

UCh FAU

CENTRO DE INNOVACIÓN DE HIDRÓGENO VERDE (CI-H2V)

PUNTA ARENAS
REGIÓN DE MAGALLANES Y DE LA ANTÁRTICA CHILENA,
CHILE

Antecedentes de Proyecto de Título
Juan Pablo Meniconi Muñoz

Contacto

jp.meniconi@gmail.com
www.linkedin.com/in/jpmeniconi

Memoria

El Centro de Innovación de Hidrógeno Verde (CI-H2V) emerge como un hub tecnológico y social estratégico para la Región de Magallanes y la Antártica Chilena, uniendo investigación, educación y divulgación en torno a las energías limpias y el desarrollo de hidrógeno verde. Con un enfoque transdisciplinario, promueve la colaboración, especialmente entre la industria y la comunidad local, impulsando soluciones eficientes ante los desafíos de esta nueva transición energética.



20 23

Profesor Guía
Andrés Weil

Profesora Asistente
Yolanda Acevedo

Introducción

En un escenario global marcado por la creciente preocupación por el cambio climático y la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, el **hidrógeno verde (H2V)** ha surgido como una alternativa prometedora para la **descarbonización de la matriz energética**. Su potencial como **vector energético limpio y versátil** ha captado la atención de gobiernos, empresas y científicos en todo el mundo, impulsando una carrera por desarrollar tecnologías eficientes y económicamente viables.

En este contexto, Chile se posiciona como un actor clave en la transición hacia una **economía basada en hidrógeno verde**. Gracias a sus abundantes recursos naturales, el país se ha convertido en uno de los territorios con **mejor potencial para la producción y exportación** de este recurso energético. En particular, la **Región de Magallanes y de la Antártica Chilena** destaca como una de las zonas con **mayor capacidad de generación de H2V a nivel mundial**, representando aproximadamente el 14% del potencial total (CCHC, 2021).

Conscientes de las posibilidades, las autoridades chilenas han establecido una política y una hoja de ruta clara para promover la **producción, investigación y exportación** de hidrógeno verde, enmarcado en la **Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde**, publicada en noviembre de 2020. A esto se suma una importante iniciativa local, el **Programa Transforma Regional: Hidrógeno Verde Magallanes**, de **carácter público-privado**, liderada por el Gobierno Regional y ejecutada por Corfo Magallanes, con el apoyo técnico de la Seremi de Energía. El programa busca **articular y priorizar la producción, exportación y demanda local de H2V y sus derivados**, aprovechando las oportunidades que ofrece el recurso eólico y la experiencia industrial y petroquímica de la región.

A medida que los avances tecnológicos y las inversiones en este sector se incrementan, la estrategia del país se ha ido actualizando y fortaleciendo, convirtiendo a Chile en un referente en la materia y atrayendo **la atención de inversionistas y colaboradores internacionales**.

Ante este panorama, surge la necesidad de imaginar y diseñar proyectos en la región que sean de gran envergadura y alcance, para lograr canalizar este potencial y convertir la zona en un **catalizador de la innovación y el desarrollo** en el ámbito del hidrógeno verde.

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo abordar esta necesidad, explorando las diversas dimensiones técnicas, económicas, sociales y ambientales del hidrógeno verde en el contexto chileno, con especial énfasis en la Región de Magallanes.

A través de un enfoque multidisciplinario, se busca sentar las bases para el diseño del **Centro de Innovación de Hidrógeno Verde (CI-H2V)**, con el fin de que se constituya como un **hub regional de conocimiento y colaboración para científicos, expertos, empresas y comunidades locales**. Este proyecto no solo buscará impulsar la investigación y el desarrollo tecnológico, sino también promover la **participación ciudadana, la transferencia de conocimientos y la generación de soluciones sostenibles** que impulsen la transición energética en Chile y en el mundo.

La clave de esta iniciativa será la **unión entre inversionistas, expertos, autoridades y la misma población de la región de Magallanes**, garantizando que las soluciones propuestas sean verdaderamente inclusivas, eficaces y adaptadas a las necesidades y aspiraciones de la región, que busca convertirse en la **próxima capital mundial del hidrógeno verde**.



Figura 1. Meniconi, Juan Pablo. (2023). *Caballos*. Fotografía. Río Seco, Punta Arenas, Chile.

Agradecimientos



Figura 2. Meniconi, Juan Pablo. (2023). *Gaviotas*. Fotografía. Estrecho de Magallanes, Punta Arenas, Chile.

Este trabajo no habría sido posible sin el apoyo incondicional de varias personas y organizaciones a las que me gustaría agradecer.

Mi profunda gratitud por la guía y el apoyo para el desarrollo de este proyecto. Cada sugerencia, crítica y orientación durante este proceso fue extremadamente valioso.

Compartir la misma visión, sueños y objetivos con todo este grupo de personas, es algo definitivamente especial e inspirador. Espero seguir conectado con cada partícipe, para seguir creciendo como persona y profesional.

Profesor Guía

Andrés Weil

Profesora Asistente

Yolanda Acevedo

Mi familia

y mis amigos/as

State of Bavaria Office for South America

Pamela Valdivia

Gobernación de Magallanes y Antártica Chilena

Jorge Flies

CORFO

María José Navajas

Jocelyn Olivari

Universidad de Magallanes

Dr. Humberto Vidal

Montserrat Álvarez

Beba García

Municipalidad de Punta Arenas Dirección de Medio Ambiente

Solange Arias

Nicolás Pérez

Municipalidad de Punta Arenas Dirección de Obras Municipales

Valeria Alarcón

Conservador de Bienes Raíces de Punta Arenas

Igor Trincado

PREFACIO

La búsqueda entre la conexión de la tecnología y la sostenibilidad ha sido un pensamiento constante en mi vida. Desde que tengo memoria, siempre me ha cautivado la intersección de estos dos mundos y la eterna promesa que significan para nuestro futuro como planeta.

Mi interés alrededor de estas dos áreas ha crecido a largo de los años. He aprendido sobre ambientes extremos y energías renovables, diseño paramétrico y biomimética, inteligencia artificial y gemelos digitales, realidad virtual y visualización arquitectónica. Todo esto me ha hecho formar una visión holística en mi manera de entender e imaginar la arquitectura, que también la comparte muchísima gente que he encontrado en el camino.

El hidrógeno verde apareció dentro mi vocabulario al poco tiempo, gracias a mi profesor guía. Comencé a entender que era una solución emergente con la promesa de revolucionar nuestra matriz energética, ofreciendo un camino viable hacia la sostenibilidad. Me propuse explorar su potencial y cómo, a través de la arquitectura, podríamos facilitar su adopción.

Al elegir la Región de Magallanes y la Antártica Chilena como contexto para este estudio, también se abrió la oportunidad de aprender cómo estas tecnologías pueden implementarse en paisajes prístinos, sin perder el equilibrio natural, que tanto se necesita preservar.

Mi relación con la Patagonia es de admiración profunda. Su paisaje y su ubicación en el fin del mundo han siempre provocado en mí un sentimiento de asombro y curiosidad. A su vez, la región presenta un desafío único en términos de diseño y sostenibilidad, una misión que me propuse enfrentar en este proyecto. Magallanes me ofreció un escenario único para experimentar con nuevas ideas.

El resultado es un espacio donde la tecnología, la educación y la comunidad convergen para promover un futuro sostenible. Este proyecto significa un intenso proceso de investigación y diseño, y encarna mi visión de cómo la arquitectura puede jugar un papel fundamental en la transición hacia las energías renovables.



Figura 3. Meniconi, Juan Pablo. (2023). Aerogeneradores. Fotografía. Cabo Negro, Punta Arenas, Chile.

Índice

Portada / Contraportada		
Introducción	1-2	
Agradecimientos	3-4	
Prefacio		5-6
Índice		7-8
Prólogo		9-10
Capítulo 1: El Futuro - Nuevo Paradigma de las Energías Renovables	11-12	
1.1 Hidrógeno Verde: Desafíos y Oportunidades		13-16
1.2 Rol de la Arquitectura: Gestión Ambiental, Tecnología e Innovación		17-18
1.3 Referentes y Retos de H2V en Aplicaciones Arquitectónicas		19-20
1.4 Participación de la Comunidad Local		21-22
Capítulo 2: El Presente - Potencial de la Región de Magallanes	23-24	
2.1 Contexto		25-30
2.2 Problema		31-32
2.3 Diagnóstico		33-34
Capítulo 3: El Proyecto - Centro de Innovación de Hidrógeno Verde	35-36	
3.1 Argumento		37-40
3.2 Localización		41-52
3.3 Criterios de Diseño		53-56
3.4 Estrategias de Diseño		57-68
Conclusión	69-70	
Bibliografía	71-72	
Anexos	73-78	



PRÓLOGO

El Centro de Innovación de Hidrógeno Verde (CI-H2V) es una visión prospectiva de cómo será Magallanes si continúa perseverando en su camino hacia la transición energética sostenible. Es una invitación al futuro, que tiene como propósito contribuir a la revolución de hidrógeno verde.

El proyecto se diferencia de otros, principalmente en su enfoque y alcance. Existen diversas iniciativas planeadas que buscan capitalizar las oportunidades económicas de esta nueva industria, como también la voluntad de promover en conjunto nuevas fuentes de energía, con el fin de posicionar a la región y a Chile como líderes en innovación en sostenibilidad a nivel mundial. Sin embargo, ninguno de estos proyectos, hasta la fecha, propone un espacio unificador que congregue a la industria, autoridades, academia y las comunidades locales.

El CI-H2V es una oportunidad única para fomentar el desarrollo armónico del territorio, gracias a la participación activa de todos los actores, buscando generar valor mutuo y bienestar de las personas. Aunque muchas de las iniciativas y programas vinculados al desarrollo de H2V en el país comparten una mirada holística similar, estos carecen de una solución integral y concreta que permita la convergencia de toda la comunidad.

A pesar de que esta obra es planteada como un imaginario colectivo, arraigado al contexto de desarrollo que está viviendo la región, no deja de ser una infinita exploración de posibilidades, que se encuentran día a día, en constante evolución. Un esfuerzo, que sin dudas, será una tarea transgeneracional.

El Futuro

Nuevo Paradigma de las Energías Renovables

El futuro se vislumbra como un escenario donde la **tecnología y la sostenibilidad se entrelazan para redefinir nuestra sociedad**. Nos estamos alejando de las fuentes de energía basadas en los combustibles fósiles y sus consecuencias negativas, para abrazar nuevas formas de generación de energía que son sostenibles y respetuosas con el medio ambiente.

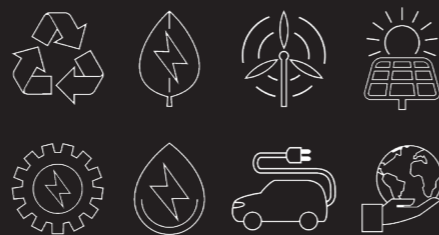
Imaginemos nuestras calles pobladas de automóviles eléctricos, alimentados por **fuentes limpias como el hidrógeno verde**, producido a partir de energía eólica, solar y marina, capturada en el país; las ciudades convertidas en **ecosistemas vivos**, totalmente **autónomos energéticamente**, con edificios y hogares diseñados para contribuir a la resiliencia y seguridad energética, incorporando tecnologías de captura de carbono que ayudan a reducir las emisiones de gases invernadero; y espacios verdes que proliferan, **aumentando la biodiversidad** y mejorando la calidad del aire.

Este futuro, alimentado por el **hidrógeno verde y las energías renovables**, no es solo una visión distante, sino una realidad tangible que se está construyendo hoy. Más allá de un mero cambio en nuestra relación con la energía, el siglo XXI demanda una transición hacia una sostenibilidad integral.

Figura 5. Acevedo, Pablo. (2020). Portada Estrategia Nacional de H2V. Fotografía. Chile.

/01

CAPÍTULO



“ La Tierra tardó 500 millones de años en crear las cosas que quemamos en 200 años. Las fuentes de energías renovables son hacia donde debemos dirigirnos ”

Jack Edwards

1.1 Hidrógeno Verde: Desafíos y Oportunidades

El hidrógeno, siendo el elemento más abundante en el universo (75% de la materia), presenta una inmensa promesa para la matriz energética del planeta (IRENA, 2021). No obstante, **no se encuentra libremente en la naturaleza** y su extracción para uso energético involucra un **proceso de separación de moléculas, usualmente de agua (H₂O)**, mediante un proceso llamado **electrólisis**. Cuando esta reacción es alimentada por energías renovables, el producto es lo que conocemos como hidrógeno verde.

El H₂V destaca por su **versatilidad**. Encontramos sus aplicaciones desde la industria química y la refinación de petróleo hasta la generación de electricidad y calor, el transporte y la calefacción de edificios. Además, su capacidad de ser almacenado y transportado a largas distancias, lo hace una opción viable para la **exportación de energía renovable**.

A pesar de sus beneficios y potencial, la transición hacia el hidrógeno verde **enfrenta una serie de desafíos**. La eficiencia y los costos de producción representan obstáculos para su adopción a gran escala. Sumado a esto, la infraestructura existente para el almacenamiento y distribución de hidrógeno es limitada, y la falta de normativas y políticas de apoyo puede dificultar su desarrollo.

En Chile, y específicamente en la región magallánica, la producción de H₂V presenta una **oportunidad única** para contribuir a la descarbonización de la economía y generar desarrollo local. Los **abundantes recursos renovables** de la región, junto con su **ubicación estratégica** para la exportación, posicionan a Magallanes como un actor esencial en el desarrollo del hidrógeno verde. Sin embargo, la implementación de estos proyectos requiere una **planificación cuidadosa** y una **gestión eficiente**, así como de la **inclusión y participación real** de la comunidad local (Valdivia, 2023).

Es aquí donde la arquitectura jugará un papel fundamental. El desafío es encontrar el **equilibrio** adecuado entre los diversos factores en juego, para crear un proyecto que sea **sostenible** en el más amplio sentido de la palabra y que sirva como un **ejemplo inspirador** para otros proyectos de hidrógeno verde en todo el mundo.

Surgen varias preguntas en cuanto al camino de esta transición, aunque dos de ellas son claves para entender el **grado de participación, alcance e impacto en el territorio**:

¿Cómo se puede garantizar que la transición hacia el H₂V beneficie a la comunidad local?

¿Cómo se puede fomentar la participación y la inclusión de la población local en el proceso de desarrollo del hidrógeno verde?

La misión hoy en día, es buscar estrategias que minimicen los posibles **impactos negativos** en el entorno y en la **calidad de vida** de los residentes locales, sin perder de vista las necesidades y requerimientos de la **infraestructura** detrás de la futura red de hidrógeno verde en la región (Vidal, 2023).

Es necesario ahora emprender **acciones concretas** para responder a estos desafíos y comenzar a desbloquear el enorme potencial del hidrógeno verde. Según expertos en la materia, nos encontramos en una encrucijada única en la historia, donde tenemos la oportunidad de **redefinir nuestro futuro energético y modelar una sociedad más sostenible y resiliente** (GIZ, 2023). Al final, la verdadera medida del éxito no será simplemente el volumen de H₂V producido, sino el impacto positivo y duradero que logremos generar en nuestras comunidades, economías y medio ambiente. Ese es el desafío más grande que tenemos por delante como país, y el **CI-H₂V es un paso más en el mismo camino**.

En un estudio reciente de la empresa alemana GIZ en 2022, se afirma que, "El terminal de Cabo Negro cuenta con la infraestructura necesaria para comercializar propano, butano, diésel y gasolina; este puerto está ubicado junto al Estrecho de Magallanes, con la posibilidad de exportar amoníaco a través de los océanos Pacífico y/o Atlántico".

Durante Hyvolution, el primer congreso de hidrógeno verde en Chile, realizado en junio de 2023, el Gobierno Regional de Magallanes agrega que será el puerto más grande del país, con cerca de 3 km de extensión. Esto significa el acople del actual Terminal Cabo Negro utilizado por ENAP, junto con el nuevo Parque Industrial Cabo Negro (fig 6), conformando el centro de operaciones logísticas para toda la industria de H₂V de la región.



Fig 6. Meniconi, Juan Pablo. (2023). El Nuevo Centro Logístico de H₂V. Fotografía. Cabo Negro, Punta Arenas, Chile.

El hidrógeno (H) es el elemento **más ligero y simple** que se conoce, compuesto por un solo protón y un electrón. En su estado natural, se encuentra en **forma de gas (H₂)**, lo que significa que **dos átomos de hidrógeno se unen para formar una molécula**.

A pesar de su simplicidad, el hidrógeno en sí tiene una importancia fundamental en todas las formas de vida que conocemos. Es esencial en la **composición del agua**, la sustancia **más vital para la Tierra**.

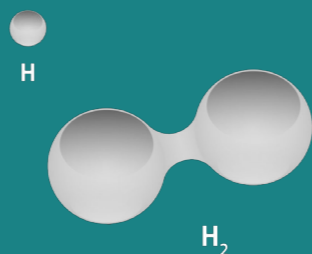


Fig 7. Molécula de Hidrógeno (2023).
Elaboración propia.

¿Cómo se obtiene H₂V?

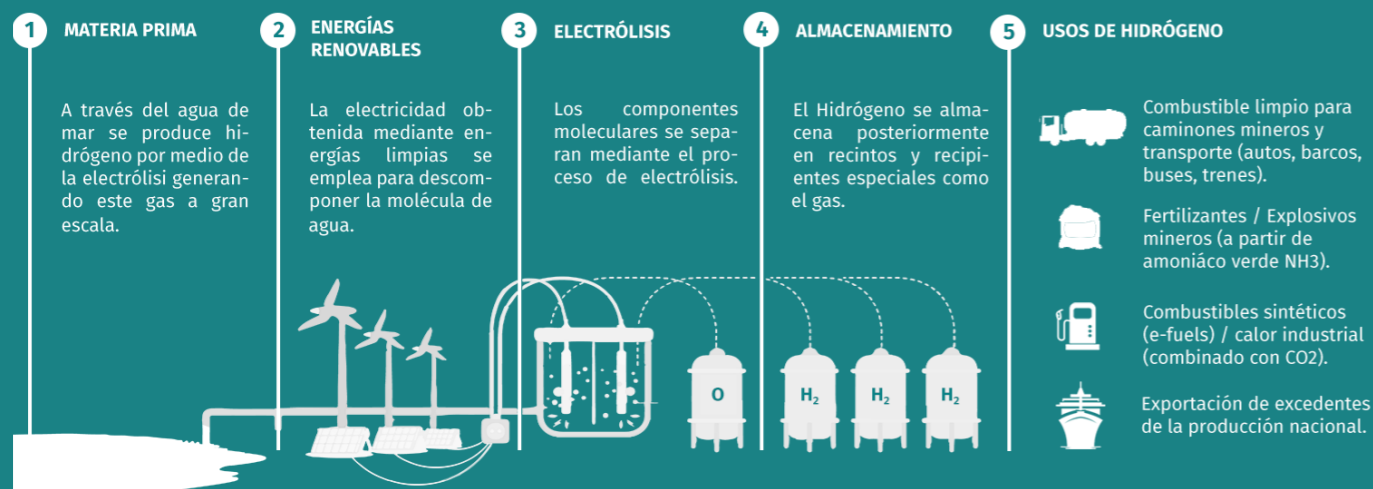


Fig 8. Adaptado de ¿Cómo se produce H₂V?.
Ministerio de Energía de Chile. (2023).
Elaboración propia.

El hidrógeno fue descubierto en el año 1766 por el científico **Henry Cavendish**, quien fue el primero en determinar que el hidrógeno era un **elemento particular que se oxidaba en presencia de oxígeno para producir agua**. De hecho, su nombre, hidrógeno, significa **“formador de agua”** y procede de las palabras griegas **“hydros”, agua, y “genos”, generador**. Su descubrimiento permitió que generaciones futuras, en el siglo XX y XXI, pudieran explorar su potencial energético, ya como elemento.

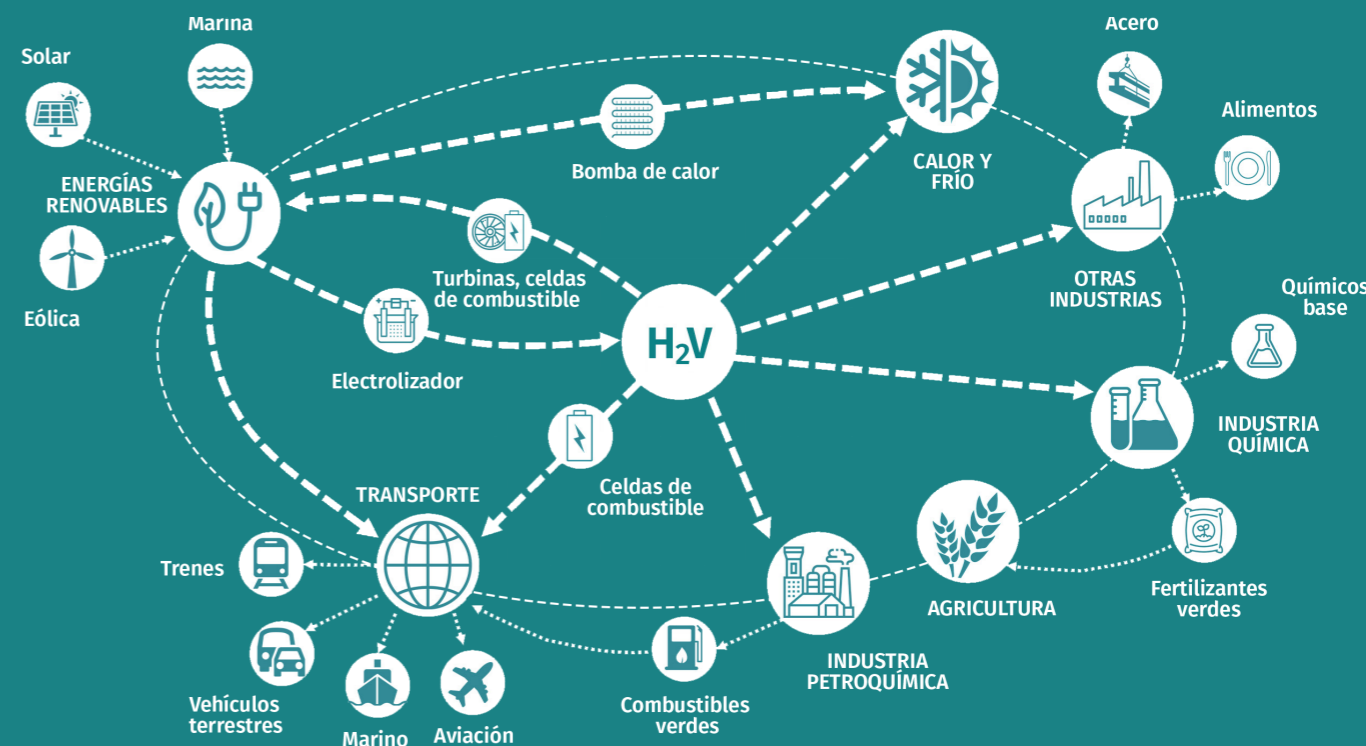
La relevancia del hidrógeno entonces, no se detiene en la formación de agua. Hoy en día, se reconoce cada vez más su potencial como **portador de energía limpio y sostenible**.

Gracias al uso de energías renovables; la reducción de gases invernadero; y la alta capacidad de almacenamiento energético, el H₂V puede ayudar a superar algunos de los desafíos más grandes de la humanidad en el camino hacia una **economía baja en carbono**.

Las aplicaciones del hidrógeno verde son tan variadas como prometedoras. Aunque su uso en algunas industrias aún está comenzando, el **crecimiento en la adopción del H₂V es innegable**. Hoy en día, vemos iniciativas pioneras en varios sectores, demostrando cómo este gas puede **jugar un papel esencial en la economía circular**. En todo el mundo, empresas de transporte público han comenzado a probar **autobuses alimentados por hidrógeno** para el reemplazo de sus flotas en base a combustibles fósiles.

En el sector de la energía, se están llevando a cabo proyectos para convertir redes de gas natural en redes de hidrógeno. Al mismo tiempo, se están desarrollando tecnologías innovadoras para la **producción, almacenamiento y transporte de hidrógeno**, abriendo la puerta a nuevos usos y aplicaciones.

Con esto en mente, **Alemania, Francia y el Reino Unido** son solo algunos de los países que están invirtiendo en Chile para ser parte de la **red chilena de exportación de H₂V**.



Aplicaciones e Industrias

Fig 9. Adaptado de ¿Cómo se puede aplicar H₂V?.
Ministerio de Energía de Chile. (2023).
Elaboración propia.

En el territorio nacional, es de esperar que el desarrollo de H₂V comience a moldear pronto sectores diversos como las industrias petroquímicas, la agricultura y el sector de la construcción. Se prevé que los proyectos en **Magallanes y Antofagasta** sean catalizadores **significativos en esta evolución**. En un panorama más cercano, debemos prestar atención al sector del transporte, donde los primeros vehículos propulsados por hidrógeno empezarán a **circular a comienzos del 2025**.

1.2 Rol de la Arquitectura: Gestión Ambiental, Tecnología e Innovación

La producción de hidrógeno verde, aunque presenta una oportunidad única para descarbonizar la matriz energética, **no está exenta de impactos ambientales**. La cantidad de energía necesaria para producir hidrógeno a partir de agua es significativa, y si esta energía no proviene de fuentes renovables, el balance neto de carbono puede ser negativo. Además, el proceso de producción de hidrógeno verde **requiere grandes cantidades de agua**, un recurso que es escaso en muchas regiones.

La región de Magallanes, a pesar de su gran potencial para la producción de H2V, también es un **ecosistema delicado y frágil**. La explotación indiscriminada de sus recursos naturales para la producción de energía puede tener consecuencias graves en el medio ambiente y en la calidad de vida de sus habitantes.

Una planificación urbana adecuada pueden ayudar a **mitigar estos impactos** y promover un **uso más eficiente y sostenible** de los recursos. Por ejemplo, el diseño de edificaciones y espacios que fomenten la eficiencia energética, la utilización de materiales sostenibles y la integración con el entorno natural pueden contribuir significativamente a **reducir la huella de carbono** de la producción de hidrógeno verde.

Por otro lado, la arquitectura puede facilitar la **integración de tecnologías** de producción de hidrógeno verde en el paisaje urbano y rural, **minimizando su impacto visual** y mejorando la aceptación por parte de la comunidad. También puede contribuir al diseño y planificación de la infraestructura necesaria para la producción, almacenamiento y distribución de hidrógeno, asegurando que se integre de **forma armónica** con el entorno y respete las características y necesidades de la región, a largo plazo en el tiempo.

La gestión del medio ambiente, tecnología e innovación son un vehículo para la educación, la divulgación y el emprendimiento.

El diseño de edificios y espacios que reflejen y celebren la transición hacia una economía de hidrógeno fomentarían una cultura de sostenibilidad y resiliencia en la región. Los proyectos ligados a industrias de energías renovables no deben ser simplemente contenedores pasivos de procesos técnicos, sino **actores activos** en la travesía hacia un futuro sostenible. Deben ser espacios inspiradores que **exhiben la innovación y el potencial** del hidrógeno verde, creando un escenario tangible para esta prometedora tecnología.

La meta final sería la creación de un entorno que no sólo apoye la producción y uso del hidrógeno verde, sino que también espacios que faciliten el entendimiento y adopción del H2V, reforzando el **compromiso de la comunidad** con la sostenibilidad y el respeto por el entorno natural único. En este horizonte, es esencial considerar que la infraestructura de hidrógeno verde **no está aislada**, sino que se **incorpora de manera intrínseca** en la vida diaria de la gente.



Figura 10. Meniconi, Juan Pablo. (2023). Cerro La Cruz. Fotografía. Punta Arenas, Chile.

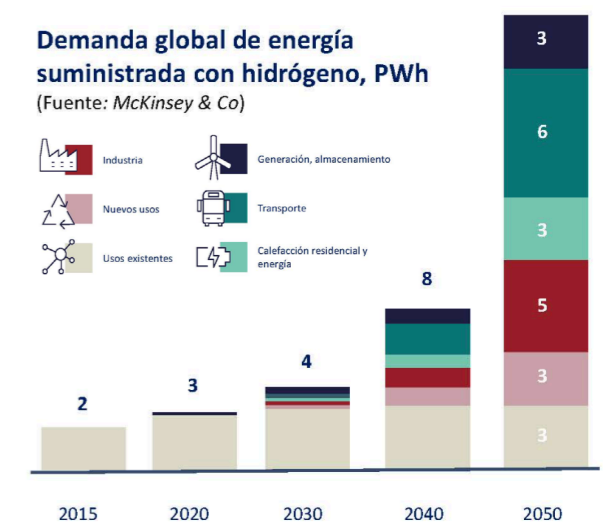


Fig 11. Ministerio de Energía en base a McKinsey & Co. (2020). Demanda Global de energía suministrada con hidrógeno, PWh.

Referentes y Retos de H2V 1.3 en Aplicaciones Arquitectónicas

Actualmente existen propuestas para el desarrollo de proyectos urbano-arquitectónicos con suministro de energía mediante hidrógeno verde producido y usado in situ. Para estos casos, **se necesitan generadores eólicos y solares, sumado a zonas de almacenamiento** en donde se encuentren las máquinas y determinados instrumentos a través del cual se les de energía limpia al espacio habitable.

Un ejemplo destacado de la integración de H2V en la arquitectura a gran escala es el **proyecto Woven City de Toyota** en Japón, diseñado por Bjarke Ingels Group (BIG). En este innovador proyecto, la empresa automotriz japonesa tiene la intención de construir una “ciudad del futuro” alimentada principalmente por hidrógeno en un terreno de 70 hectáreas, en la base del monte Fuji. La visión de Akio Toyoda es que **la ciudad funcione como un laboratorio viviente para el desarrollo y prueba de tecnologías emergentes**. Entre ellas, las relacionadas con la movilidad autónoma, la robótica, la inteligencia artificial y las tecnologías de hogares inteligentes, además de la generación y uso de hidrógeno verde.

La ciudad utilizará la tecnología de pilas de combustible de hidrógeno de Toyota para generar energía. Este sistema aprovecha las reacciones químicas entre el hidrógeno y el oxígeno para producir electricidad, emitiendo como **único subproducto el agua**. A través de este enfoque, se planea demostrar la **viabilidad y las ventajas** del hidrógeno como una fuente de energía limpia y eficiente para las ciudades del futuro.

Además de Woven City, existen otros proyectos arquitectónicos que incorporan el uso de H2V en su totalidad. Algunos ejemplos son: H21 Leeds City Gate (Reino Unido), CRI Emission-Free Energy for Sustainable Cities (Islandia) y Sustainable City (Dubai).

Este tipo de iniciativas representan los primeros pasos hacia una nueva forma de entender y diseñar la arquitectura y la planificación urbana, donde la sostenibilidad y la innovación tecnológica van de la mano. Es evidente que el hidrógeno verde tiene un papel fundamental en este nuevo paradigma, ofreciendo una alternativa energética que puede ser integrada de manera efectiva en diferentes escalas y contextos.

A pesar de todos estos beneficios, existen preocupaciones sobre el uso del hidrógeno como fuente de calefacción en las edificaciones del futuro. El principal problema radica en que, aunque la combustión del hidrógeno solo produce agua, en la práctica **puede producir óxidos de nitrógeno (NOx)**, si hay nitrógeno presente en el ambiente, que es un caso común cuando se quema hidrógeno en aire. Los NOx son gases nocivos que pueden causar **problemas de salud y contribuir a la contaminación del aire**.

Es importante mencionar que la calefacción tradicional, utilizando gas natural, también emite gases nocivos, incluyendo dióxido de carbono (CO2) y NOx. En ese sentido, no es que la calefacción con hidrógeno sea más tóxica, sino que hay preocupaciones similares a las de los combustibles fósiles.

Existen **investigaciones en curso** para desarrollar tecnologías que permitan quemar hidrógeno de manera más limpia, minimizando la formación de NOx. Una solución puede ser el uso de **celdas de combustible de hidrógeno** para calefacción, que no queman el hidrógeno, sino que lo utilizan en una reacción química para producir electricidad y calor, evitando la formación de NOx, de la misma manera en que funcionarán los nuevos autos propulsados por hidrógeno.



Proyecto
Woven City

Cliente
Toyota

Diseño
BIG

Ubicación
Susono, Japón

Woven City, la Ciudad del Futuro.

Figura 12. Bjarke Ingels Group (BIG). (2023). Woven City. Ilustración. Susono, Japón.



Proyecto
Haru Oni

Empresa
HIF Chile

Ubicación
Cabo Negro, Punta Arenas,
Región de Magallanes

Haru Oni es el **primer proyecto piloto de H2V** construido en Magallanes. Utilizará energía proveniente de un **aerogenerador de 3,4 MW** de Enel Green Power y contará con un **electrolizador de 1,25 MW**. En la fase piloto se estima una producción inicial de **350 toneladas** al año de **metanol** y **130.000 litros** por año de **gasolina sintética (e-fuels)**.

1.4 Participación de la Comunidad Local

La implementación de proyectos a gran escala, especialmente aquellos relacionados con la industria energética, suele tener un **impacto significativo en las comunidades locales**. Aunque el hidrógeno verde presenta una oportunidad económica y medioambiental sin precedentes para la región de Magallanes, su desarrollo **no debe hacerse a expensas de la calidad de vida** de sus habitantes.

Las inquietudes de la comunidad local están fundamentadas en la preocupación por su **inclusión y participación** en el proceso de toma de decisiones. En muchos casos, los proyectos de desarrollo suelen ignorar o minimizar la voz de las comunidades locales, lo que puede generar conflictos y resistencia. En el caso del desarrollo del H2V en la región magallánica, es crucial garantizar que la comunidad local no solo esté informada, sino que también participe activamente en las decisiones que puedan afectar su entorno y su vida cotidiana. Con esto, se busca establecer una relación de **colaboración y asociatividad, respetando sus tradiciones, costumbres y normas**.

Durante los últimos dos años, el Estado chileno ha puesto en marcha múltiples estudios e investigaciones para conocer las necesidades específicas de la comunidad, con el fin de que la transparencia y la comunicación abierta sean factores clave para construir la confianza y el apoyo en el tiempo. Según los consejeros que participaron en la elaboración de la Estrategia de Hidrógeno Verde, **cuanto antes comience el diálogo entre las empresas y las comunidades**, más rápido se podrá responder a sus expectativas, despejar dudas, aclarar malentendidos y rumores (Gobierno de Chile, 2022). Esto implica compartir información sobre los planes, el progreso y los posibles impactos de los proyectos de hidrógeno verde de manera accesible y comprensible.

Para el ex-Ministro de Energía J.C. Jobet, la **comunicación efectiva es solo el primer paso**. La comunidad local también debe tener la oportunidad de expresar sus opiniones, preocupaciones y sugerencias, y estas deben ser consideradas en la toma de decisiones, ya que **son los que mejor conocen el territorio y su potencial**. “Que nazca de lo local y crezca a lo nacional y mundial” (Jobet, 2022).

Al convertirse en participantes activos, los residentes locales pueden beneficiarse directamente del crecimiento económico y las oportunidades de empleo y emprendimientos generados por la industria del hidrógeno verde, lo que a su vez puede contribuir a la aceptación y el apoyo de la comunidad hacia estos proyectos, lo que beneficia a todos los actores.

Los embajadores del hidrógeno verde en Chile, Rosario Navarro y Erwin Plett, se han comprometido a impulsar la generación de **capital humano** como una pieza fundamental en la estrategia nacional. Ellos vislumbran un potencial de generar hasta **100.000 empleos especializados**. Se proyecta que, para el año 2050, la industria de las energías renovables en Chile requerirá el esfuerzo de más de un millón de personas. En vista de este futuro, es crucial **fomentar el desarrollo de habilidades y competencias necesarias** para esta industria. Esto se debe realizar a través de una amplia gama de instituciones, que abarcan desde liceos industriales hasta centros de formación técnica, institutos profesionales, universidades, institutos de investigación aplicada y empresas (Navarro y Plett, 2022).

Estos cambios transformacionales ya han comenzado a tomar forma concreta a través del **Plan de Acción H2V 2023-2030**, que establece **metas y acciones específicas** para garantizar que la transición hacia el hidrógeno verde sea **inclusiva, justa y sostenible**.

Figura 13. HIF. (2023). Haru Oni. Fotografía. Cabo Negro, Punta Arenas, Chile.

La región de Magallanes, con su enorme **potencial en recursos eólicos y marítimos**, se posiciona como una de las áreas más prometedoras para la producción de hidrógeno verde en Chile y a nivel global. La Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde es una muestra del compromiso de Chile para aprovechar esta **ventaja estratégica** y establecerse como **líder en la producción y exportación** de energía limpia y sostenible.

La estrategia se divide en varias etapas, enfocándose inicialmente en **impulsar la industria doméstica y desarrollar la capacidad de exportación (2020-2025)**, para luego pasar a una fase de **expansión y consolidación en los mercados globales (2025-2030+)**. Ya se han dado los primeros pasos hacia esta visión con proyectos como **Haru Oni**, el **primer proyecto piloto** de Magallanes enfocado en **e-fuels**, que simboliza las grandes posibilidades que ofrece esta región en la transición hacia un futuro más limpio y sostenible.



CAPÍTULO

/02

-23

-24

Figura 14. HIF. (2023). Haru Oni. Fotografía. Cabo Negro, Punta Arenas, Chile.

2025

5
BUSD

TOP 1
INVERSIONES EN
HIDRÓGENO
VERDE EN
LATINOAMÉRICA

5
GW

CAPACIDAD DE
ELECTRÓLISIS
CONSTRUIDA Y EN
DESARROLLO

200
kton/año

PRODUCCIÓN EN AL
MENOS 2 POLOS DE
HIDRÓGENO VERDE
EN CHILE

LÍDER
EXPORTADOR
GLOBAL DE
HIDRÓGENO VERDE
Y SUS DERIVADOS

2,5
USD/año

EL HIDRÓGENO
VERDE MÁS BARATO
DEL PLANETA

<1,5
USD/kg

LÍDER
PRODUCTOR GLOBAL
DE HIDRÓGENO VERDE
POR ELECTRÓLISIS

25
GW

2035

El Presente

Potencial de la Región de Magallanes

“Creo que el agua se empleará algún día como combustible, que el hidrógeno y el oxígeno que la constituyen, utilizados solos o juntos, proporcionarán una fuente inagotable de calor y luz, de una intensidad de la que el carbón no es capaz”

Jules Vernes

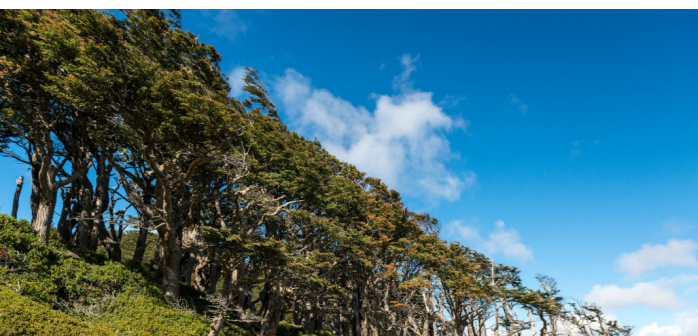
Figura 15. Adaptado de *Objetivos de la Estrategia Nacional de H2V*. Ministerio de Energía de Chile. (2020). Elaboración propia.



Pinguinos Rey - Parque Pingüino Rey, Bahía Inútil



Bahía Lomas - Isla de Tierra del Fuego



Costa Estrecho de Magallanes



Parque Nacional Pali Aike



Glaciar Grey - Torres del Paine



Mirador Lago Sarmiento - Torres del Paine



Etherh Aike - Puerto Natales



Ballenas Jorobadas - Parque Marino Francisco Coloane

Figura 16. Chile es Tuyo. (s/f.). Fotografías. Región de Magallanes, Chile.

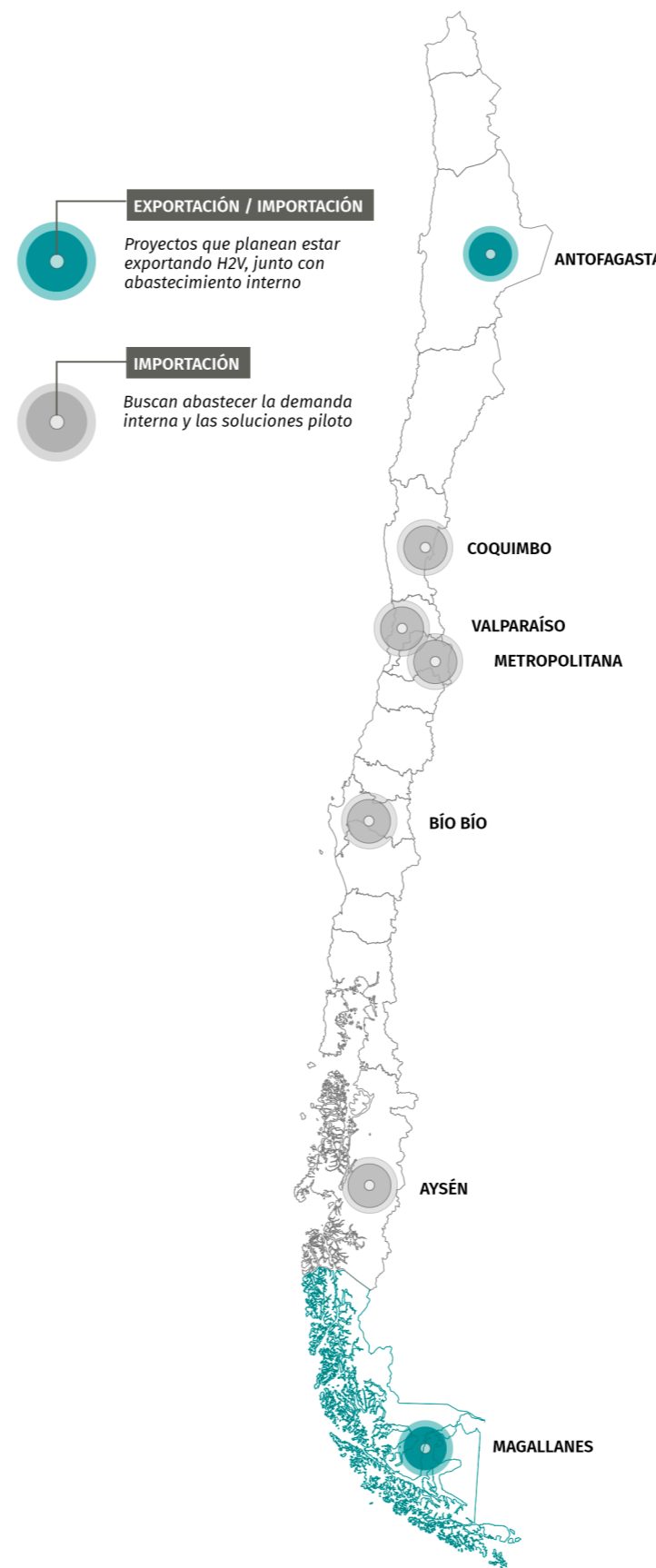


Fig 17. Ubicación de proyectos de H2V planificados en Chile. Elaboración Propia.

2.1 Contexto

Ubicada en el extremo austral del planeta, en la **Patagonia chilena**, se encuentra la **Región de Magallanes y de la Antártica Chilena**. Un extenso territorio que cautiva por su vasta **diversidad natural**, que va desde interminables estepas y montañas majestuosas, hasta glaciares impresionantes y canales laberínticos.

Su geografía excepcional se ve acentuada por un **clima extremo**, marcado por fuertes y **constantes vientos**, que hacen de la región patagónica un territorio especialmente propicio para la generación de **energía eólica**, una fuente renovable elemental para la producción de H2V a través de la electrólisis del agua. La **energía solar** se suma al mix energético de la región durante los meses de verano, cuando las jornadas son largas y la luz diurna se extiende, a raíz de la cercanía con el polo sur.

En el corazón de esta tierra, se encuentra el legendario **Estrecho de Magallanes**. Una gran vía acuática, impregnada de historia y vitalidad, que sirve como un **eje de conexión con el mundo**. Es un símbolo de intercambio y movimiento infinito, unidora de océanos y continentes. Sus atributos convierten esta ruta en un punto estratégico que ofrece innumerables ventajas en términos de **comercio y exportación**.

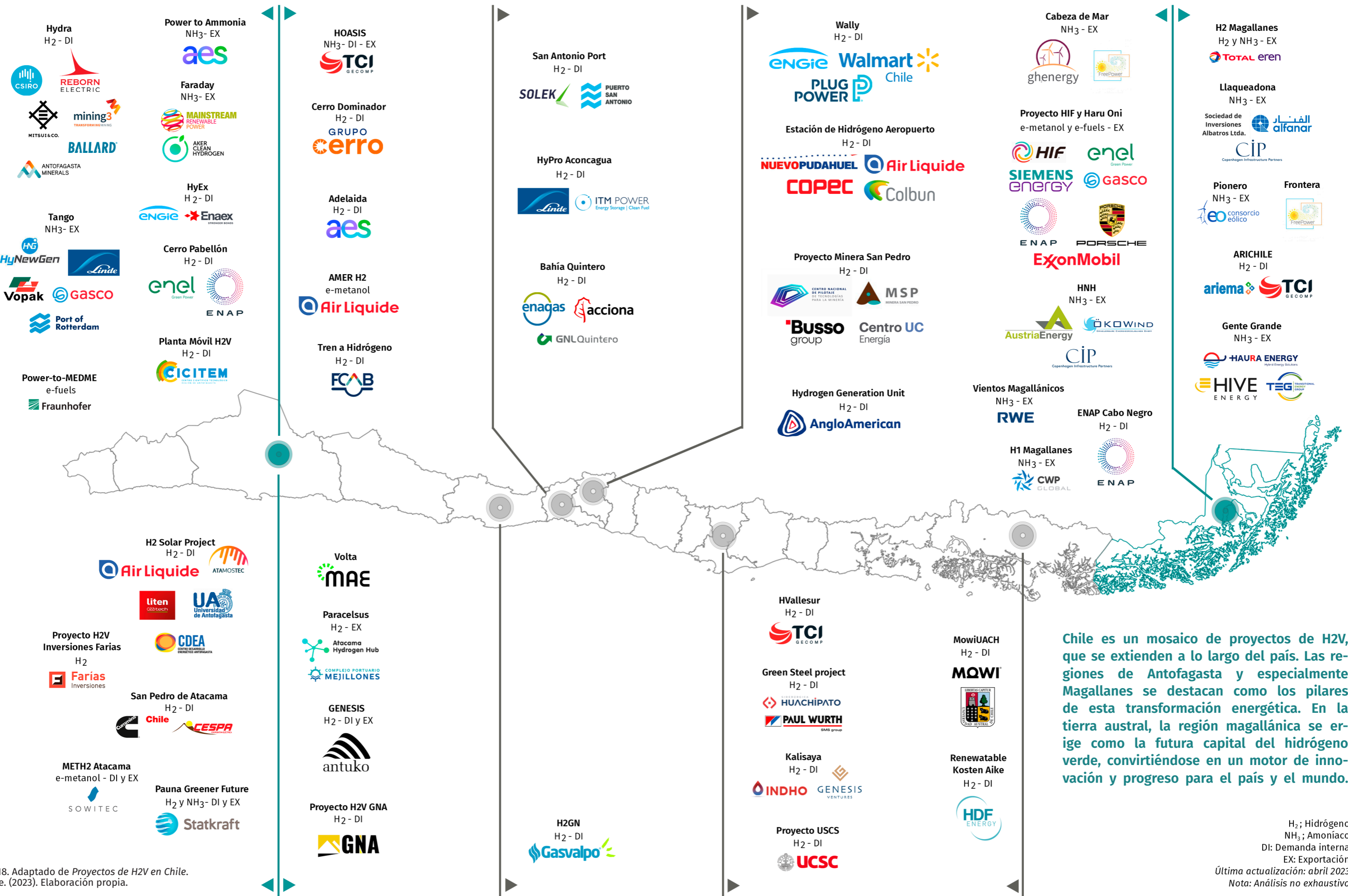
Magallanes es un territorio de extremos, de belleza indómita y desafíos constantes. La rigurosidad del clima y su aislamiento geográfico han **moldeado una región resiliente**, donde cada elemento de la vida se ha adaptado a las condiciones únicas de este rincón del planeta.

La población, aunque dispersa y relativamente pequeña, mantiene una **conexión profunda con su entorno** y con las tradiciones que han pasado de generación en generación. Hoy en día, la región tiene una oportunidad para forjar una nueva etapa en su destino, generando beneficios tangibles para su comunidad y contribuyendo al bienestar global.

+ 50 PROYECTOS DE H2V EN DESARROLLO ABRIL 2023

-27

-28



Chile es un mosaico de proyectos de H2V, que se extienden a lo largo del país. Las regiones de Antofagasta y especialmente Magallanes se destacan como los pilares de esta transformación energética. En la tierra austral, la región magallánica se erige como la futura capital del hidrógeno verde, convirtiéndose en un motor de innovación y progreso para el país y el mundo.

Figura 18. Adaptado de *Proyectos de H2V en Chile*. H2 Chile. (2023). Elaboración propia.

H₂; Hidrógeno
 NH₃; Amoníaco
 DI: Demanda interna
 EX: Exportación
 Última actualización: abril 2023
 Nota: Análisis no exhaustivo



Figura 19. Mota, Claudio. (2016). Parque Nacional Torres del Paine. Fotografía. Magallanes, Chile.

La región de Magallanes y la Antártica Chilena, para lograr una mejor organización interior debido a su extenso territorio, se divide en cuatro principales provincias; **Antártica Chilena, Tierra del Fuego, Última Esperanza y Magallanes**. Al mismo tiempo, cada una de ellas presenta su propia capital; Puerto Williams, Porvenir, Puerto Natales y **Punta Arenas**, respectivamente. Esta última, es en realidad el centro y **capital de la tierra austral**, ya que representa el núcleo neurálgico de la región.

El carácter vibrante de Punta Arenas atrae a personas de todas partes del mundo, e incluso dentro de Magallanes mismo. Para el resto de las comunas, La Capital se percibe como un eje que articula sus necesidades y aspiraciones, ya sea en términos de educación, trabajo, investigación científica y tecnológica (Arias, 2023).

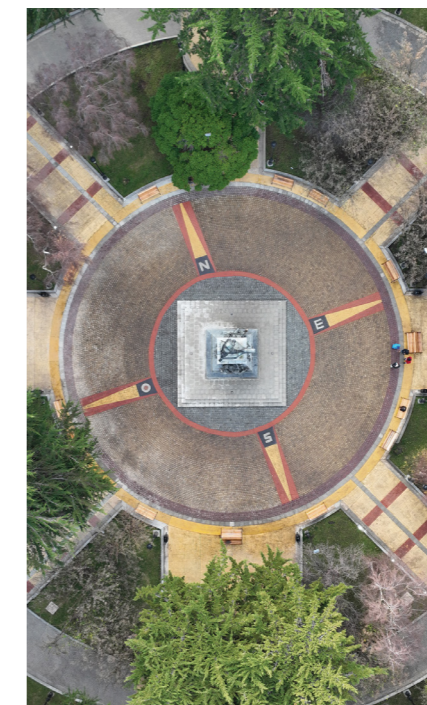
Por otro lado, se erige como un indispensable **punto de tránsito** en la región. Para aquellos que buscan explorar la imponente belleza del paisaje, llegar a Punta Arenas se convierte en un **paso crucial** antes de embarcarse a destinos mundiales como el famoso Parque Nacional Torres del Paine, así como también los otros cuatro parques nacionales presentes en la región.

Con su dinamismo y papel como **epicentro regional**, se encuentra en una **posición privilegiada** para impulsar la transición hacia una economía basada en el hidrógeno verde, marcando el camino hacia un futuro más sostenible para todo el país, desde el fin del mundo.

Costanera de Punta Arenas



Indio Patagón, Plaza Muñoz Gamero



Sector de Chabunco

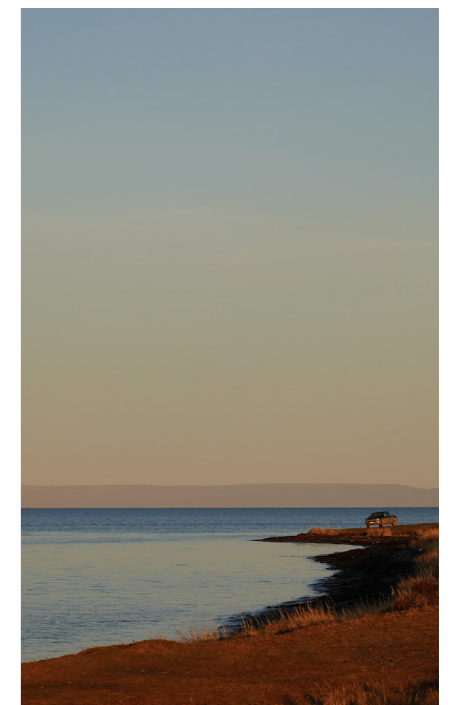


Figura 20. Meniconi, Juan Pablo. (2023). Postales de Magallanes. Fotografías. Punta Arenas, Chile.

2.2 Problema

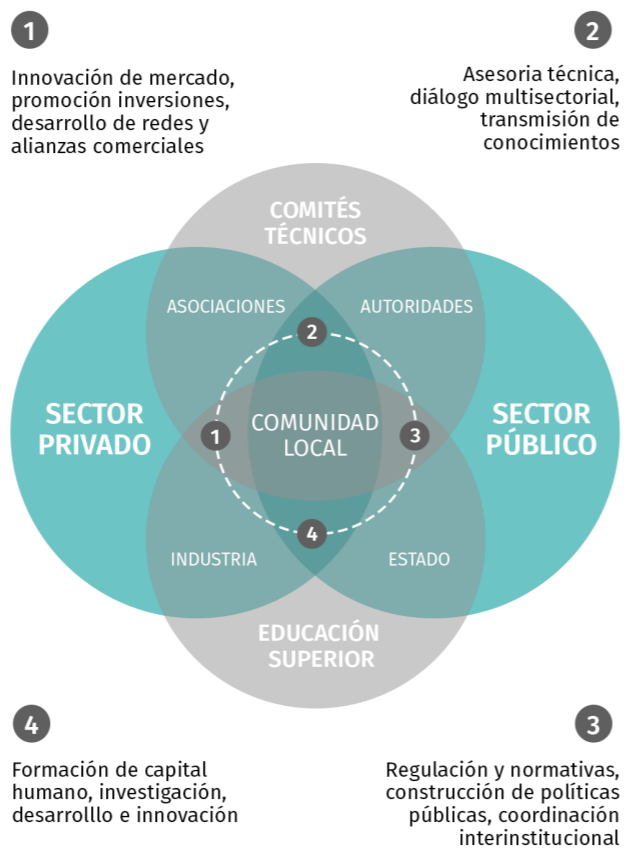
El panorama de Punta Arenas y la región de Magallanes, aunque lleno de promesas, presenta **desafíos sustanciales**. La ambición de convertir la región en una capital mundial de Hidrógeno Verde demanda un nivel de **especialización y experiencia que, hasta el momento, Chile no posee** en su totalidad (Plett, E., Quezada, C., Ávalos, V. et al., 2023). Por ende, el país ha recurrido a la ayuda de expertos internacionales y a empresas extranjeras que están dispuestas a invertir y compartir su conocimiento para desarrollar esta naciente industria.

Este cambio vertiginoso hacia una economía de H2V está siendo liderado por el sector privado. Sin embargo, para lograrlo, requiere de una estrecha colaboración con el sector público (Pardow, D., Flies, J., Díaz, R. et al., 2023). El Estado, reconociendo sus limitaciones en términos de capital humano y recursos, propone una **alianza público-privada** para abordar esta transición. Esta dinámica desencadena una serie de proyectos de gran envergadura en un tiempo récord, con un impacto significativo en la vida de las comunidades locales.

La región de Magallanes, con su entorno prístino, se enfrenta a un dilema. Por un lado, la transición al H2V promete numerosos beneficios, como la creación de empleo, el fomento del turismo, y la inyección de recursos para la investigación y la infraestructura. Pero, por otro lado, trae consigo el riesgo de perturbar el equilibrio medioambiental y social de la región. La gente de la Patagonia chilena valora su entorno natural y desea mantenerlo, pero esta nueva ola de innovación amenaza con alterarlo (Bosshard, R. et al., 2023).

Por último, el eslabón final en esta cadena es la población local. A pesar de los esfuerzos del gobierno y las empresas por mantenerlos informados, **existe una sensación generalizada de desconexión frente a estos rápidos cambios.**

El país intenta por primera vez promover una **participación temprana** de la población en proyectos de esta magnitud, pero las **medidas y la infraestructura existentes no parecen ser suficientes**. Así, la necesidad de una comunicación eficaz y una participación genuina de la comunidad se convierte en un desafío crucial para el éxito de esta transición hacia una economía de hidrógeno verde.



Relaciones en torno a la comunidad

Fig 21. Organigrama Público-Privado y su relación con la Comunidad Local (Diagrama de Venn). Elaboración propia.



Figura 22. SoyChile. (2017). Fotografía. Punta Arenas, Chile.



Figura 23. Nahuelhuén, Diego. (2022). Fotografía. Canal Beagle, Magallanes, Chile.

2.3 Diagnóstico

En el diagnóstico de la situación en Punta Arenas y en la región de Magallanes, se observan **diversas problemáticas** que convergen en un **escenario complejo y multifactorial**. Entre ellas se encuentran una **falta de experiencia y de capital humano, dificultades de inversión, riesgos medioambientales** y, por sobre todo, una **deficiencia en la comunicación efectiva**. Sin embargo, estas dificultades convergen en un diagnóstico central: la **“falta de espacios de colaboración multidisciplinaria”**. A pesar de este desafío, existe un claro compromiso para superar los obstáculos y aprovechar la prometedora oportunidad que el hidrógeno verde presenta, tanto a nivel local como internacional.

Este escenario, sin embargo, no es sinónimo de derrota, sino de un **reto en constante movimiento**. Las medidas para enfrentarlo ya se están implementando y los expertos apuntan a que el camino hacia el éxito radica en la continuación de estas acciones: **el intercambio de conocimientos, la búsqueda conjunta de soluciones y la anticipación a los problemas** (Olivari, J., Lindsay, T., Parra, R. et al., 2023). La meta compartida tanto por el sector público como por el privado, si bien persigue caminos distintos, es la misma: que el **hidrógeno verde prospere**.

Mientras el sector privado se mueve en pos de capitalizar de forma eficiente y rápida, el Estado busca equilibrar el crecimiento del país con el resguardo de los valores sociales y ambientales. Esta realidad manifiesta la **necesidad de un “puente” entre la industria y la comunidad**. Los esfuerzos para establecer espacios de diálogo, elaborar estrategias y políticas, y construir de manera participativa, ya son una realidad en Chile y se están llevando a cabo en mesas técnicas, talleres ciudadanos, consultas públicas, entre otros.

No obstante, a pesar de los esfuerzos realizados, la sensación generalizada es que aún son insuficientes. **Se requieren más espacios de diálogo** y un avance más sólido en la regulación de cómo se deben presentar y ejecutar los proyectos. Este diagnóstico pone de manifiesto la **importancia de un trabajo multidisciplinario y colaborativo** entre los diferentes actores. Para superar el desafío, es crucial seguir creciendo en conjunto, permitiendo a cada parte aportar conocimiento y experiencia para llegar a un consenso. La industria de H2V en Chile está en **etapa inicial** y su evolución será una constante adaptación.

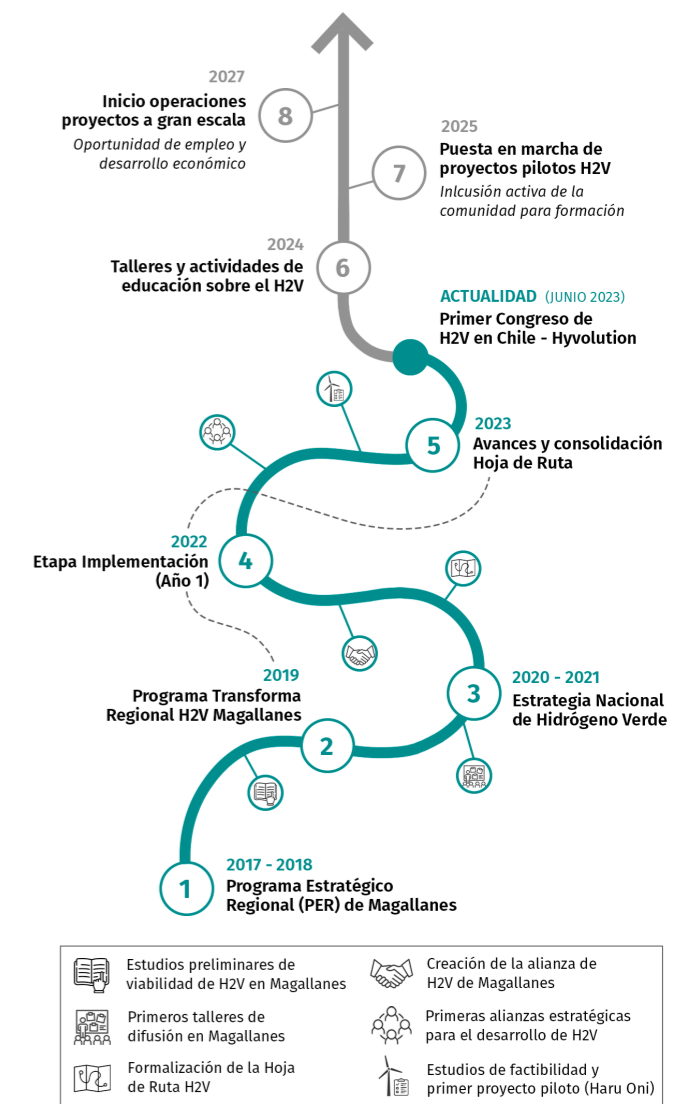


Figura 24. Línea temporal de H2V en Magallanes ligada a la comunidad. Elaboración propia.

El Proyecto

Centro de Innovación de Hidrógeno Verde (CI-H2V)

/ 03

CAPÍTULO

“ No puedes simplemente poner algo nuevo en un lugar.
Tienes que absorber lo que ves a tu alrededor, lo que
existe sobre la tierra...”

- Tadao Ando

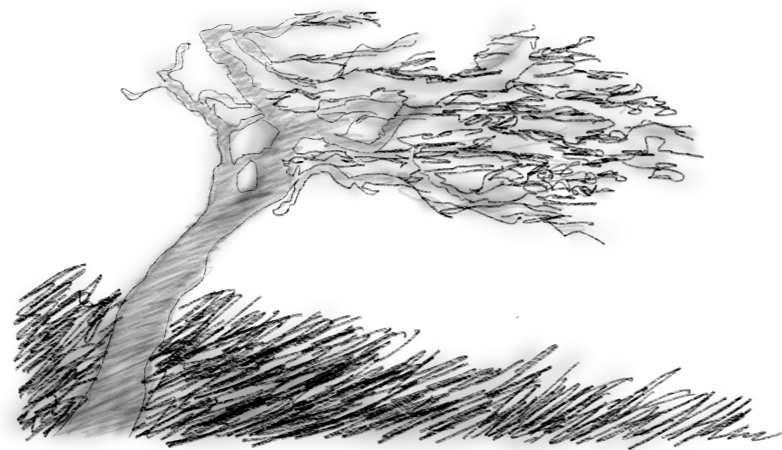


Figura 25. El Viento. Croquis. Elaboración propia.

Es evidente que existe una necesidad de **fomentar y facilitar un mayor trabajo multidisciplinario y colaborativo** en el sector del hidrógeno verde en la región de Magallanes y en todo Chile. Este diagnóstico conduce a la propuesta del **Centro de Innovación de Hidrógeno Verde (CI-H2V)**, un proyecto pensado para promover el intercambio de ideas, la colaboración y el avance en el nuevo campo del hidrógeno verde.

Este último capítulo se enfoca en el **análisis e ideación** de este proyecto innovador, detallando su **justificación, ubicación estratégica** y los **criterios** que guían su diseño, así como también, las **estrategias** empleadas para su posible implementación.

El proyecto pretende ser más que un simple edificio enfocado a la investigación y trabajo en torno al desarrollo de H2V; sino que busca convertirse en un **catalizador de cambio y un hub de innovación** en el corazón de la industria del hidrógeno verde en Chile.

3.1 Argumento

En la vastedad de la Patagonia, se forja una nueva era de energía limpia, una respuesta de los antepasados resonando en el futuro. Si consideramos al desarrollo del hidrógeno verde como un **organismo vivo**, es fundamental conocerlo para potenciar la esencia misma de su naturaleza; **movimiento, adaptación e integración**. Es por esto que el proyecto nace como un nodo fundamental en este ecosistema energético, un lugar donde la sabiduría colectiva y la innovación convergen para formar una **red ilimitada de conexiones**.

Desde la apertura del Estrecho de Magallanes, el sur de Chile ha sido observado a través de la mirada europea, un filtro externo que oscureció la cosmovisión ancestral de esta tierra (Weil, 2022). En este mismo suelo, pueblos originarios tejieron sus vidas y sus historias dejando un legado cultural que aún resuena en los recuerdos de sus descendientes. De este pasado, nos llega *Mamihlapinatapai* de la rica lengua yagán, una profunda palabra que encapsula **“el anhelo compartido de dos individuos por desencadenar una acción que ambos desean pero ante la cual, ambos titubean en dar el primer paso”**.

Este vacío se manifiesta hoy, en la falta de entendimiento y en la lenta adopción de esta nueva economía energética, ya que, a pesar del rico patrimonio natural y cultural de la región, existe una **brecha de información** entre la industria emergente y la comunidad local. La población magallánica ha demostrado un sentimiento de desorientación frente a la escala y las implicancias de estos desarrollos. Este panorama revela un dilema que inhibe la capacidad de la comunidad de integrarse activamente y beneficiarse de la transformación energética. En este sentido, el proyecto se propone como un **“puente” necesario entre la comunidad y la industria**, un espacio donde la **información fluye libremente**, permitiendo una **participación activa y consciente** de todos los actores involucrados.

El CI-H2V se concibe no solo como un proyecto crucial para Magallanes, sino como un punto de convergencia para participantes de todo el mundo. La elección de **Punta Arenas como comuna para la ubicación**, fue elegido por reunir una combinación única de características que la posicionan como el escenario natural e ideal para albergar el Centro, ya que no solo presenta las condiciones geográficas óptimas, sino que también cuenta con un capital humano en constante crecimiento y una administración regional comprometida con el progreso sostenible. Representa, por tanto, una decisión informada y estratégica, destinada a **maximizar el potencial del proyecto y a garantizar su integración efectiva** en el contexto regional y global.

Junto con la inauguración del **Centro Subantártico de Cabo de Hornos** en Puerto Williams y el futuro **Centro Antártico Internacional** en Punta Arenas, Magallanes se ha posicionado en el mapa como una **nueva capital mundial de investigación y desarrollo**. En esta trama, el proyecto se presenta como un catalizador para la adopción de la energía verde, el epicentro de una revolución energética que se conecta con la vitalidad pura y la majestuosidad única de la Patagonia.

Mediante la creación de un espacio físico tangible, amplio y altamente especializado, capaz de albergar a un gran número de personas, el Centro busca convertirse en un crisol de actividades. No sólo proporcionará espacios de trabajo y de formación, sino que también ofrecerá áreas para reuniones, investigación, reflexión e incluso observación, fomentando así un ambiente de aprendizaje integral. “Porque es en la acción donde se aprende y es en la comunidad donde se forja el cambio” (Weil, 2023). El CI-H2V aspira a ser un pionero en Sudamérica, un faro de innovación y conocimiento, donde la experiencia, la curiosidad, el anhelo de aprender, de hacer y de avanzar, guían el camino del hidrógeno verde.

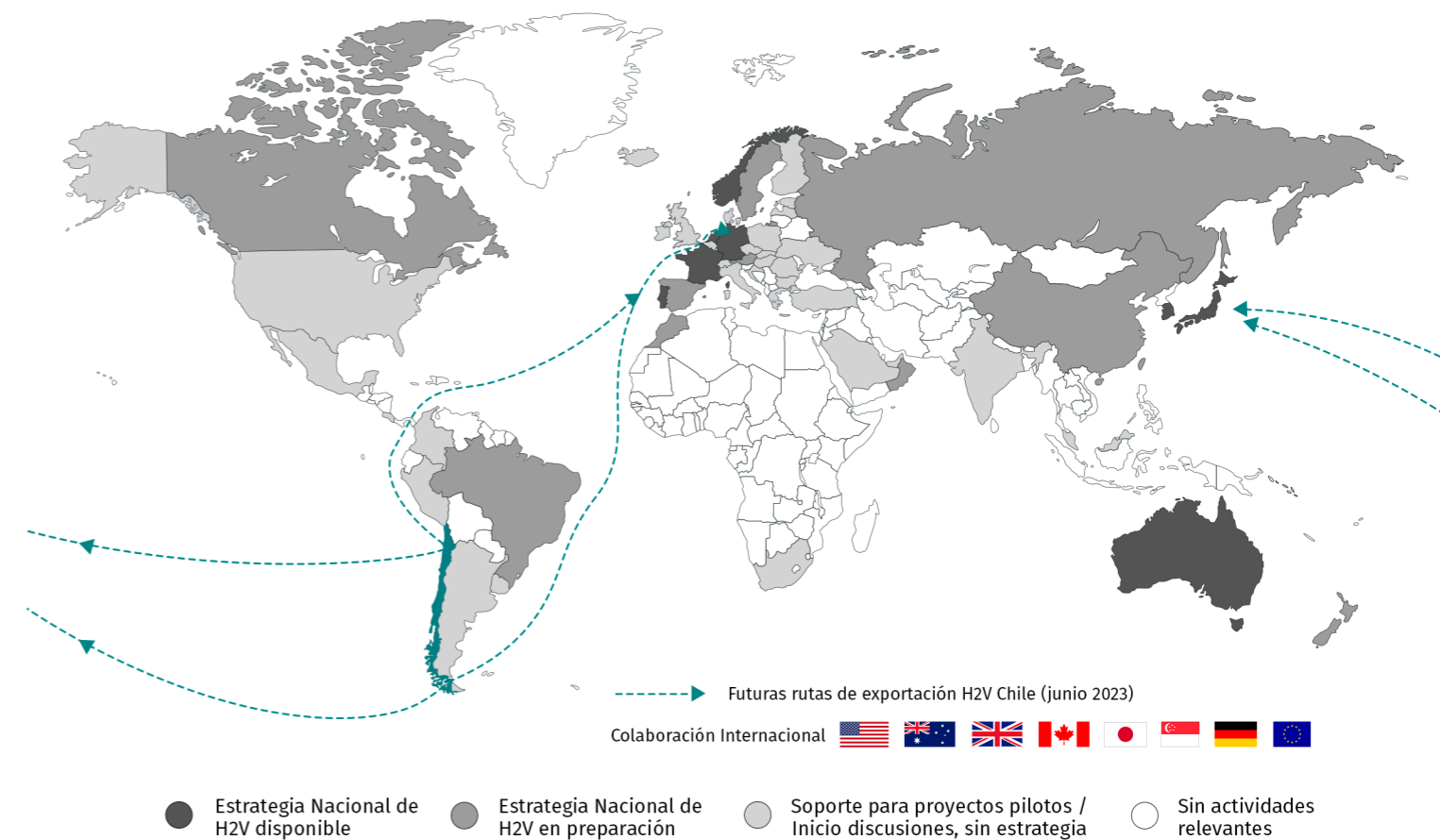
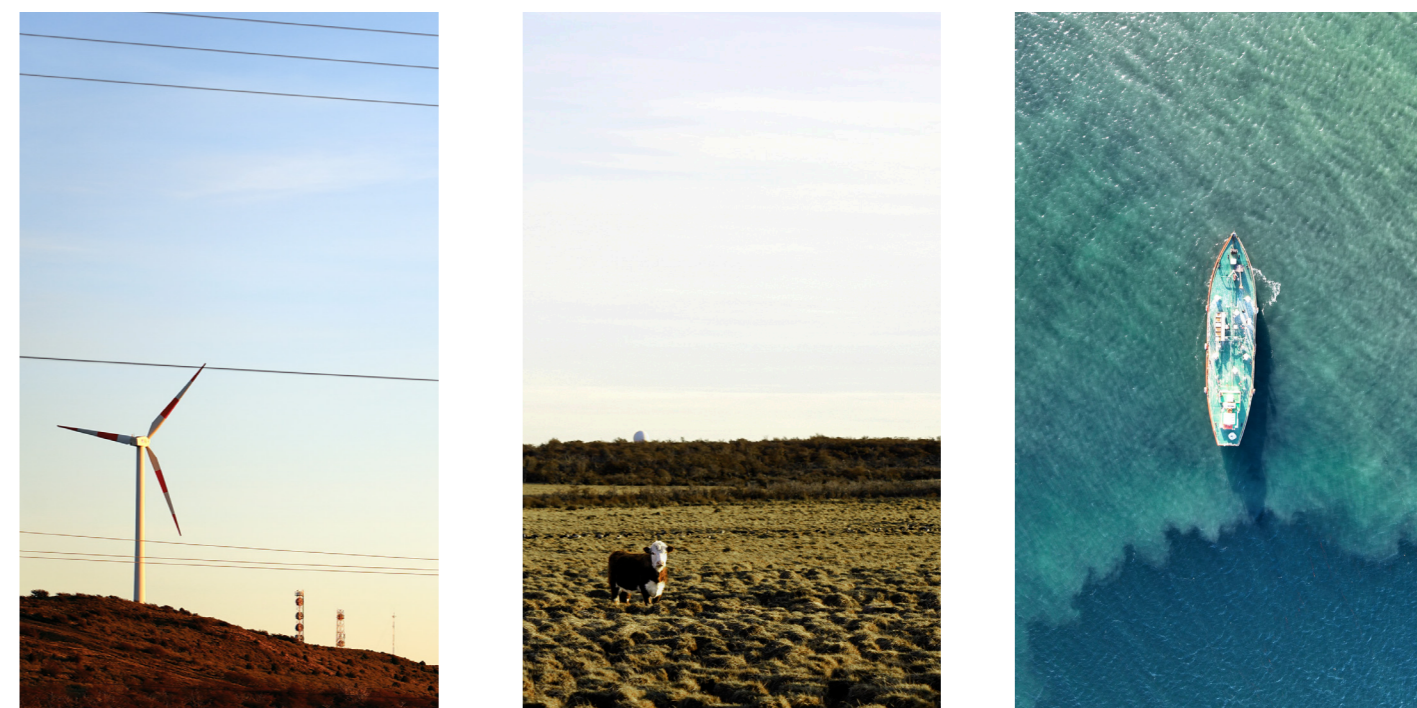


Figura 26. Adaptado de *Condiciones y Oportunidades para el comercio de H2V desde Chile* (Ministerio Federal de Economía y Energía de Alemania). (2023). Elaboración propia.



Aerogenerador en Cabo Negro

Pampa Patagónica

Barco en Estrecho de Magallanes

Figura 27. Meniconi, Juan Pablo. (2023). Elementos naturales. Fotografías. Punta Arenas, Chile.



Figura 28. Meniconi, Juan Pablo. (2023). *Embarcadero Tres Puentes*. Fotografía. Punta Arenas, Chile.

Punta Arenas se erige como el epicentro de una red de rutas que se extiende hacia diversos destinos, tanto a nivel regional como internacional. El origen de esta red es la **Ruta CH-9**, que conecta la capital con Puerto Natales; e incluso hacia Argentina, con Puerto Gallegos y El Calafate, a través de la **Ruta Internacional CH-255**. Hacia el sur, a través de Tierra del Fuego, Porvenir y Puerto Williams quedan enlazados por la **Ruta CH-257**.

En el entramado de conexiones, se revela su vital importancia, consolidando su posición como **eje central en la red austral**. Este hecho contribuye al fortalecimiento del Centro, que puede beneficiarse de las vías y trayectos establecidos, convirtiéndolo en un **elemento de unión** aún más fuerte para las comunidades, industrias y la naturaleza de la región.

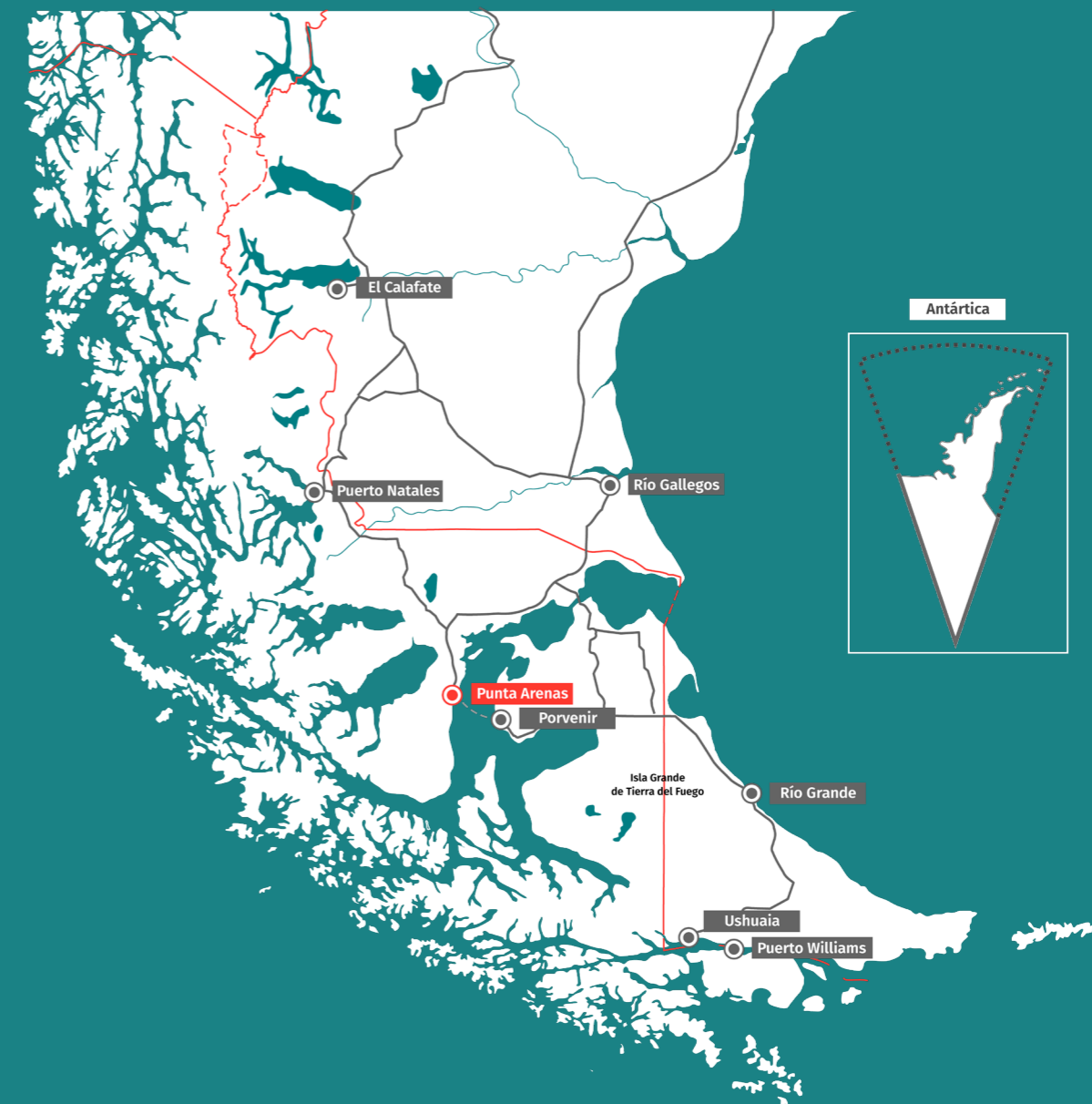


Figura 29. Adaptado de *Rutas a Punta Arenas* de WikiViajes. (2023). Elaboración propia.

3.2 Localización

Región Magallanes y la Antártica Chilena

Ciudad Punta Arenas

Sector / Localidad Chabunco

Latitud / Longitud 53°01'59.0"S 70°50'08.4"W

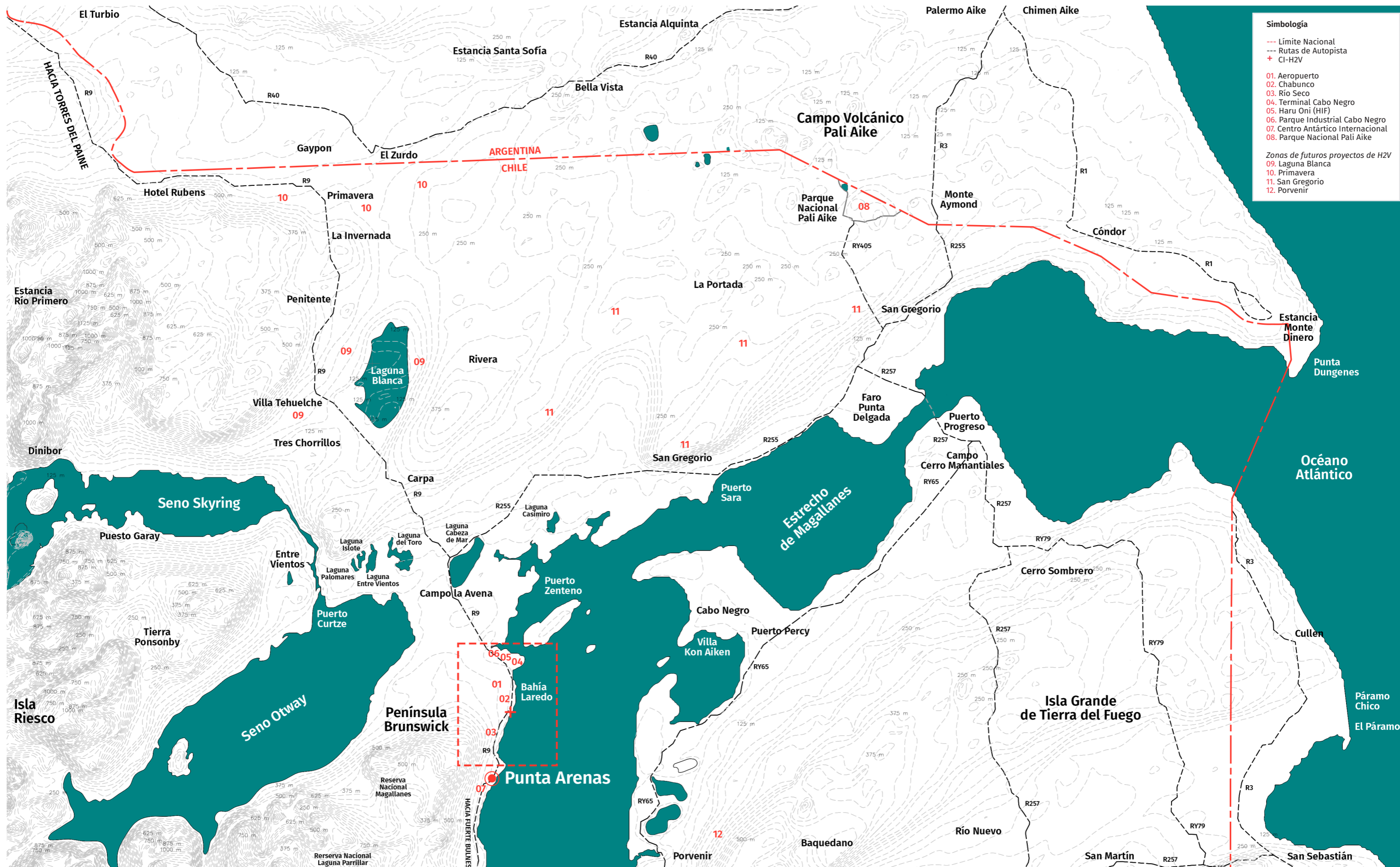
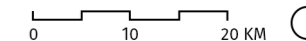


Figura 30. Contexto de Magallanes. Nota: Cotas provistas por Ignacio Burgos. (2023). Elaboración propia.



Al desarrollar la propuesta para el Centro de Innovación de Hidrógeno Verde, la selección de la ubicación no ha sido un proceso aleatorio dentro del contexto de Punta Arenas. El terreno, no solo debe satisfacer requisitos técnicos y logísticos del proyecto, sino que también debe aportar beneficios a corto y largo plazo.

Considerando esto, el sector de **Chabunco**, una localidad en **constante crecimiento y desarrollo**, situada al norte de la ciudad, se ha identificado como la zona más favorable. La elección de este sector se basa en una serie de ventajas inherentes que se convierten en poderosas razones para su selección como ubicación estratégica para el desarrollo del Centro.

Figura 31. Chabunco. Conexiones estratégicas. Nota: Información satelital de Esri. (2023). Fotomontaje. Elaboración propia.

Conexiones estratégicas

Aeropuerto Carlos Ibáñez del Campo: La cercanía inmediata al principal aeropuerto de la región, es una ventaja de suma importancia, que promueve una red de conexiones fluida con **actores internacionales**, incluyendo expertos, inversionistas y visitantes extranjeros.

Además, se contempla la **integración de servicios de transporte** gratuitos basados en H2V, hacia el Centro y la ciudad, lo cual facilitaría la movilidad y daría un ejemplo concreto de sus **posibles aplicaciones**. No menos importante es el hecho de que los numerosos turistas que visitan la región tendrían la oportunidad de conocer el proyecto gracias a su cercanía.

Cabo Negro: Su vecindad ofrece beneficios significativos, ya que es un **área industrial** dedicada a actividades productivas, logísticas y de almacenamiento, y está destinado a ser el **futuro centro logístico de H2V** más grande de la región. La proximidad posibilita una relación directa con esta industria y su posible futuro puerto de exportación.

Parques Eólicos: Al norte se situarán los proyectos de energía eólica, ubicados en **San Gregorio, Río Verde y Laguna Blanca**, áreas que se destacan por sus fuertes y constantes vientos. La **conglomeración** de estos proyectos justifica aún más la ubicación del CI-H2V en Chabunco. Además, el proyecto estaría en la ruta de los visitantes a estos parques eólicos, ampliando así su visibilidad y alcance.

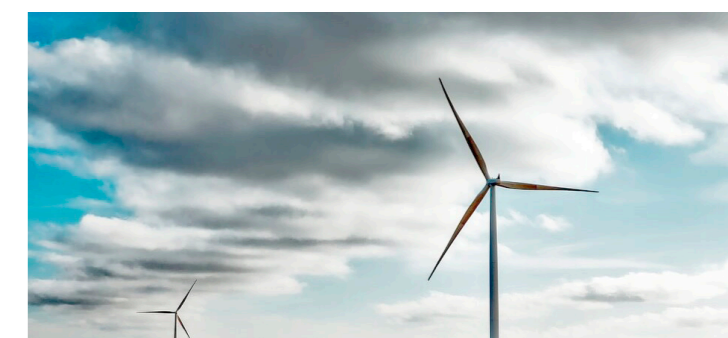
Punta Arenas: La cercanía con la capital, asegura que el proyecto estaría en trayectoria de todas las personas que **entren o salgan**. Esta ubicación permite que el edificio funcione como un **buffer regional**, conectándolo con el resto de las **comunas de Magallanes**. Asimismo, ofrece una excelente oportunidad para que la población local conozca y se involucre con los proyectos de hidrógeno verde.



DGAC - Aeropuerto



Parque Industrial y Terminal - Cabo Negro



Aerogeneradores



Cerro La Cruz - Punta Arenas

Figura 32. Meniconi, Juan Pablo. (2023). Conectividad. Fotografías. Magallanes, Chile.

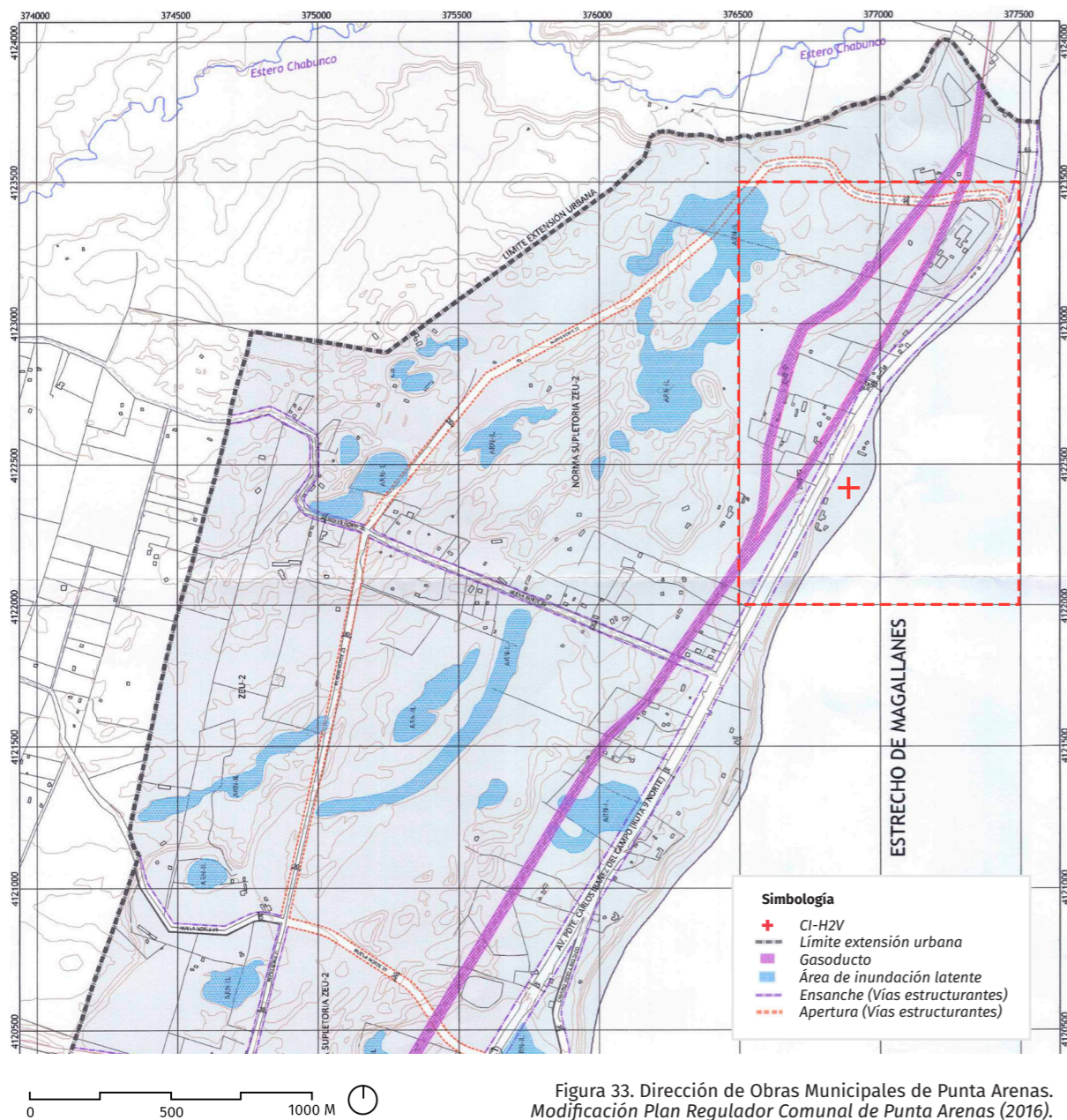


Figura 33. Dirección de Obras Municipales de Punta Arenas. Modificación Plan Regulador Comunal de Punta Arenas (2016).

Zona de Expansión Urbana

El lugar seleccionado para el emplazamiento del Centro, se encuentra dentro de la **Zona de Expansión Urbana Norte (ZEU-2 Norte)**, un área de desarrollo y continuo crecimiento, que es de vital importancia para el futuro urbano de Punta Arenas.

Durante más de una década, el Estado y el Gobierno Regional han estado recopilando información para un nuevo **Plan Regulador Intercomunal Punta Arenas – Río Verde (PRI)**, que está programado para entrar en vigor en los próximos años.

El PRI se centra en el sector periurbano de Punta Arenas, estableciendo zonas de expansión urbana. Incluye la **ZEU-2 Norte, ZEU-2 Sur y ZEU-1**, exclusiva para la industria en Cabo Negro – Laredo, que integra los terrenos donde opera ENAP y el primer proyecto piloto de H2V (Haru Oni). La ZEU-2 Norte se extiende hasta el sector de Chabunco, donde además concluye el actual **Plan Regulador Comunal (PRC)** de 2016. Esta zona es particularmente estratégica debido a su visibilidad, ya que es la **primera que se observa al salir del aeropuerto**.

Durante años, se han realizado esfuerzos para mejorar su aspecto y vialidad, incluyendo la ampliación de la **Ruta 9** y la creación de nuevas vías paralelas, como la **Vía Nueva Norte 21**.

La ZEU-2 Norte permite una **variedad de usos de suelo**, muchos de los cuales son esenciales para el proyecto, tales como: equipamiento (científico, comercial, cultural, educativo, recreativo, etc.), áreas verdes y espacios públicos, actividades productivas (instalaciones de tipo industrial, talleres, almacenamiento, entre otros) e infraestructura.

Esto, sumado al hecho de que estas macrozonas urbanas aún están en desarrollo, con muchos terrenos aún de carácter agrícola, ofrece una oportunidad excepcional para implantar **proyectos de carácter público** en lugares estratégicos.

De esta manera, el **CI-H2V se posiciona como un proyecto de carácter híbrido público-privado**, en línea con su enfoque y financiamiento esperado, ya que estaría conectando en el medio, la **comunidad local (al Sur) y la industria (hacia el Norte)**.

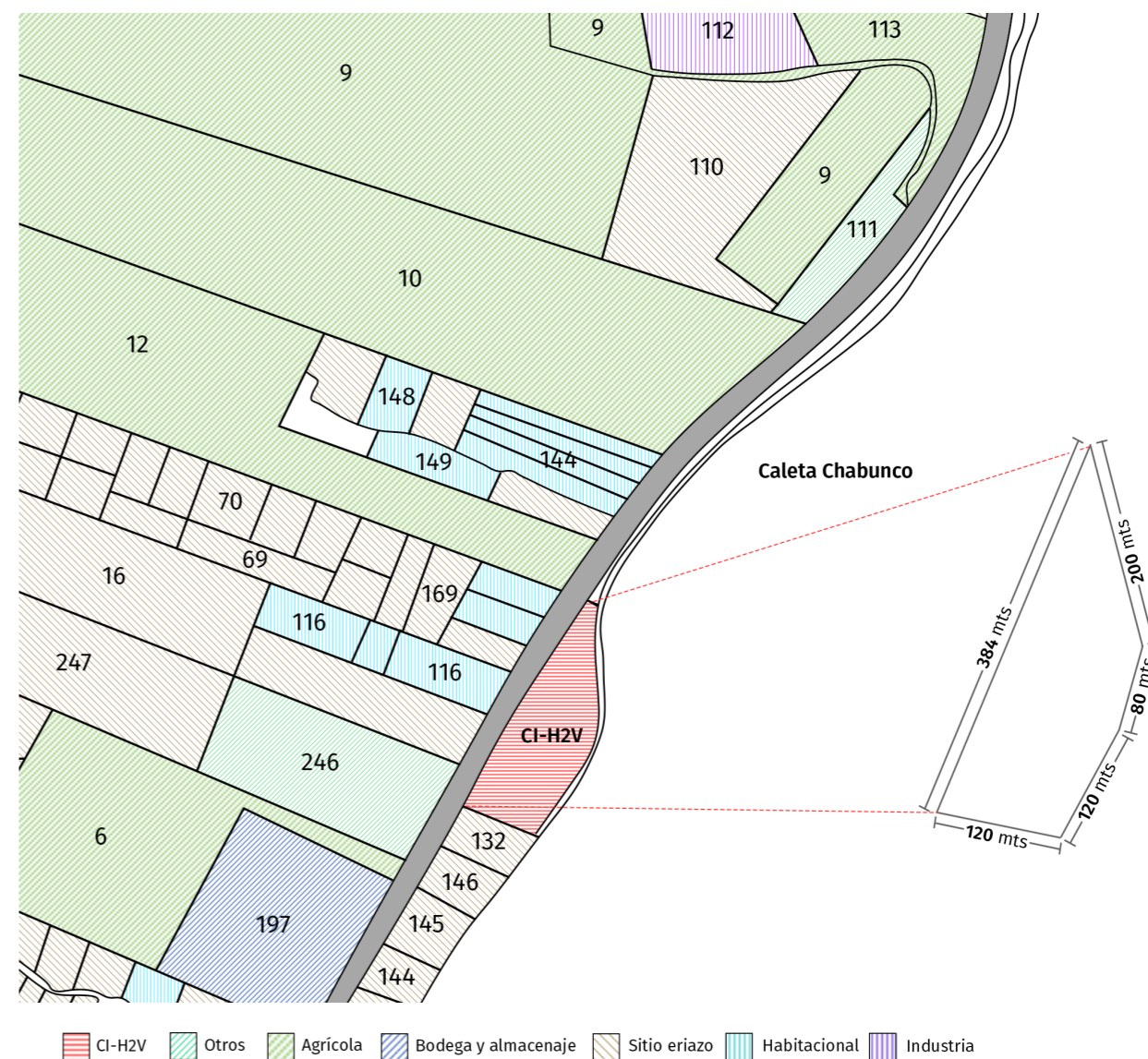


Figura 34. Adaptado de *Cartografía Digital Sii Mapas*. (2023). Nota: Datos prediales con sus respectivos números de Rol Predial y Destinos, en sector Caleta Chabunco. Elaboración propia.



Punta Arenas

Río Seco

CI - H2V

ESTRECHO DE MAGALLANES

RUTA 9

47-

-48



Aeropuerto

Cabo Negro

CI - H2V

RUTA 9

ESTRECHO DE MAGALLANES

67-

-50

Figura 36. Meniconi, Juan Pablo. (2023). *Terreno. Vista aérea 2*. Fotografía. Chabunco, Punta Arenas, Chile.



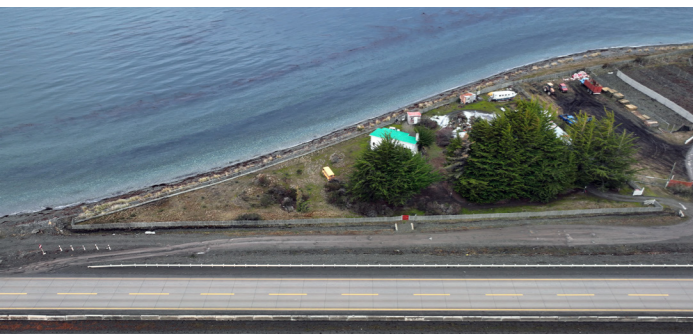
Terreno - Vista Noreste



Terreno - Vista Este 1



Terreno - Vista Este 2



Terreno - Vista Oeste (Zona Norte)

Figura 37. Meniconi, Juan Pablo. (2023). Terreno del proyecto. Fotografías. Chabunco, Punta Arenas, Chile.

Integración con el paisaje

Chabunco ocupa un lugar privilegiado, donde **convergen diversas manifestaciones de la naturaleza**. Aunque no sea la zona con los vientos más intensos ni la que disfruta de la mayor cantidad de luz solar, su posición en el paisaje la coloca en una situación ventajosa. La proximidad a **corredores de viento intensos**, junto con los **largos días del verano austral**, ofrecen una oportunidad única para la generación de energía eólica y solar.

El emplazamiento de proyectos de energía renovable **cercanos al océano** también favorece la posibilidad de desalinizar agua de mar, evitando así el uso de agua dulce. Esta confluencia de recursos naturales en Magallanes genera un punto de convergencia que fomenta el desarrollo sostenible.

El **Estrecho de Magallanes** es una ruta emblemática que atrae a una gran cantidad de cruceros y barcos industriales. Esta constante actividad marítima no solo propicia un **flujo continuo de valor económico**, sino que también fomenta una notable **presencia de turismo**, enriqueciendo la vibrante dinámica de la zona.

Asimismo, la **biodiversidad** del lugar constituye uno de sus atributos más valiosos. Al situar el proyecto en la orilla del Estrecho de Magallanes, se permite que esté inmerso en un **entorno natural** de notable riqueza, con una diversidad de vegetación y fauna que le otorgan un valor intrínseco.

De esta manera, la elección de Chabunco va más allá de su estratégica localización. Este lugar no solo se erige como un punto nodal en la red de comunicaciones, sino que también presenta un excepcional potencial para integrar y aprovechar las fuerzas del paisaje y del clima en favor de la innovación energética. Esta conjunción de factores consolida a Chabunco como el sitio ideal para albergar el proyecto.



Figura 38. Meniconi, Juan Pablo. (2023). Lobo marino. Fotografía. Punta Arenas, Chile.

3.3 Criterios de Diseño

El CI-H2V se vislumbra como un **nodo orgánico y dinámico**, promoviendo la sinergia entre una diversidad de usuarios ligados a la nueva economía de hidrógeno verde en el país, que incluyen expertos, ingenieros, estudiantes, inversionistas, empresas, organizaciones, funcionarios públicos, autoridades y la comunidad local, entre otros.

La conceptualización del Centro proviene de un abordaje tridimensional: la relación dialéctica entre la industria y la comunidad en la incipiente era del H2V en Magallanes; la naturaleza intrínseca del hidrógeno, merecedora de imitación; y la metáfora arquitectónica del Analema de la Patagonia, propuesta por el arquitecto chileno Andrés Weil.

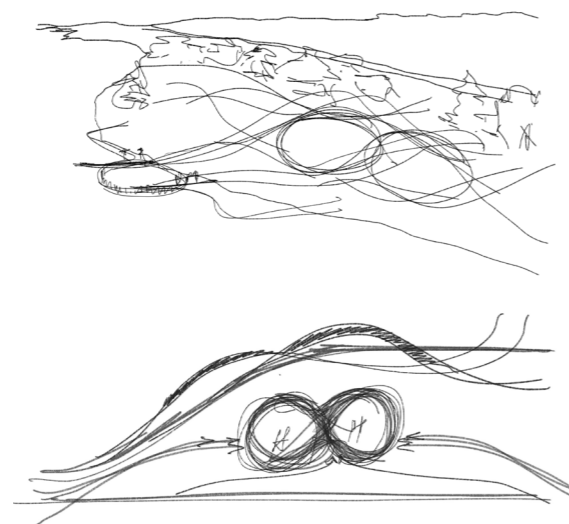


Figura 39. Núcleos. (2023) Croquis. Elaboración propia.

El **primer eje del diseño conceptual** se centrará en proporcionar un espacio físico que facilite la confluencia de los **dos polos**, aparentemente divergentes. Para lograr esto, la primera intención del proyecto es organizarse alrededor de **dos núcleos principales que se intersectan**, simbolizando esta interacción, que actúa como el cerebro y corazón del Centro.

Uno de los núcleos, denominado **Polo Norte**, estará orientado hacia el **desarrollo y la producción**, sirviendo como el epicentro de la innovación tecnológica y la eficiencia energética. Se espera que esta área sea el hogar de espacios de trabajo colaborativo (coworking) e investigación, con laboratorios, salas de exhibición y oficinas. El segundo núcleo, el **Polo Sur**, estará dedicado a fomentar la **educación ambiental y el compromiso comunitario** con el territorio, donde se organizarán exposiciones, charlas y talleres en aulas y auditorios, con el objetivo de promover la conciencia ecológica, la cohesión social y la formación educativa-profesional.

Finalmente, el **espacio de intersección** entre los dos núcleos simboliza el **punto** que el CI-H2V aspira a ser. Esta zona es un espacio metafórico para fomentar el intercambio de ideas y el diálogo constructivo entre los distintos actores.

Además de mediar estas relaciones sociales, el proyecto busca reflejar la **esencia misma del hidrógeno**. Este **segundo eje** se basa en la **analogía del proceso de producción de hidrógeno verde**. El hidrógeno, siendo el elemento más simple, ligero y abundante del universo, posee una naturaleza única: es capaz de formar compuestos cuando se combina y, cuando se separa, libera una gran cantidad de energía. Este principio intrínseco del hidrógeno se refleja en la **filosofía y la arquitectura del Centro**.

El proyecto, al emplazarse a la orilla del Estrecho de Magallanes, generará una proximidad y visibilidad latente de este importante **cuerpo de agua**, que se incorpora de manera integral al diseño, simbolizando la **materia prima** indispensable en el proceso de producción del hidrógeno: **el agua**. Este elemento esencial, tan presente y vital en el entorno, sirve como un constante recordatorio visual de la fuente a partir de la cual se origina el H2V.

Las **personas que circulan** a través del edificio representarán la **energía** en movimiento, utilizada en este proceso, inyectando vida y dinamismo en la estructura, similar a la electricidad en la producción de hidrógeno. Los **dos polos** simbolizan la **electrólisis**, que es donde se dividirán las actividades y funciones del programa. Esta división da lugar a los subproductos: el oxígeno y el hidrógeno. El primero representado en el esquema (fig 40) por **circulaciones y áreas verdes**, que le darán un respiro al recorrido por el proyecto. El segundo, se representa a través del almacenamiento del hidrógeno, que se haría evidente mediante los **espacios de trabajo** en las diferentes áreas del edificio.

Finalmente, el **uso del hidrógeno** se vería reflejado **interactuando con el Centro**, dándole vida al proyecto. Sus espacios y programas. Esto marca un fin, y al mismo tiempo, el inicio de un **nuevo ciclo del hidrógeno**.

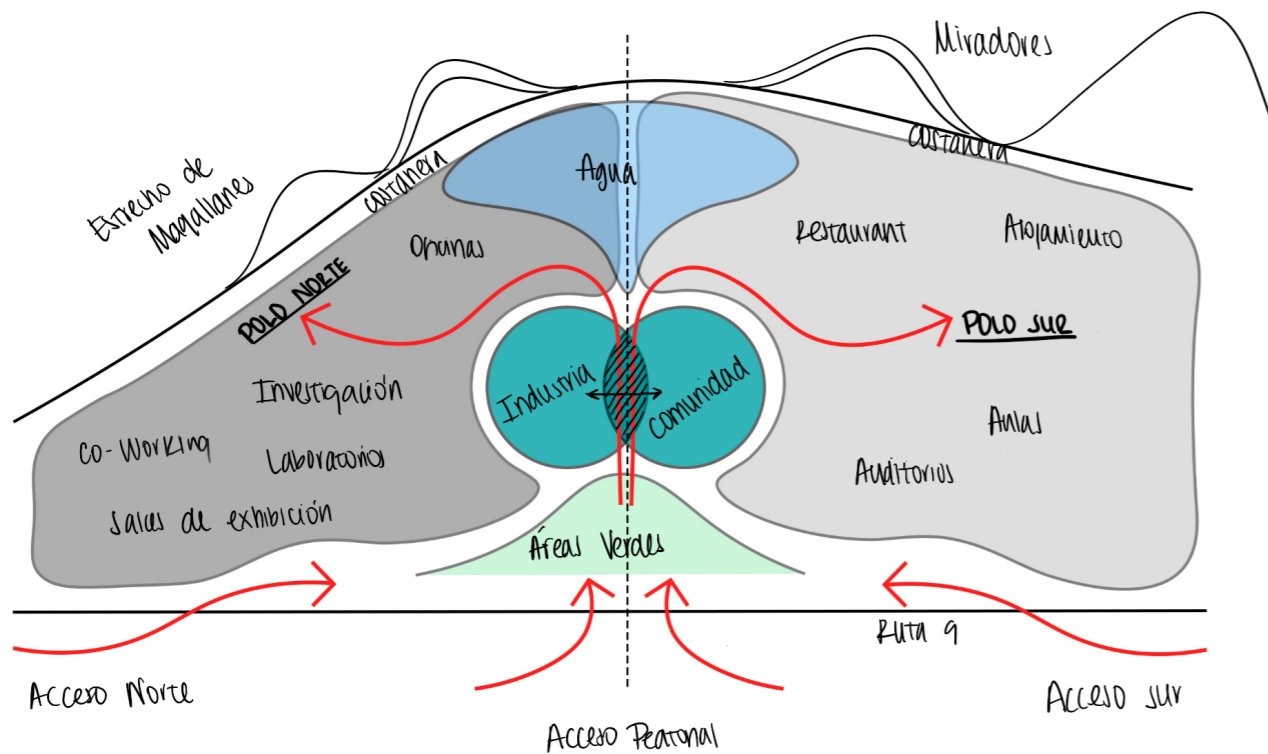


Figura 40. Esquema de Zonificación. Polos Norte y Sur. (2023). Croquis. Elaboración propia.

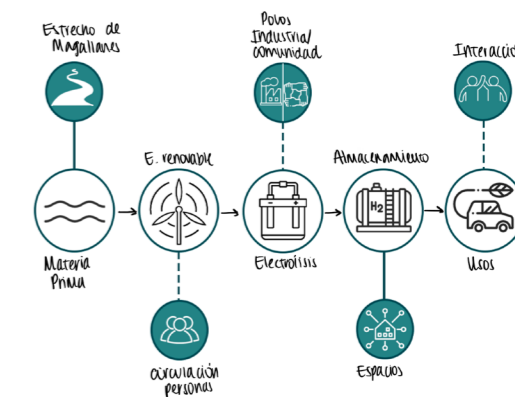


Figura 41. El H2V y el Centro. (2023). Elaboración propia.

Para el **tercer eje**, el **Analema**, representado por una **cinta de Moebius** (fig 42), destaca la interacción constante y fluida que debe existir entre variables diversas como el propósito y el mito, los costos y la genética del edificio, o la normativa y la ética. En el epicentro de estas interacciones se halla el **terreno o la obra**, que en este proyecto actúa como conector entre lo público y lo privado; la comunidad local y la industria.

De este modo, el Analema se convierte en un marco conceptual para el Centro, en el que la **arquitectura se transforma en el nexo**. El proyecto pretende engendrar un entorno propicio para la colaboración y el intercambio de ideas, así como el aprendizaje mutuo, promoviendo una coexistencia integral.

En sintonía con la cultura local de Magallanes, el CI-H2V aspira a ser un espacio que funcione las **24 horas** del día, los **7 días** de la semana. Esta intención es un reconocimiento de la forma de vida en esta región, donde el clima extremo, a menudo conduce a la **permanencia y la convivencia prolongada en un mismo lugar**. Al estar siempre abierto, el Centro se presenta como un refugio constante y una fuente incesante de energía, tanto en términos físicos como simbólicos.

Además, la operación continua permite que el proyecto se convierta en un verdadero nodo de intercambio y aprendizaje sin interrupciones, lo que podría mostrar la **versatilidad y resistencia** de su arquitectura, al mismo tiempo que sirve como un ejemplo palpable de las posibilidades que la transición hacia el hidrógeno verde puede traer consigo. Es un reflejo de la aspiración de la región de estar a la vanguardia del desarrollo energético y social del país.

Los criterios de diseño giran alrededor de la noción de **unificar actores** de la sociedad y la industria dentro de un único entorno arquitectónico, inspirado tanto por la **naturaleza** como por su **propósito funcional**.

La propuesta se escapa de una idea convencional de un edificio, transformándose en un ecosistema vibrante. El objetivo es instaurar una 'comunidad de innovación' que integra la producción de hidrógeno verde, investigación y desarrollo, educación y convivencia comunitaria, en un único espacio, estimulando la colaboración y la evolución constante.

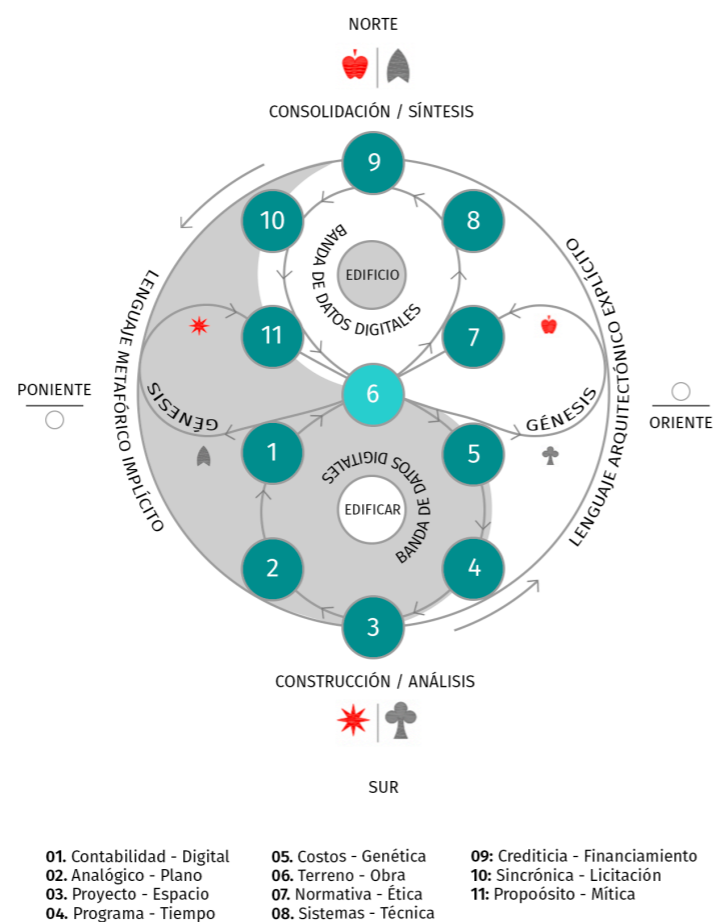


Figura 42. Adaptado de *Analema de la Patagonia. BIM 11D S.XXI* de Andrés Weil. (2020). Elaboración propia.



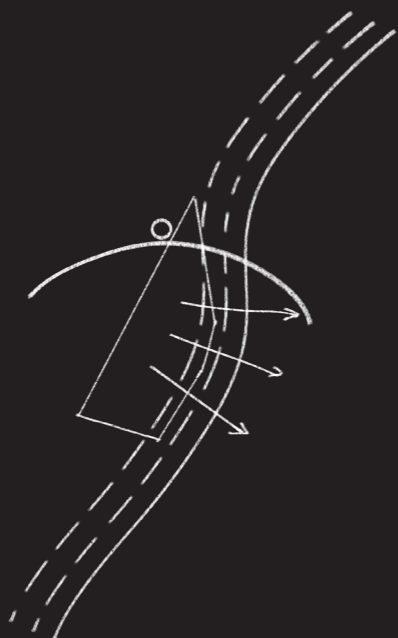
Figura 43. Denomades. (s/f). Fotografía. Punta Arenas, Chile.

3.4 Estrategias de Diseño

Emergiendo de las cualidades intrínsecas de Magallanes, las estrategias de diseño buscan entablar un diálogo profundo con los elementos y características naturales que definen la identidad de la región.

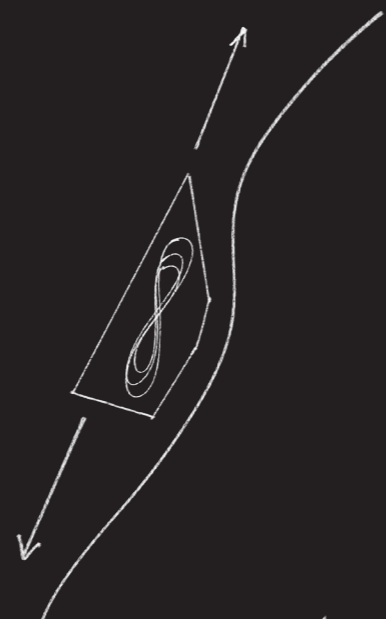
Curvatura

Inspiradas por las sutiles ondulaciones del terreno, las formas y volúmenes se despliegan, siguiendo la topografía del lugar como si fueran trazadas por la mano de la naturaleza misma. Así, se adopta una integración consciente y respetuosa, buscando ofrecer en cada lugar vistas panorámicas y un generoso baño de luz natural.



Horizontalidad

El diseño absorbe la inmensidad de la horizontalidad patagónica infinita, extendiéndose de forma ligera y sin esfuerzo. Cada elemento arquitectónico se convierte en un eco de la belleza austera del paisaje, acentuando su vastedad en lugar de intentar dominarla. Se fomenta una simbiosis entre los espacios interiores y exteriores, fundiéndose en una danza constante de interacción y fluidez.



Aerodinámica

El sur de Chile es la cuna de algunos de los vientos más fuertes del mundo. El viento corre libremente en tres direcciones; desde el océano Pacífico al oeste, océano Atlántico al este y vientos provenientes de la Antártica del sur. Aceptando esta presencia imponente, se adopta una orientación y forma aerodinámica que minimizan la resistencia y, a la vez, aprovechan esta fuerza omnipresente para la ventilación natural y la generación de energía.

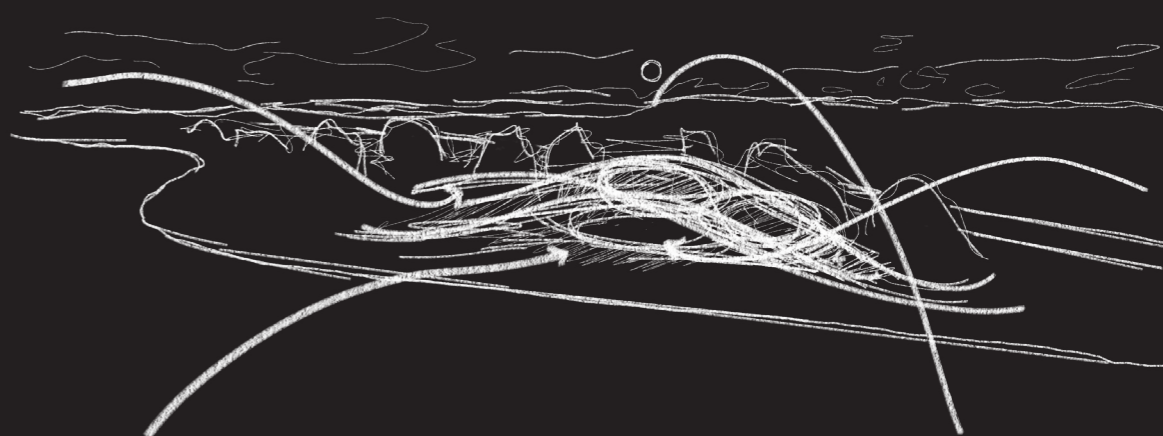
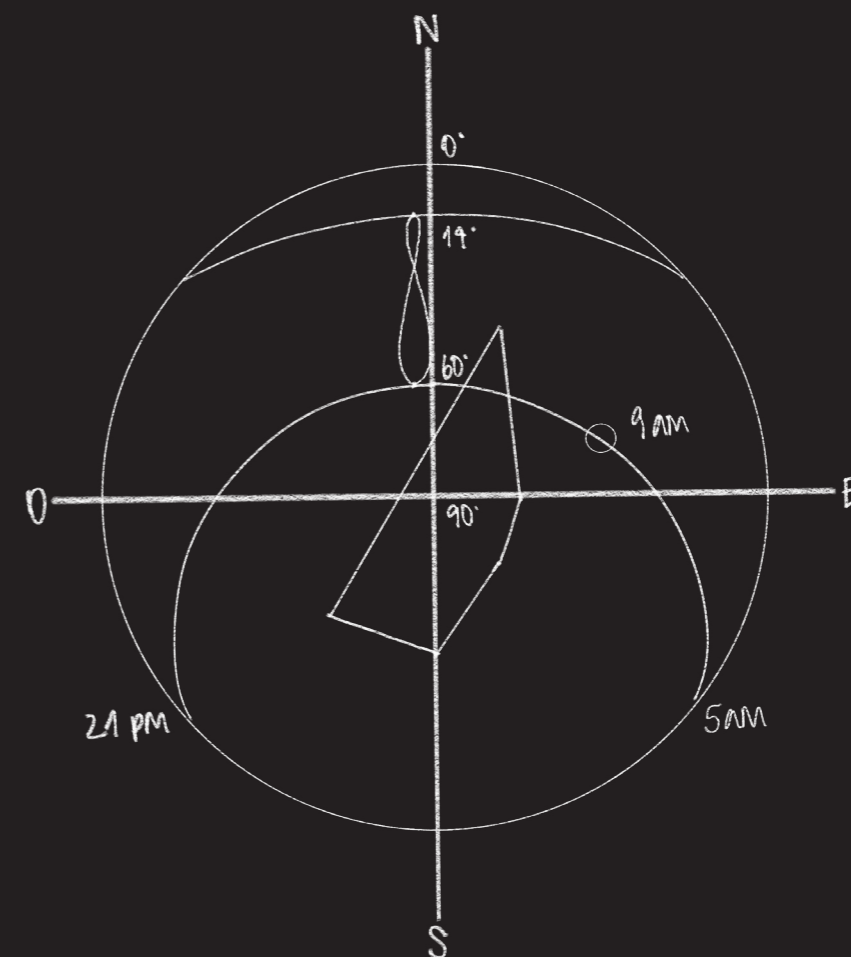
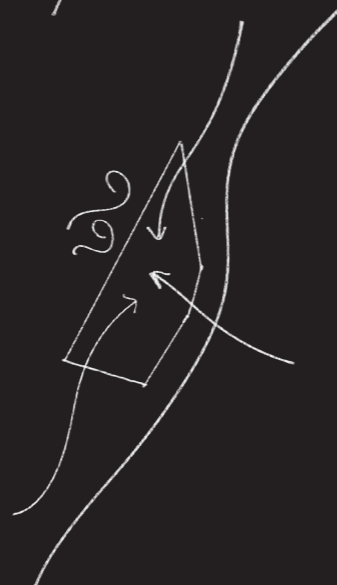
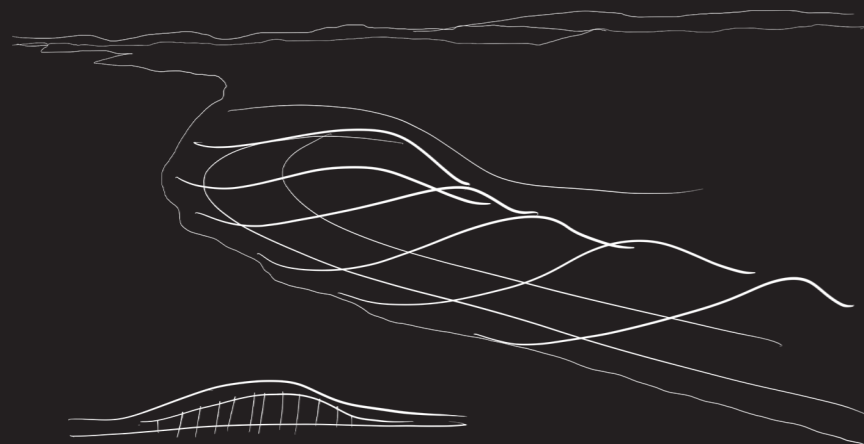
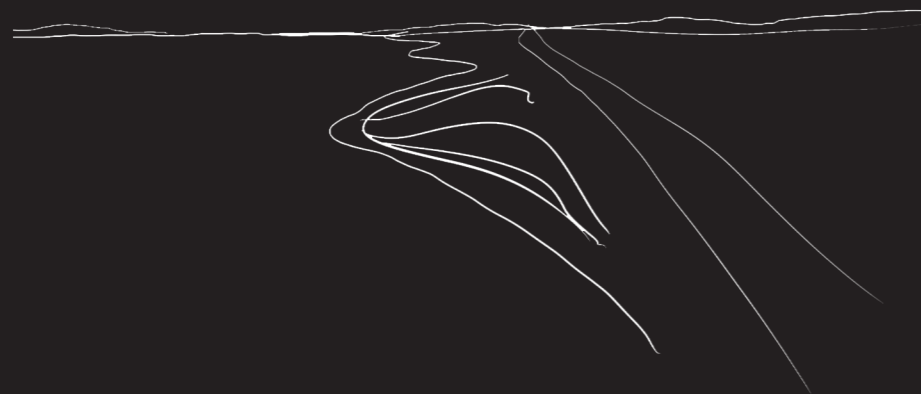
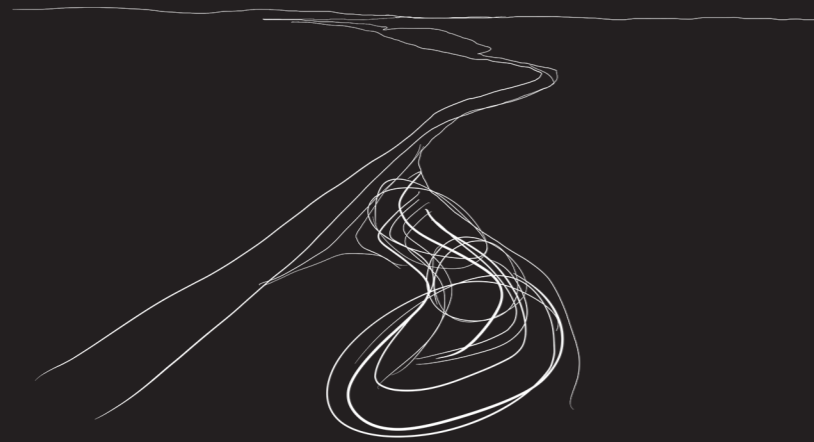


Figura 44. Estrategias de Diseño. (2023). Croquis. Elaboración propia.



Innovación

La evolución del diseño se ha expandido más allá de los métodos tradicionales. En la era de la digitalización y la inteligencia artificial (IA), se abre un abanico de posibilidades infinitas, catalizando la imaginación y materializando visiones que podrían haber permanecido efímeras o incluso inalcanzables.

En este proyecto, el uso de tecnologías se convierten en una herramienta esencial. El diseño y la generación de imágenes a través de la inteligencia artificial conforman un puente entre lo conceptual y lo tangible, abriendo una nueva dimensión para la exploración creativa.

La estrategia implementada permite la iteración rápida y eficiente, convirtiendo ideas complejas en formas visuales accesibles. Las representaciones generadas por IA no solo ayudan a visualizar ideas, sino que también pueden generar nuevas, proporcionando una interpretación innovadora de los conceptos y redefiniendo constantemente los límites de lo posible.

El ejercicio consistió en una práctica dual: por un lado, la creación de croquis a mano, una expresión táctil y emocional de ideas y conceptos preliminares; y por otro, la formulación de *prompts* (instrucciones) escritos en inglés, descomponiendo pensamientos conceptuales en componentes entendibles para una inteligencia artificial. A partir de la palabra “imagina” (/imagine), se estableció una clara conexión con el proceso humano de diseño y creación.

Para vincular el trabajo personal con el realizado por la máquina, se utilizaron comandos como */blend* para mezclar imágenes, croquis y diferentes ideas, con el objetivo de experimentar nuevas posibilidades. Se utilizó Midjourney, una herramienta de IA, para generar una serie de imágenes que oscilaban entre lo abstracto y lo hiperrealista, generando composiciones singulares e imprevistas.

Esta metodología va más allá de lo puramente visual, creando una sinergia entre la sensibilidad humana y el poder computacional, dando lugar a un flujo de ideas que expande el horizonte de posibilidades de diseño. Cada imagen generada podía revelar nuevas direcciones y perspectivas, transformando la inteligencia artificial en un interlocutor en el diálogo del diseño.

En la intersección de la tecnología y el arte, se encuentra una estrategia de diseño dinámica y en constante evolución, que redefine lo que es posible y anticipa el futuro del diseño arquitectónico.

Prompt

/imagine award winning aerial photography of a innovation centre in the style of Zaha Hadid in the magallanes region in Chile, hyper realistic, 8K, pacific ocean and mountains in the bakground, beautiful landscape, cinematic photo with vignetting, natural lighting

**Instrucción**

/imagina fotografía aérea premiada de un centro de innovación al estilo de Zaha Hadid en la región de Magallanes en Chile, hiperrealista, 8K, océano pacífico y montañas en el fondo, hermoso paisaje, foto cinematográfica con viñeta, iluminación natural

Prompt

/imagine an innovation centre beside the shore of the Strait of Magellan, breathtaking curves, inspired in the wind, natural elements, by Zaha Hadid and Tadao Ando and Frank Gehry and Norman Foster and Santiago Calatrava

**Instrucción**

/imagina un centro de innovación junto a la costa del Estrecho de Magallanes, con impresionantes curvas inspiradas en el viento y los elementos naturales, por Zaha Hadid, Tadao Ando, Frank Gehry, Norman Foster y Santiago Calatrava.

Instrucción

/mezcla [croquis] + [imagenes de Serie 1 y 2]

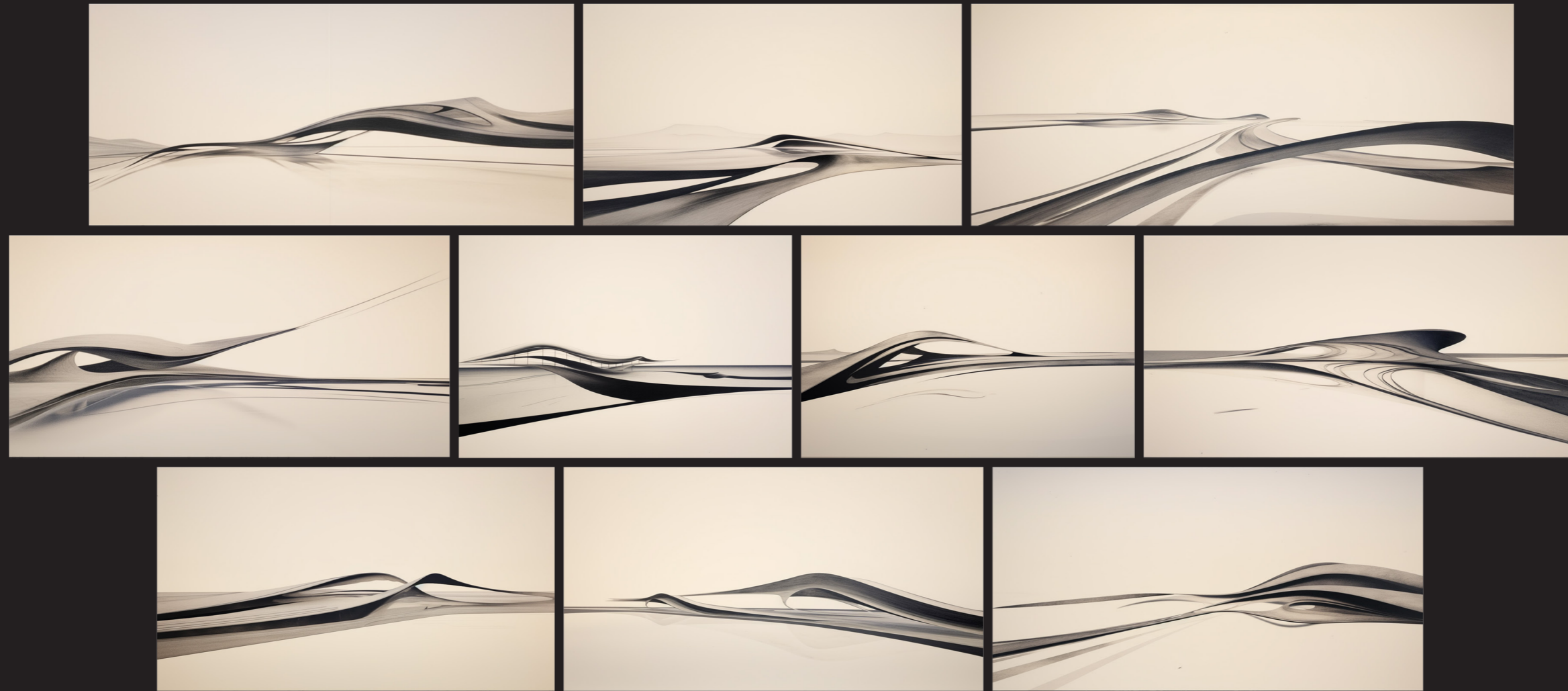


Prompt

/blend [sketches] + [images from 1st and 2nd Series]

Instrucción

/mezcla [croquis] + [imagenes de Serie 2 y 3]



Prompt

/blend [sketches] + [images from 2nd and 3rd Series]

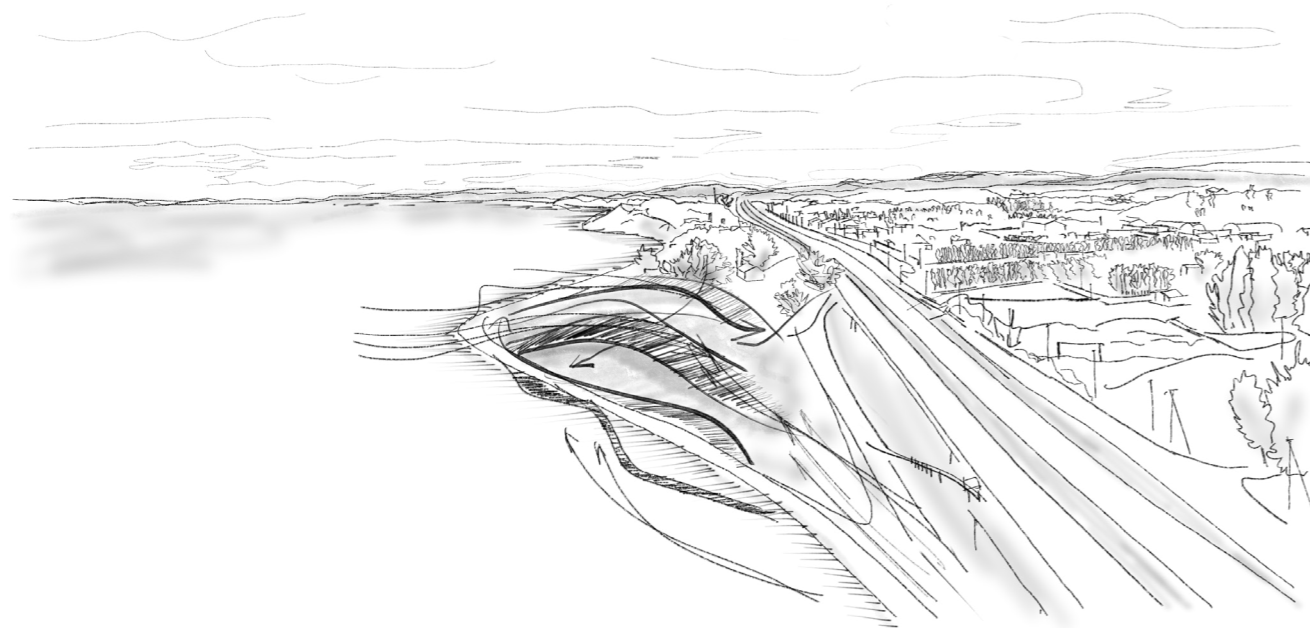


Figura 50. Centro de Innovación de Hidrógeno Verde (CI-H2V). (2023). Croquis. Elaboración propia.

Conclusión

A lo largo de la investigación, se pudo apreciar cómo la experiencia personal se entrelazaba intrínsecamente con el estudio en profundidad del problema en Magallanes. El viaje a **Punta Arenas** y la creación de **croquis** a mano facilitaron una inmersión emotiva y estrecha con el entorno. Asimismo, el acto de tomar **fotografías** permitió documentar y entender con mayor precisión la esencia única del lugar. Al mismo tiempo, la **inteligencia artificial** actuó como una herramienta invaluable para materializar y profundizar en las ideas y conceptos, estableciendo un dinámico diálogo interno que facilitó la visualización del proyecto desde sus primeras etapas.

El recorrido de este proceso de investigación ha sido inmensamente enriquecedor. Los intercambios de **ideas**, las **entrevistas** y cada **conversación** han proporcionado valiosos aprendizajes y han ampliado las perspectivas del proyecto. La participación en el **primer congreso de H2V en Chile, Hyvolution**, fue un hito importante, generando oportunidades y estableciendo valiosos contactos con organizaciones clave en el desarrollo del hidrógeno verde en el país.

Al viajar a Magallanes, sumergirse en su paisaje imponente y experimentar la fuerza de los vientos, se obtuvo una **comprensión más profunda** de la magnitud y el potencial de las energías renovables y, a su vez, la necesidad de que exista un **gran espacio colaborativo de H2V en la región**. Este acercamiento directo junto a las **charlas con la gente local**, ha permitido que las ideas florezcan y se materialicen de manera diferente.

Con el cierre de esta primera fase de investigación, se marca el inicio de un camino prometedor. Las próximas etapas abren un horizonte lleno de expectativas, con la anticipación de seguir colaborando con la Gobernación Regional de Magallanes, CORFO y la Municipalidad de Punta Arenas, entre otras instituciones y organizaciones. Se espera que esta iniciativa, en su confluencia de diseño arquitectónico, sustentabilidad e innovación, sea una contribución significativa al desarrollo del hidrógeno verde en la región y, a su vez, una propuesta inspiradora para la arquitectura sostenible a nivel nacional y global.

Bibliografía

Entrevistas a Pamela Valdivia, Humberto Vidal, Solange Arias (realizadas de manera online y presencial en Punta Arenas).

Bavarian Representative Offices for the Americas. (2023, junio 20-22). *“Innovation and Technology Towards a Smart & Circular Economy in the Americas. Challenges & Opportunities from Alaska to Patagonia”*. Bavarian Green Technologies Congress.

Biblioteca Congreso Nacional. (2020). *“Desarrollo del Mercado de H2 Verde en Chile”*. https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/29024/1/BCN_Desarrollo_del_mercado_de_H2_verde_en_Chile.pdf

Bosshard, R., Ruz, X., Silva, F. et al. (2023, junio 30). *“Medioambiente y Comunidades”*. En Guzman, R. (Moderador). Cadena de Valor en el Hidrógeno. Hyvolution Chile, Metropolitan Santiago, Convention Center & Events, Santiago de Chile.

Chile Es Tuyo. (s/f.). *“Region de Magallanes y la Antártica Chilena. Puerta de Entrada al Continente Blanco”*. <https://chileestuyo.cl/regiones/region-de-magallanes-y-antartica-chilena/>

Chile Es Tuyo. (s/f.). *“Region de Magallanes y la Antártica Chilena. Punta Arenas - Estrecho de Magallanes”*. <https://chileestuyo.cl/destino/punta-arenas-estrecho-de-magallanes/>

Gligo, N. (2003). *“La Batalla por los Bosques de Tierra del Fuego”*. Ediciones Byblos.

Gobierno Regional de Magallanes y de la Antártica Chilena. (2022, diciembre 19). *“Con mapa de sensibilidad de hidrógeno verde en Magallanes, se inicia la hoja de ruta del programa transforma regional”*. <https://www.goremagallanes.cl/wordpress/con-mapa-de-sensibilidad-de-hidrogeno-verde-en-magallanes-se-inicia-la-hoja-de-ruta-del-programa-transforma-regional/>

Hentzchel, F. (2022, junio). *“Green Hydrogen Production: A new industry in Chile”*. CORFO.

H2 Chile. (2023, junio 14). *“Chile firma acuerdos con la UE para promover el desarrollo del hidrógeno renovable”*. <https://h2chile.cl/chile-firma-acuerdos-con-la-ue-para-promover-el-desarrollo-del-hidrogeno-renovable/>

H2 Chile. (2020, abril 23). *“Chile, el campeón oculto del hidrógeno: una historia de reivindicación económica chilena”*. <https://h2chile.cl/chile-el-campeon-oculto-del-hidrogeno-una-historia-de-reivindicacion-economica-chilena/>

IRENA. (2021). *“Perspectivas de la Transición Energética Mundial”*. <https://www.irena.org/publications/2021/Jun/Perspectivas-de-la-transicion-energetica-mundial#:~:text=La%20inversión%20en%20la%20transición,durante%20el%20período%20hasta%202050.>

Ministerio de Energía de Chile. (2023). *“¿Que es el Hidrógeno Verde?”*. <https://energia.gob.cl/h2/Qué-es-el-hidrógeno-verde>

Ministerio de Energía de Chile. (2023). *“Estrategias”*. <https://energia.gob.cl/h2/Estrategia>

Ministerio de Energía de Chile. (2023). *“Más Información”*. <https://energia.gob.cl/h2/Más%20Información>

Ministerio de Energía de Chile. (2023). *“Resumen Hoja de Ruta. Mesa Regional de Hidrógeno Verde Magallanes - Programa Transforma Regional Hidrógeno Verde Magallanes. Etapa Implementación - Año 1”*. https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/resumen_hoja_de_ruta_programa_transforma_h2v_rev_0.pdf

Municipalidad de Punta Arenas. (2021, septiembre). *“Modificación Plan Regulador Comunal de Punta Arenas”*. https://www.puntaarenas.cl/archivos/Plan_regulador/1_MemoriaExplicativa_revA.pdf

Municipalidad de Punta Arenas. (2011, junio). *“Levantamiento Plan Regulador Intercomunal Punta Areas - Río Verde”*. https://eae.mma.gob.cl/storage/documents/02_1er_IA_PRI_Punta_Arenas.pdf.pdf

Observatorio Laboral SENCE. (2021). *“Hidrógeno Verde en la Región de Magallanes y de la Antártica Chilena”*. <https://observatorionacionalapi.sence.cl/dl/reportes-1646920230551.pdf>

Olivari, J., Lindsay, T., Parra, R. et al. (2023, junio 30). *“Innovación y Desarrollo en el Hidrógeno Verde”*. En Angulo, M. (Moderador). Cadena de Valor en el Hidrógeno. Hyvolution Chile, Metropolitan Santiago, Convention Center & Events, Santiago de Chile.

Pardow, D., Flies, J., Díaz, R. et al. (2023, junio 28). *“Estrategia Nacional del Hidrógeno Verde: Chile y sus Territorios”*. En Kulka, M. (Moderador). Día de las Políticas Gubernamentales. Hyvolution Chile, Metropolitan Santiago, Convention Center & Events, Chile.

Plett, E., Quezada, C., Ávalos, V. et al. (2023, junio 28). *“Capital Humano”*. Cadena de Valor en el Hidrógeno. En Dominguez, C. (Moderador). Hyvolution Chile, Metropolitan Santiago, Convention Center & Events, Santiago de Chile.

Smink, V. (2021, marzo 31). *“Hidrógeno Verde: 6 países que lideran la producción de una de las energías del futuro (y cual es el único latinoamericano)”*. BBC. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-56531777>

Universidad de Chile. (2022). *“Cuadernos de Beauchef. Ciencias, Tecnología y Cultura. Vol. 6 Núm. 2. Experiencias en educación en ingeniería. Extracto de texto de A. Weil: Veintiuno Real. Juego de palabras. Narrativa arquitectónica para el siglo XXI (Páginas 165-178)”*.

Wasserscheid, P. (2022, junio 10). *“Hydrogen in Bavaria. Introduction to H2.B, Hydrogen Alliance Bavarian Hydrogen Strategy”*. Bavarian Ministry of Economic Affairs, Regional Development an Energy.

Weil, A. (2020). *“BIM 11D Modelar Edificios Vivos. Analema de la Patagonia”*.

Zitzewitz, E. (2021, octubre 6). *“Goals of the German Nacional Hydrogen Strategy”*. Federal Ministry for Economics Affairs and Energy.

4e Chile. (2021, septiembre 13). *“Condiciones y Oportunidades para el Comercio de Hidrógeno Verde desde Chile a Alemania y Japón”*. <https://4echile.cl/publicaciones/condiciones-y-oportunidades-para-el-comercio-de-hidrogeno-verde-desde-chile-a-alemania-y-japon/>



- **Efectos o impactos de la propuesta de ampliación y/o extensión hacia el norte**

A partir de lo anterior, es necesario destacar las principales diferencias entre un suelo regulado por versus la actual condición de área rural o en su defecto, regulado serían las siguientes:

1. Los principales caminos de acceso y conectividad del sector pasan a ser vialidad estructurante (a través de una Declaratoria de Utilidad Pública), lo que implica normalizar anchos mínimos entre Líneas Oficiales de 20 metros, a diferencia del ancho promedio de entre 7 a 10 metros de la mayoría de las rutas existentes, gran parte de los cuales están en manos de privados, y por tanto constituyen servidumbres de paso de la subdivisión original.
2. Ya no será posible generar parcelaciones de 5.000 m² (0,5 ha) aprobadas al amparo del DL 3.516. En respuesta a esto, se podrán establecer subdivisiones prediales de entre 1.500 a 2.500 m², reguladas a través de la normativa propuesta para esta nueva zona de extensión urbana.
3. Tampoco será posible aprobar “cambios de usos de suelo” según lo permite el Art. 55 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones, el cual permite construir prácticamente cualquier actividad, con exigencias mínimas o nulas de edificación y urbanización.
4. Por el contrario, los proyectos se regularán por las mismas exigencias normativas que establece un PRC en cuanto a:
 - a. Usos de suelo, en términos de generar condiciones para la provisión de equipamientos, servicios y áreas verdes de uso público. Lo anterior, en respuesta a la ausencia de estos usos en el área rural actual.
 - b. Condiciones urbanísticas de edificación (alturas, Coeficientes de Constructibilidad, Ocupación de Suelo, densidades máximas, distanciamientos, etc.)
5. En términos de usos de suelo, incompatibles con las áreas urbanas y de extensión urbana, en particular aquellas zonas que permiten la actividad residencial, se podrán prohibir, por ejemplo, las actividades productivas asociadas a la extracción de áridos, que, como ya se dijo, son altamente incompatibles con la vivienda, determinando un área industrial específica, como ampliación del sector hoy habilitado para el desarrollo de estas actividades.
6. Prohibir la ocupación y edificación sobre áreas de riesgo por inundación y anegamiento, así como aquellas que es necesario preservar en su condición natural y que forman parte del paisaje natural del sector. En cuanto a las áreas de riesgo definidas, se encuentran áreas de inundación por desborde las que se asocian a los principales cursos de agua del sector (estero Bitsh, río Seco y río Chabunco).



- **Resultados recogidos los ciclos de participación ciudadana, en relación con esta propuesta de ampliación/extensión**

Frente a la propuesta de **extender el límite urbano hacia el norte de la ciudad**, a lo largo del borde costero y la Ruta 9, hasta Río Seco y sobre la base de los antecedentes presentados en este ciclo, los actores opinaron que:

- Opinión general: se acoge la propuesta con el argumento de que se reconoce la necesidad de regular un sector que se ha desarrollado al margen de los servicios básicos de una ciudad.
- Del mismo modo, hacia la extensión del PRI propuesta se valora la regularización de las vías y el congelamiento de ciertas actividades productivas tales como las extracciones de áridos, altamente incompatibles con la población residente.
- Respecto a la Ruta 9 en dicho tramo, se opina que se trata del sector de acceso a Punta Arenas, en el sentido de (textual) “*mejorar la primera cara visible de la ciudad*”.
- Se opinó que deben marginarse del sector oriente de la ruta 9 las industrias y talleres peligrosos o contaminantes.
- Se opinó complementar la microzonificación en torno a los pequeños asentamientos existentes con áreas verdes de uso público.
- Se considera necesario complementar con uso residencial la zona mixta y de actividades productivas en torno a la ruta 9. En este caso la propuesta debiera contemplar vías caleteras a la ruta 9.
- Se opinó que la propuesta de nueva área urbana colabora en la regularización de los terrenos pues otorga la posibilidad de subdividir (títulos de dominio).
- Contemplar una ruta paralela a la ruta 9 hacia el poniente que relacione los sectores altos.



Tabla 3-8.
Matriz de Relación Ambiental
Componentes Ambientales y Zonas de la Propuesta de Planificación

Medio	Componente	Zonas Urbanas Desarrollables										Área Rural Regulada	Áreas Restringidas o Excluidas al Desarrollo Urbano	
		Zona de Desarrollo Prioritario ZEU - 1	Zonas de extensión norte y sur ZEU - 2	Zona de Extensión Industrial exclusiva Cabo Negro - Laredo	Zona de Extensión Urbana Borde Costero ZBC	Parque Intercomunal Ponce	ARR - 1 Agropecuaria Turística	ARR - 2 Interior componentes naturales	ARR - 3 Agropecuaria	Riesgos Naturales	Zonas No Edificables			Protección Oficial
Físico	Aire													
	Agua													
	Suelo	●	●				●	●	●					
Biótico	Flora, Fauna, hábitats													
Paisaje	Flora, Fauna, hábitats													
Humano	Patrimonio													
	Sistemas de vida y costumbres	●	●	●	●		●	●	●					●
	Salud de la población			●		●						●	●	

● Relación directa del componente y zonas o áreas de la Propuesta de Planificación
○ Relación indirecta del componente y zonas o áreas de la Propuesta de Planificación

“Levantamiento Plan Regulador Intercomunal Punta Arenas – Río Verde”
INFORME AMBIENTAL
Julio 2011

3-37

Macroárea de Extensión Urbana

ZONAS	Macroárea de Extensión Urbana	
	ZEU - 2 Zona de Extensión Urbana Norte y Sur de Punta Arenas	ZEU - I Zona de Extensión Urbana Industrial Exclusiva Cabo Negro-Laredo
Uso de Suelo Permitido	RESIDENCIAL: Vivienda, hospedaje, hogares de acogida EQUIPAMIENTO: Científico, Comercio, Culto y Cultura, Deporte, Educación, Esparcimiento, Salud, Seguridad, Servicios y Social ÁREAS VERDES Y ESPACIO PÚBLICO ACTIVIDADES PRODUCTIVAS: Instalaciones de Impacto Similar al Industrial: Talleres: del tipo Inofensivo Almacenamiento: del tipo inofensivo INFRAESTRUCTURA	EQUIPAMIENTO: servicios, exclusivamente de oficinas. REAS VERDES Y ESPACIO PÚBLICO ACTIVIDADES PRODUCTIVAS: Industria: inofensivos, molestos, peligrosos, contaminantes Instalaciones de Impacto Similar al Industrial: inofensivos, molestos, peligrosos, contaminantes INFRAESTRUCTURA
Uso de suelo Prohibido	EQUIPAMIENTO Comercio: Malls comerciales, grandes tiendas, discotecas, bares, cabaret Culto y cultura: teatros, cines. Esparcimiento: casinos y juegos electrónicos ACTIVIDADES PRODUCTIVAS: Industria: todos los tipos Instalaciones de Impacto Similar al Industrial: Talleres: del tipo molestos, peligrosos, contaminantes Almacenamiento: del tipo molestos, peligrosos, contaminantes INFRAESTRUCTURA: Energética y sanitaria del tipo rellenos sanitarios, estaciones de transferencia y similares	RESIDENCIAL: vivienda, hospedaje, hogares de acogida. EQUIPAMIENTO: comercio, culto cultura, seguridad, salud, esparcimiento, deporte, educación, científico INFRAESTRUCTURA: Sanitaria del tipo rellenos sanitarios
Superficie Predial Mínima (m²)	1500	2000
Densidad Bruta Máxima (Hab/Ha)	50	No aplica
Densidad Bruta Promedio (Hab/Ha)	16	No aplica
Sistema de Agrupamiento	A	A
Antejardín Mínimo (m)	5 m	20 m
Distanciamiento Mínimo a Medianero	Art. 2.6.3 OGUC	A todos los deslindes 200 m
Adosamiento a Medianero	Art. 2.6.2 OGUC	No permitidos
Altura de Edificación (metros / pisos)	7 m / 2P	7 m / 2P
Rasante	60° (Art. 2.6.3 OGUC)	60° (Art. 2.6.3 OGUC)
Coefficiente de Constructibilidad	0,2	0,4
Coefficiente de Ocupación de Suelo	0,2	0,4

“Levantamiento Plan Regulador Intercomunal Punta Arenas – Río Verde”
INFORME AMBIENTAL
Julio 2011

ANEXO 1 -3