s 2012 Speeches: Views from Systemic Functional Linguistics and

- Rhetoric". *Theory and Practice in Language Studies* 4 (6): 1178-87. <https://doi.org/10.4304/tpls.4.6.1178-1187>.
- Lander, Edgardo. 1992. *Los límites de la democracia en la sociedad tecnológica: La ciencia y la tecnología como asuntos políticos*. Caracas: Fondo Editorial de la Asociación de Profesores de la Universidad Central de Venezuela / Facultad de Ciencias Económicas y Sociales / Nueva Sociedad.
- Lander, Edgardo, y Santiago Arconada. 2020. *Crisis Civilizatoria*. <https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/58312.pdf>.
- Lang, Miriam, Breno Bringel, y Mary Ann Manahan. 2024. *Más allá del Colonialismo Verde: Justicia global y geopolítica de las transiciones ecosociales*. Santiago: Clacso. <https://repositorio.uasb.edu.ec/handle/10644/9799>.
- Manahan, Mary Ann. 2023. “Soluciones Basadas en la Naturaleza: La Mercantilización de la Gobernanza Ambiental Mundial”. En *Más allá del Colonialismo Verde*, editado por Clacso, 237-59.
- Moreno, Camila, Daniel Speich Chassé, y Lili Fuhr. 2015. *La métrica del carbono: El CO2 como medida de todas las cosas*. S.l.: Fundación Heinrich Böll.
- Plataforma Latinoamericana y del Caribe por la Justicia Climática (PLACJC) y Campaña Global para Exigir Justicia Climática (DCJ). s.f. “Guía para entender y resistir a las falsas soluciones a la crisis climática”. *Mapafalsassoluciones*. Accedido 20 de abril de 2025. <https://www.mapafalsassoluciones.com/saber/guia-para-entender-y-resistir-a-las-falsas-soluciones-a-la-crisis-climatica/>.
- Remme, Uwe. 2024. “Global Hydrogen Review 2024”.
- Richardson, Katherine et al. 2023. “Earth beyond Six of Nine Planetary Boundaries”. *Science Advances* 9 (37): eadh2458. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adh2458>.
- Roa Avendaño, Tatiana, y Pablo Bertinat. 2023. “Resistir al extractivismo y construir una transición energética justa en América Latina”. En Lang et al (eds): *Más allá del Colonialismo Verde*, 263-78. Santiago: Clacso.
- Rockström, Johan et al. 2009. *Planetary Boundaries: Exploring the Safe Operating Space for Humanity. Ecology and Society* 14 (2). <https://doi.org/10.5751/ES-03180-140232>.
- Sanahuja, José Antonio, y Adrián Bonilla, eds. 2022. *Unión Europea, América Latina y el Caribe: cartografía de los acuerdos de asociación*. Madrid: Fundación Carolina.

- Sylla, Ndongo Samba, y Kai Koddenbrock, eds. 2025. *Delinking and Global Reparations: Alternative Perspectives on the Socio-Ecological Crisis*. 1.a ed. Global Studies. Transcript Verlag. <https://doi.org/10.14361/9783839476659>.
- Superintendencia de Industria y Comercio. 2022. *Informe del Mercado de Energía Eléctrica en Colombia*. Bogotá: SIC.
- Stuibel, Achim, y Adriana Gómez Mejía. 2023. “Identificación hubs H2 verde en Colombia (H2LAC)”. *H2lac*. Febrero. <https://h2lac.org/wp-content/uploads/2024/02/H2HubsCo.pdf>.
- Task Force 2 (TF2) – *Climate Action and Sustainable Development. 2024. Key Policy Enablers for a Just and Inclusive Transition in Latin America and the Caribbean*. Policy Brief, Think20 (T20). Brasil: T20 Brasil.
- Terra, Rafael. “Disponibilidad de recursos hídricos”. Ponencia presentada en Hoja de Ruta del Hidrógeno verde: Presentación de estudios y avances, Montevideo, 17 de diciembre de 2024. https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/sites/ministerio-industria-energia-mineria/files/2025-01/1_2024.H2V.Terra_.pdf.
- Tornel, Carlos, y Pablo Montaño, editores. 2023. *Navegar el colapso: Una guía para enfrentar la crisis civilizatoria y las falsas soluciones al cambio climático*. México: Bajo Tierra A. C. / Fundación Heinrich Böll, e. V.
- Ugalde Castillo, María Elena. 2023. “La transición energética en Chile en tiempos de crisis: El caso del hidrógeno verde”. Tesis de maestría, Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador. <http://hdl.handle.net/10644/9815>
- Unidad de Planeación Minero Energética. 2021. *Plan Energético Nacional 2020-2050*. Bogotá: UPME.
- . 2022. *Balance de Gas Natural 2021-2022*. Bogotá: UPME.
- UTE (Administración Nacional de Usinas y Transmisiones Eléctricas). 2023. *Reporte Anual de Exportaciones Eléctricas*. Montevideo: UTE.
- UY Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. 2022. *Anuario Agropecuario 2021*. Montevideo: MGAP.
- UY Ministerio de Industria, Energía y Minería. 2022. *Plan Energético 2030*. Montevideo: MIEM.
- . 2023. “Uruguay y UE firmaron memorándum de entendimiento para cooperar en energías renovables e hidrógeno verde”. *Ministerio de Industria, Energía y Minería*. 25 de julio.

- <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/comunicacion/noticias/uruguay-ue-firmaron-memorandum-entendimiento-para-cooperar-energias>.
- . 2023a. *Balance Energético Nacional 2022*. Montevideo: MIEM.
- . 2023b. Hoja de Ruta del Hidrógeno Verde y Derivados en Uruguay. Montevideo: MIEM. www.miem.gub.uy | www.hidrogenoverde.uy.
- . 2023. Hoja de Ruta del Hidrógeno Verde en Uruguay. www.hidrogenoverde.uy.
- UY Ministerio de Minas y Energía. 2025. “Colombia y Alemania firman convenio para impulsar industria del hidrógeno”. Accedido el 23 de abril. <https://www.minenergia.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias-index/colombia-y-alemania-firman-convenio-para-impulsar-industria-del-hidr%C3%A1geno/>.
- . s.f. “Colombia y España firman memorando de entendimiento”. *Ministerio de Minas y Energía*. Accedido en abril de 2025. <https://www.minenergia.gov.co/es/sala-de-prensa/noticias-index/colombia-y-espa%C3%A1a-firman-memorando-de-entendimiento-para-cooperar-en-transici%C3%B3n-energ%C3%A9tica-justa-y-descarbonizaci%C3%B3n-del-sector-energ%C3%ADico/>.
- UY Presidencia Uruguay. 2023. “Uruguay firmó acuerdo con el Puerto de Rotterdam para el desarrollo del hidrógeno verde”. *Presidencia*. 11 de mayo. <https://www.gub.uy/presidencia/comunicacion/noticias/uruguay-firmo-acuerdo-puerto-roterdam-para-desarrollo-hidrogeno-verde>.
- Yañez, Ivonne, y Camila Moreno. 2023. “Acumulación y desposesión por descarbonización”. En Lang et al (eds): *Más allá del Colonialismo Verde*, 121-40. Santiago: Clacso.
- Whyte, Kyle. 2021. “Against Crisis Epistemology”. En *Routledge Handbook of Critical Indigenous Studies*, editado por B. Hokowhitu et al., 52–64. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429440229-6>.
- Winner, Langdon. 1980. “Do Artifacts Have Politics?” *Daedalus* 109, no. 1: 121–36. <http://www.jstor.org/stable/20024652>.