



FACULTAD DE  
ARQUITECTURA  
Y URBANISMO  
UNIVERSIDAD DE CHILE

# H2V CONECTA

CENTRO DE DIFUSIÓN E INVESTIGACIÓN  
DE HIDRÓGENO VERDE EN PUNTA ARENAS



**Francisca Pérez Vásquez**  
Profesor guía: Manuel Amaya Díaz

Memoria de Título

Universidad de Chile  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Semestre primavera 2023



Universidad de Chile  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Santiago, Chile

## AGRADECIMIENTOS

*A mi familia, que son mi pilar fundamental para cumplir mis metas, a mis amigos, compañeros, profesores y todos quienes han sido parte de mi proceso universitario.*

*A mi profesor guía Manuel Amaya, quien siempre estuvo para apoyarme y orientarme, entregándome las herramientas y correcciones necesarias para el desarrollo del proyecto.*

*A la arquitecta Mariana Rojas, que fue un apoyo indispensable para llevar a cabo este proceso de título.*

*Gracias a todos por la confianza que me han entregado en mis procesos creativos y académicos.*

## ÍNDICE

<b>Capítulo 1. Introducción</b>	6
1.1 Motivaciones Personales	8
<b>Capítulo 2. Antecedentes</b>	10
2.1 Problemática	12
2.2 Objetivos	13
<b>Capítulo 3. Marco teórico</b>	14
3.1 Hidrógeno Verde	16
3.2 Desarrollo de Hidrogeno Verde en Chile	18
3.3 Potencial eólico de Magallanes	19
3.4 Proyectos en Desarrollo	20
3.5 Inspiración: Aspas Aerogeneradores	23
3.6 Actores	24
3.7 Desafíos	26
3.8 Referentes de aplicación arquitectónica	28
<b>Capítulo 4. Localización</b>	30
4.1 Comuna seleccionada: Punta Arenas	31
4.2 Terreno seleccionado	32
4.3 Características del terreno	34
4.4 Enfoque Normativo	37
4.5 Preexistencias del lugar	38
<b>Capítulo 5. Propuesta</b>	40
5.1 Propuesta programática	42
5.2 Planta	44
5.3 Cortes	46
5.4 Estrategias de diseño	48
<b>Capítulo 6. Conclusión</b>	50
<b>Capítulo 7. Referencias bibliográficas</b>	52



# CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

## 1. INTRODUCCIÓN

La población global actual se encuentra bajo un escenario de cambio climático que preocupa, principalmente por el exponencial aumento de emisiones de gases de efecto invernadero que provocan cambios a largo plazo de las temperaturas y los patrones climáticos. Estas emisiones contaminantes son dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y metano (CH<sub>4</sub>), los que son emitidas, en gran parte, por la industria, el transporte, los edificios, la agricultura y el uso del suelo (Naciones Unidas, 2023).

Por ello es importante buscar alternativas para frenar el cambio climático y la emisión de gases contaminantes. Es por esto, que el desarrollo de industrias de Hidrógeno Verde a partir de energías renovables se presenta como una solución a futuro para reducir las emisiones y eliminar el CO<sub>2</sub> de la atmósfera, ya que su combustión no resulta contaminante.

La necesidad de avanzar hacia un futuro sostenible a nivel regional, nacional e internacional se encuentra en la ciudad de Punta Arenas, capital regional de Magallanes y la Antártica Chilena. La localidad más austral de Chile, con una población estimada de 145.000 habitantes y 17.846 km<sup>2</sup> de superficie, podría convertirse en el corazón de la transición mundial hacia el uso de energías renovables, territorialmente preparada para recibir el denominado "combustible del futuro".

Este proyecto nace como un desafío para la arquitectura y la academia, integrando todas las necesidades público-privadas en torno a la producción de Hidrógeno Verde. El diseño de una edificación que da respuesta a los requerimientos de la comunidad y de los avances energéticos a nivel global, representan una fuente de ingresos y desarrollo regional sostenible clave para la transmisión energética, puesto que indudablemente generará cambios sociales, culturales, territoriales y económicos para Magallanes.

*"requiere acelerar su posicionamiento estratégico para convertirse en un polo mundial de desarrollo de la economía del hidrógeno renovable, siempre manteniendo un equilibrio con su ecosistema local, social y medioambiental"* - Asociación Chilena de Hidrógeno (Peña, 2022).

Para ello es fundamental contar con un Centro de Difusión e Investigación en la Planta Piloto de producción de Hidrógeno Verde en Punta Arenas, porque este proyecto tomara un rol articulador entre diversos actores para el correcto funcionamiento y desarrollo de una industria que falta por conocer y delimitar variables, en este sentido se requiere un proceso de coordinación regional y nacional para contribuir a una industria que aporte a la lucha contra el cambio climático y además le entregue un sentido de pertenencia a la comunidad Magallánica.





## 1.1 MOTIVACIÓN PERSONAL

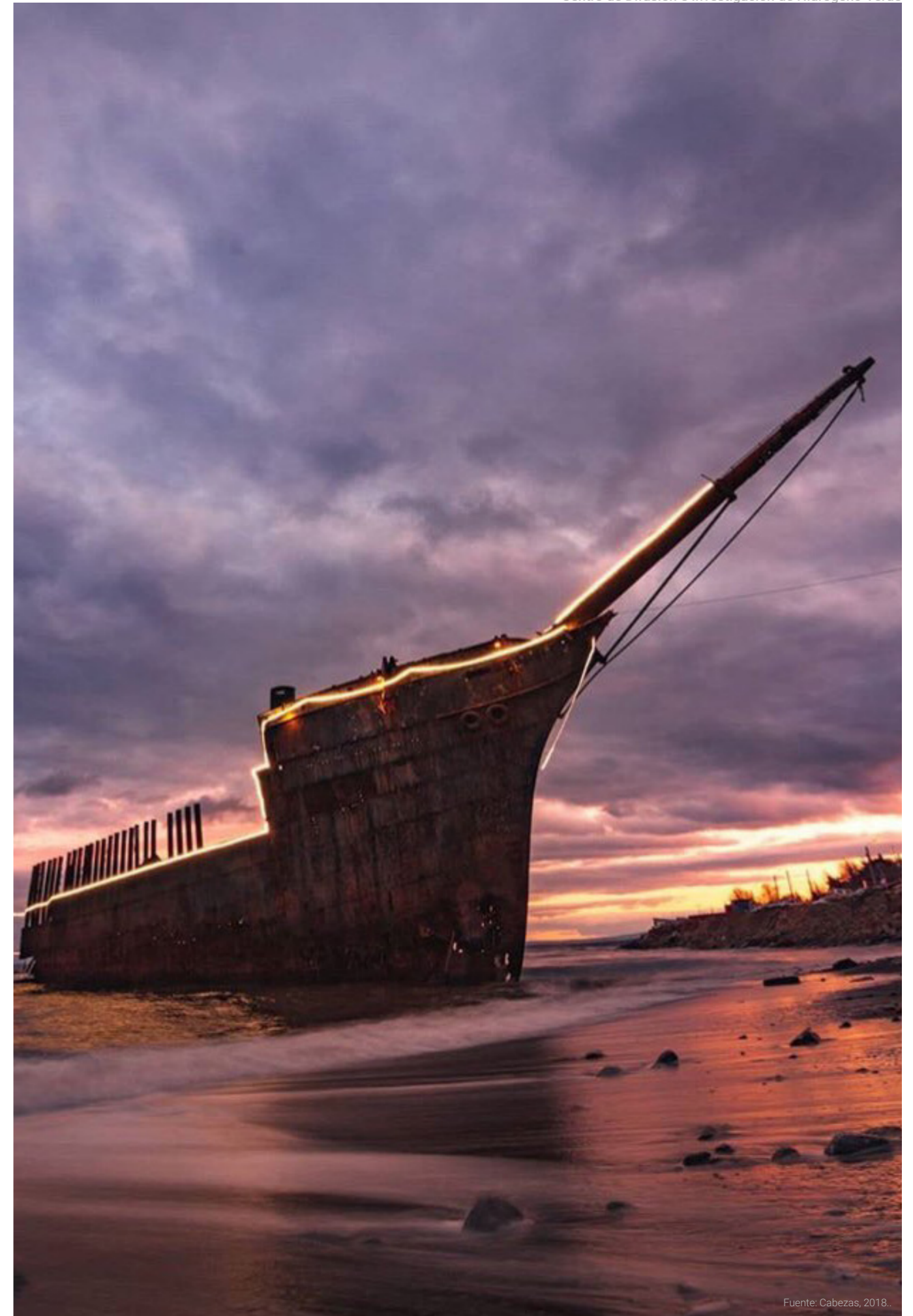
Esta investigación surge con una motivación personal de trabajar en mi ciudad natal Punta Arenas, la cual presenta problemáticas, en términos arquitectónicos, que son de mi interés. La comunidad magallánica se caracteriza por su identidad y sentido de permanencia y al estudiar fuera, me ha marcado mucho más.

Por ello en la búsqueda de trabajar en las necesidades de mi ciudad, me cuestioné sobre los avances y crecimientos de la producción de Hidrógeno Verde, una temática que me parece muy interesante, por su compromiso en términos regionales y globales, por lo que es importante para mí ser parte de estos nuevos procesos que involucran a distintos actores y que desde la arquitectura se puedan articular en la planificación de la industria.

Igualmente, al nacer y vivir muchos años en Punta Arenas, he sentido y presenciado cómo afecta la condición climática ventosa a la comunidad y arquitectura local. Por lo que, es sumamente relevante tomar el potencial eólico de la región desde otro lado, no como algo negativo sino como una posibilidad de desarrollo a futuro.

Desde mi perspectiva como magallánica, es muy importante analizar la ciudad a futuro, como la habitaremos y como desde la profesión integramos nuevos conocimientos para fomentar una industria con bajo impacto ambiental y que contribuya a la sociedad en términos económicos, sociales y de representación ciudadana, avanzando en un camino guiado por la sustentabilidad.

Además, desde mi experiencia reafirmo mi compromiso con el trabajo territorial de la zona, puesto que he crecido en el sector de Cabeza del Mar, aledaño a la actual Planta Piloto de Hidrógeno Verde y creo que es necesario contribuir en estas temáticas.



Fuente: Cabezas, 2018.



## CAPÍTULO 2. ANTECEDENTES

La necesidad de hacer parte a la comunidad de los nuevos procesos industriales en búsqueda de la descarbonización y transmisión energética son fundamentales para cumplir los objetivos de desarrollo regional. En la actualidad existe mucha desinformación y dudas respecto a lo que se viene en materia de Hidrógeno Verde y de cómo esto podría impactar en términos territoriales, sociales y económicos, por ello es importante generar un proyecto de arquitectura que abra una puerta para las nuevas tecnologías en el fin del mundo, Punta Arenas.





## 2.1 PROBLEMÁTICA

Para este proyecto se evidencia una problemática global a gran escala como lo es el cambio climático y la contaminación por emisiones de gases de efecto invernadero, lo cual deriva en un problema local en relación al desarrollo de alternativas para frenar estas condicionantes. Por lo que, es inminente fomentar la transición energética y la carbono neutralidad en el mundo, es ahí donde Chile juega un papel fundamental para el desarrollo de una industria basada en energías limpias.

Chile y sus infinitas cualidades territoriales presentan una oportunidad de desarrollo en búsqueda de generar combustibles desde energías renovables, debido al emplazamiento estratégico del país, tanto comercial, como ambiental y las posibilidades climáticas que varían desde la inmensa capacidad solar en el norte desértico y la capacidad eólica de los fuertes vientos de la Patagonia.

Por ello se debe con prontitud acercar a la comunidad al conocimiento de este tipo de industrias de Hidrógeno Verde y el aporte que puede significar para el desarrollo de ciencia, tecnología, conocimiento e innovación. Es importante ser parte de estos nuevos procesos e incentivar la participación en el desarrollo de energías renovables desde la formación, la sustentabilidad y la generación de conocimiento con perspectiva territorial.

En relación a esto la ciudad de Punta Arenas, Región de Magallanes y la Antártica Chilena cuenta con un escenario natural donde el clima se caracteriza por los fuertes y constantes vientos, contando con una capacidad de energía eólica destacable a nivel global, por ello, es fundamental ver en esta condición climática como una oportunidad para la generación de Hidrógeno Verde y sus derivados.

Por lo tanto, es necesario contar con una Planta Piloto de investigación con el objetivo de difundir e informar sobre el desarrollo de Hidrógeno Verde, que cuente además con un proyecto sustentable, que busque incentivar e innovar en torno a las fuentes renovables, es decir, la transición a la alimentación eléctrica. Es importante que desde la arquitectura se trabajen espacios que potencien el desarrollo de estas nuevas tecnologías y que además hagan parte a la comunidad por medio de la interacción, información y diálogo con los diversos actores en estas temáticas que buscan soluciones verdes para el mundo.

## 2.2 OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

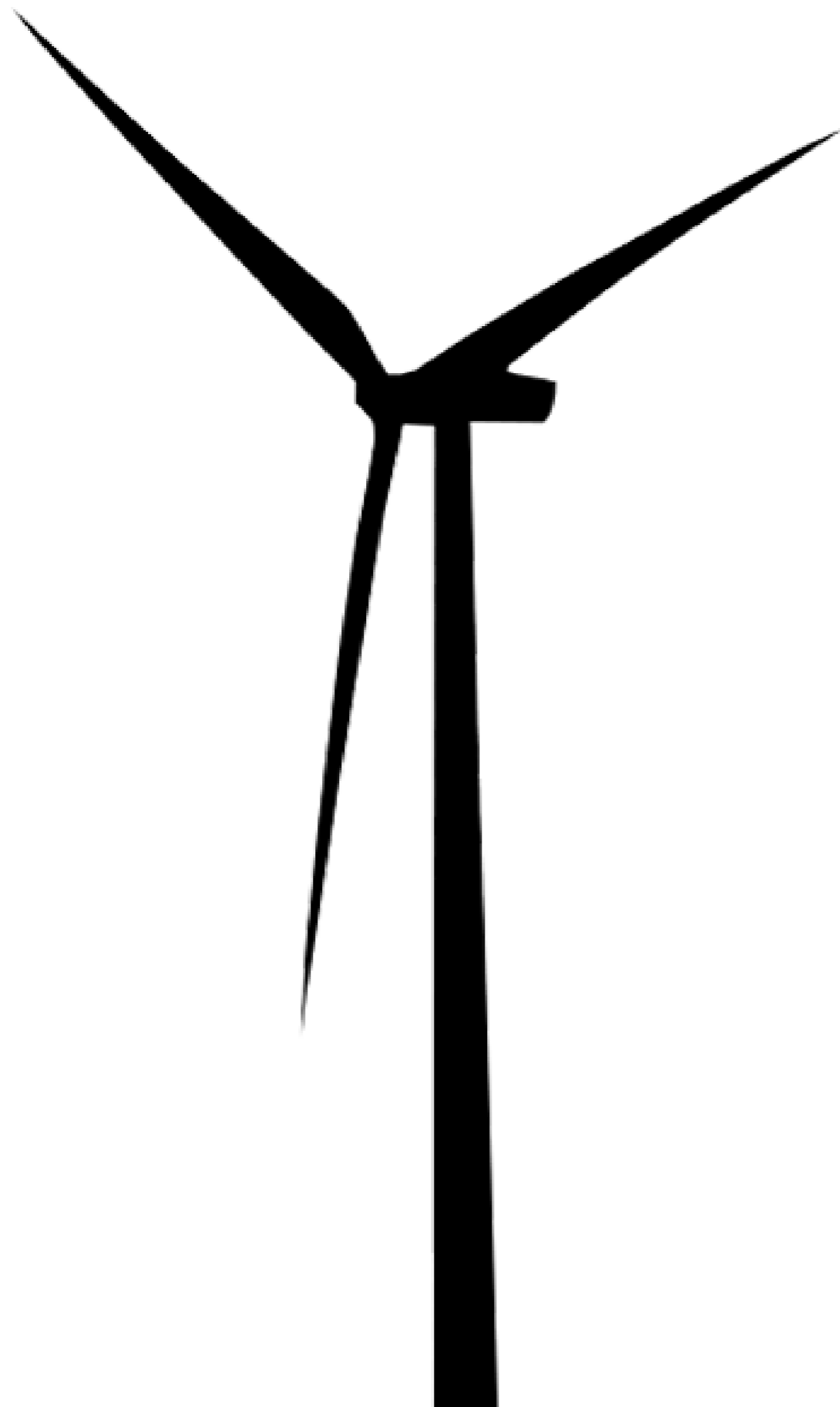
Desarrollar una propuesta de edificación que fomente la difusión e investigación de la producción de Hidrógeno Verde en Punta Arenas considerando las condiciones climáticas ventosas de Magallanes.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

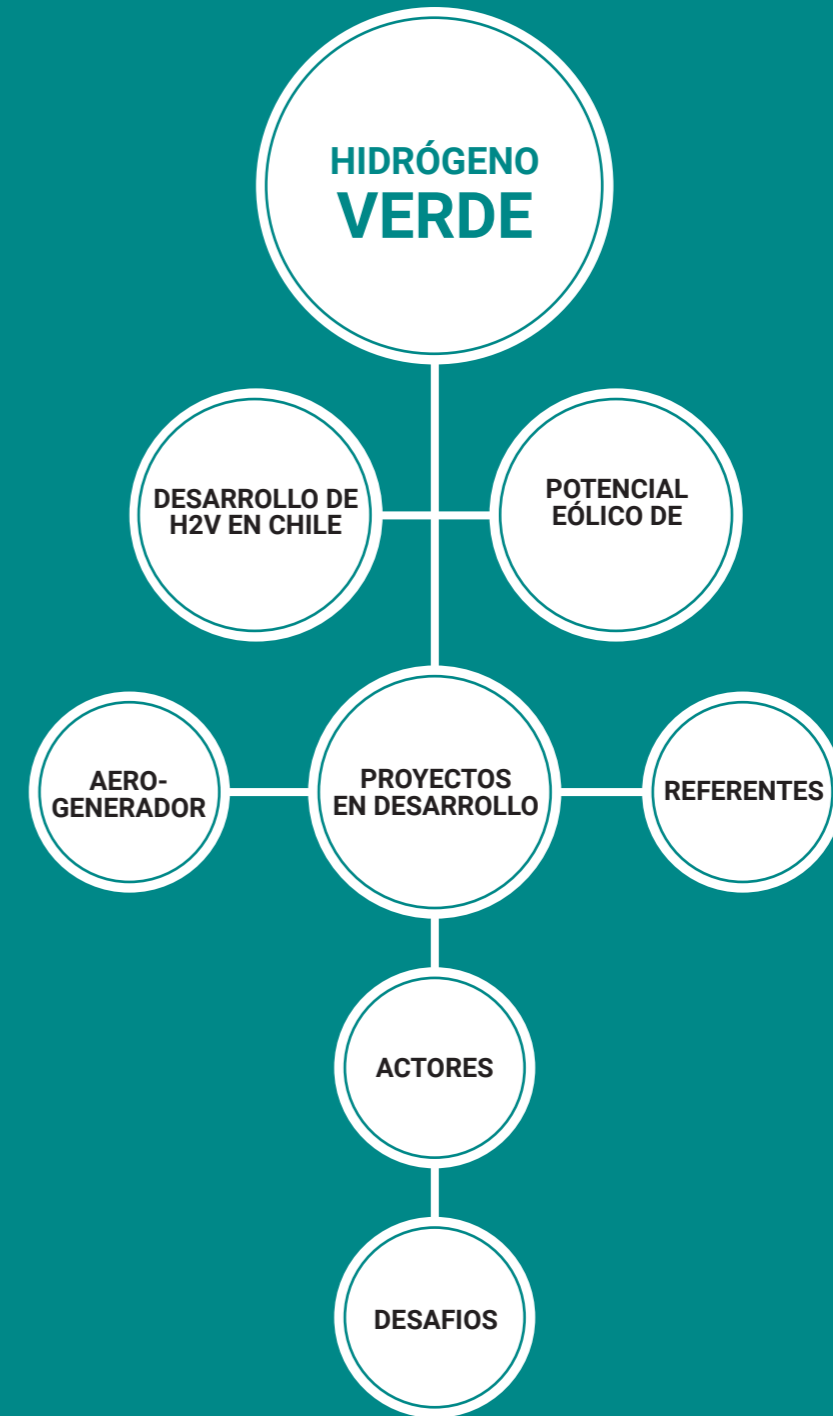
1. Difundir e investigar el desarrollo del Hidrógeno Verde a nivel comunal, nacional e internacional.
2. Comprender los impactos energéticos y medioambientales de la obtención de Hidrógeno Verde en términos territoriales y productivos.
3. Reconocer y caracterizar la extensión urbana territorial de Magallanes, donde se emplaza el proyecto para integrar las necesidades programáticas al entorno inmediato.
4. Generar un proyecto que promueva la interacción y el diálogo entre los diversos actores y usuarios para el desarrollo de la investigación, acompañamiento, extensión y divulgación del Hidrógeno Verde en la Región.



# CAPÍTULO 3. MARCO TEÓRICO



El marco teórico que se desarrolla para esta investigación presenta los conceptos fundamentales para la comprensión de la problemática a nivel regional, nacional e internacional referente a la producción de Hidrógeno Verde, su industria y los aspectos a trabajar a futuro, los cuales responden a las necesidades de una comunidad con características propias y complejas por sus condiciones geográficas y climáticas específicas.





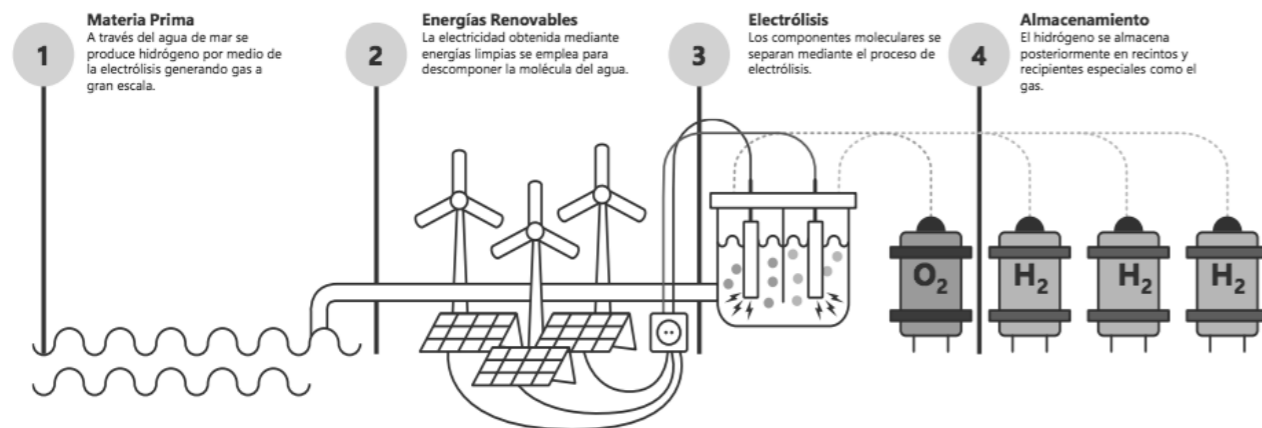
### 3.1 HIDRÓGENO VERDE

El hidrógeno (H) es el primer elemento de la tabla periódica. Es el elemento químico más ligero que existe, formado por un protón y un electrón. En condiciones naturales se encuentra en estado gaseoso (H<sub>2</sub>), es insípido, incoloro e inodoro (Centro Nacional del Hidrógeno, 2023).

Constituye aproximadamente el 75% de la materia de la tierra combinado con otros elementos como el oxígeno que forman el agua. Sin embargo, este no es un combustible que se pueda extraer directamente desde la naturaleza, sino que debe pasar por un proceso de producción para obtenerlo como vector energético.

El hidrógeno se distingue por distintos colores, entre ellos azul, gris, blanco, negro, entre otros. Pero el más relevante para avanzar hacia la transición energética y la descarbonización, es el verde, el que se obtiene de fuentes renovables (Fuentes, 2023).

#### Proceso de obtención del Hidrógeno Verde:

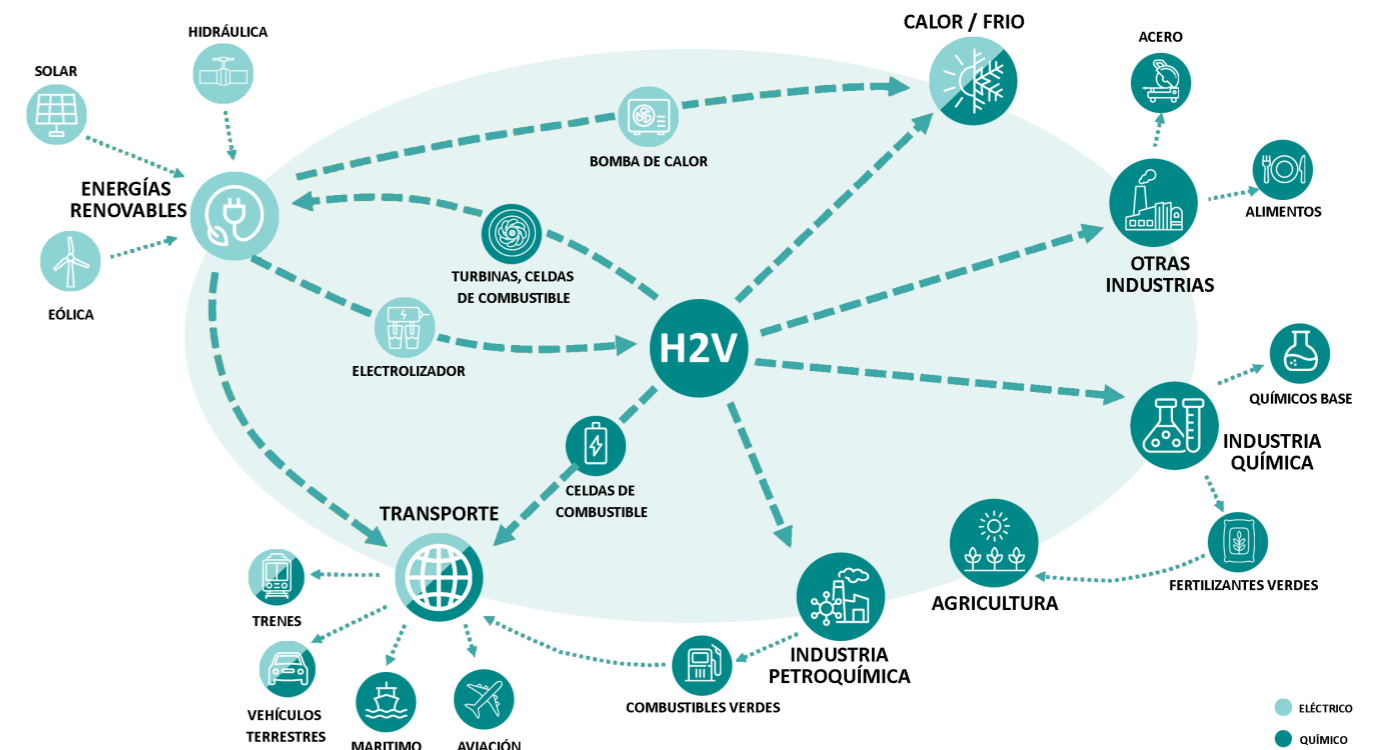


Para dividir las moléculas en hidrógeno y oxígeno, se hace pasar corriente eléctrica a través del agua en un electrolizador. La energía generada alimenta la red nacional, el hidrógeno se capta, almacena y transporta para ser utilizado en células de combustible con cero emisiones de carbono, o se combinan con dióxido de carbono para hacer amoníaco sintético para fertilizantes o metanol como sustituto de la gasolina (Bartlett, 2022).

Los e-Combustibles se fabrican utilizando electrolizadores alimentados con energía renovable para separar el hidrógeno del oxígeno en el agua. El hidrógeno verde se utiliza junto con dióxido de carbono reciclado para producir combustibles neutros en carbono, químicamente equivalentes a los que se utilizan hoy, por lo que pueden incorporarse a los motores existentes sin ninguna modificación (Lawrence, 2023).

El hidrógeno verde tiene múltiples posibilidades de aplicación, demostrando el potencial uso que podría llegar a tener en el futuro. Se caracteriza por ser un portador energético y puede ser utilizado para fabricar productos limpios, en la industria petroquímica y química, agricultura, transporte, entre otros.

#### Usos del Hidrógeno Verde:



Fuente: Elaboración propia en base a Ministerio de Energía, 2020.

Dentro de los nuevos avances científicos en búsqueda de un futuro sostenible, el hidrógeno verde es una herramienta fundamental para lograr la descarbonización del sistema energético a nivel global, ya que se produce por medio de fuentes renovables y su consumo final es la alimentación eléctrica en ámbitos como el transporte, la calefacción, entre otros.

## 3.2 DESARROLLO DE HIDROGENO VERDE EN CHILE

La Agencia de Energía Renovable Internacional estima que para 2050 el hidrógeno representará hasta el 12% de la energía mundial utilizada (Bartlett, 2022). Por su parte Chile se encuentra comprometido en temáticas medioambientales asegurando que se puede alcanzar la carbono neutralidad en 2050, considerando además el potencial de exportación de hidrógeno verde que tiene el país.

### ¿Por qué en Chile?

Chile es un país con alto potencial de generación de energía mediante fuentes renovables, debido a sus destacadas condiciones climáticas ventosas y los bajos precios de la electricidad y tiene un potencial muy alto para la producción, exportación y uso local de hidrógeno verde en comparación internacional. Además, las exportaciones en forma de combustibles líquidos son la mejor forma de aprovechar la energía eólica, fácilmente disponible en Magallanes (Siemens Energy, 2020).

*"Tanto el sector público como el privado deben definir los límites y las formas en que se desarrolle la industria de manera sostenible" - Ministerio de Energía de Chile.*

Mediante una combinación de fondos públicos y privados, la inversión total de Hidrógeno Verde y sus derivados podría llegar a los 45.000 millones de dólares para 2030 y 330.000 millones de dólares para 2050.

Chile en el marco de su Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde tiene como objetivo producir el hidrógeno más barato del mundo y convertir al país en uno de los principales exportadores de hidrógeno verde y sus derivados (Newsroom Porsche, 2021).

## 3.3 POTENCIAL EÓLICO DE MAGALLANES

Existen muchas formas de habitar a lo largo del país, pero en condiciones climáticas muy distintas. Punta Arenas a lo largo de la historia siempre ha registrado fuertes vientos, en donde sus habitantes están acostumbrados a una condición austral que marca máximas de viento de hasta 120 km/h, por lo que la población se prepara para soportar estos eventos climáticos como, por ejemplo, la incorporación de cuerdas en las calles para que las personas se sostengan al caminar, entre otras medidas. Es una región que se encuentra totalmente caracterizada por su condición climática ventosa, en todos los aspectos del habitar.

La ventajosa posición geográfica del país y las condiciones climáticas, representan para Magallanes una alta competitividad en términos de energía eólica, puesto que el clima extremo del territorio se concentra en fuertes y constantes vientos aproximadamente 270 días del año, lo que permite que turbinas eólicas (aerogeneradores) funcionen en su máximo rendimiento.

Por lo que el potencial eólico de la región representa un polo de desarrollo inigualable en términos de producción de combustible creado con la constante energía de los vientos provenientes del Estrecho de Magallanes.





### 3.4 PROYECTOS EN DESARROLLO

#### Fase Demostrativa: “Haru Oni: Proyecto Piloto de Descarbonización y Producción de Combustibles Carbono Neutral”



Fuente: HIF Global, 2023.

Haru Oni es la primera instalación de e-Combustible en funcionamiento del mundo, ubicada a 40 km de Punta Arenas. La Planta Piloto de fase demostrativa es una estructura pequeña que apunta a generar 350 toneladas de metanol sintético y 130.000 litros de gasolina por año. Esta producción se planea aumentar a una capacidad de más de 550 millones de litros por año para el 2026.



Inversión total: 74 millones de dolares



Capacidad de los aerogeneradores: 3,4 MW



Producción de e-Combustible: 130.000 l/año



Capacidad del electrolizador: 1,2 MW



Superficie de la planta: 3,7 hectáreas

La planta pertenece a HIF Global, en colaboración con Siemens, Enel Green Power, Gasco, ExxonMobil y Enap, la cual a través de Hidrógeno Verde y CO2 capturado de la atmósfera, es capaz de producir un combustible limpio (e-Combustible) como gasolina neutra en carbono (e-Gasolina) y gas licuado neutro en carbono (e-LG). (HIF Global, 2023).

Actualmente trabajan 205 personas, de las cuales el 86% proviene de Punta Arenas y las demás cambiaron su domicilio permanentemente. El combustible será exportado a Alemania, donde Porsche lo utilizará en sus autos, el cual saldrá en barco por Puerto Mardones, en Punta Arenas (Tapia, 2022).

Los e-fuels fabricados a partir de agua y dióxido de carbono con la ayuda de energía eólica permiten el funcionamiento prácticamente neutral en emisiones de CO2 de los motores de gasolina (Newsroom Porsche, 2022).

#### ¿Qué significa esta producción?

**Es suficiente combustible para permitir que alrededor de un millón de personas conduzcan su automóvil durante un año.**

La e-Gasolina, es compatible con la infraestructura de combustible líquido existente, es decir, será un reemplazo directo de los combustibles fósiles, y no requiere cambiar los motores existentes, aprovechando los sistemas de almacenamiento y distribución actuales. (Cooperativa, 2022).

Un automóvil, un camión o un avión, dotados de un tanque de hidrógeno líquido recargable, podrán moverse mucho más eficientemente que los actuales vehículos eléctricos (Serrano, 2021).

Esto también incluye una fase de uso de CO2 neutral para los futuros modelos totalmente eléctricos. Los combustibles sintéticos complementan la electromovilidad y forman parte de la estrategia de energía sostenible de los fabricantes de autos (Newsroom Porsche, 2022).

#### Empresas colaboradoras



Fuente: Elaboración propia, 2023.

### 3.4 PROYECTOS EN DESARROLLO

#### Fase 1: "Planta de combustibles carbono neutral Cabo Negro"



Fuente: HIF Global, 2023.

Planta química de e-Combustibles para la producción de e-Metanol (CH<sub>3</sub>OH), e-Gasolina y e-GL (gas licuado). La planta se emplazará en Punta Arenas, en el sector de Cabo Negro en una superficie de 57,97 hectareas. Alcanzando una producción máxima de 70.000 ton/año de e-Gasolina y 8.030 ton/año de e-GL. Estos combustibles serán conducidos mediante tuberías hasta el Terminal de Cabo Negro para su exportación, en tanto el e-GL será transportado a través de tractocamiones hacia Puerto Mardones o el destino que corresponda (Chick, 2023).



Central de 325 MW



230.000 toneladas de CO<sub>2</sub> capturadas al año



55 millones de l/año de e-Combustible

### 3.5 INSPIRACIÓN: ASPAS AEROGENERADORES

Uno de los elementos más importantes e imponentes dentro de una Planta de producción de Hidrógeno Verde son las grandes torres de energía eólica, las cuales se ubican a un costado de la Planta para proveer la energía necesaria para el proceso de electrólisis, que separa el hidrógeno del agua.

El aerogenerador está compuesto por torre, góndola, rotor y aspas, y trabaja con tecnología de alto rendimiento y diseño específico para vientos de alta velocidad (Energía Estratégica, 2022). La turbina eólica existente actualmente en la Planta Haru Oni, es de la marca Siemens Gamesa tiene una capacidad de 3,4 MW y será operada por Enel Green Power Chile.

Por medio de la forma de las aspas y su giro, el aerogenerador puede transformar la energía de traslación del viento en energía de rotación y gracias a la Ley de Faraday en energía eléctrica.

La turbina podrá trabajar más de 5.000 horas al año gracias a los constantes vientos de Magallanes, en donde la electricidad producida será de 3,4 MW y alimentará un electrolizador de 1,25 MW (Enel Green Power, 2021).

El aerogenerador de HIF mide 148,5 m de altura: 84 m la torre y las aspas 64,5 m, es equivalente a la altura de la Torre Telefónica o tres veces el hotel Dreams de Punta Arenas (Tapia, 2022).



Fuente: Elaboración propia, 2023.

#### ¿Cuántos aerogeneradores se proyectan instalar a largo plazo?

20 GW de potencia, equivalente aproximadamente a 6.000 torres de aerogeneradores.

#### ¿Existe una distancia mínima para la instalación de aerogeneradores?

1 torre por km<sup>2</sup>, cada aspa necesita 1 hectárea.



### 3.6 ACTORES

Dentro de los nuevos conocimientos y desarrollo de la industria de Hidrógeno Verde, existen diversos actores y usuarios que deben formar parte de la discusión en torno a esta problemática. En la actualidad aún existen muchas dudas e interrogantes en relación a la producción masiva de combustible en la región y de sus diversos impactos en términos sociales, económicos y medioambientales.

*“Potenciales desafíos, que son múltiples en la parte técnica, económica y ambiental, pero también en la parte social que es muy relevante acá en Magallanes, ya que hay que convencer a la comunidad que estos proyectos permitirán un desarrollo desde lo territorial” - Dr. Lorenzo Reyes, decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Chile (Universidad de Magallanes, 2023).*

Las iniciativas de Hidrógeno Verde se dividen en etapas: estudios y permisos, construcción y operación. Por lo tanto, es importante que en estos procesos exista una colaboración entre los actores involucrados para determinar las necesidades específicas de la industria y sus impactos, ya que el futuro de la región se construye mediante el diálogo y la colaboración del Estado (políticas públicas), la academia y la sociedad civil.

Este trabajo colaborativo entre los sectores público-privado articulan el futuro desarrollo territorial de Magallanes, con la capacidad de generar nuevos conocimientos, recursos locales y una capacidad de red académica para acompañar el proceso de investigación del Hidrógeno Verde y su producción. Esto con el fin de fortalecer el crecimiento económico y social de la región, de forma sostenible, promoviendo la formación de capital humano y de capacidades técnicas locales, entregando valor a las comunidades, quienes son los que establecen los lineamientos de buenas prácticas en materia socioambiental.

*“Nuestro compromiso con la región va mucho más allá del valor productivo del hidrógeno verde tenemos que pensar no solo en el aseguramiento de que las condiciones de desarrollo de esta industria sean adecuadas para nuestro bienestar, sino también en el impacto que va a tener en las personas, en nuestra ciudad, en nuestro crecimiento, en las necesidades educacionales y de servicio” - Dra. Claudia Estrada, vicerrectora de Investigación, Innovación y Postgrado de la Universidad de Magallanes (Piña, 2022).*

En términos académicos, la Universidad de Magallanes está comprometida en esta materia, por lo que plantea generar carreras universitarias enfocadas en el Hidrógeno Verde, como minor, magíster y diplomados para aumentar el conocimiento y las personas interesadas en trabajar en esta área, potenciando además el sector científico de la región.

Cabe destacar que Total Eren ya firmó un acuerdo de colaboración con la Universidad de Magallanes. Y a su vez en HIF están trabajando con el CFT Magallanes, Inacap, el Instituto Profesional Santo Tomás y con los establecimientos técnicos de Punta Arenas, como el Liceo Industrial (Tapia, 2022), que también reafirman su compromiso en temáticas de sustentabilidad y desarrollo del Hidrógeno Verde.

Por ello, el **Centro de Difusión e Investigación es un espacio que actuaría como un puente entre la comunidad, la academia, el Estado y las empresas**, para concretar acuerdos público-privados para la habilitación y tratamientos necesarios para el correcto desarrollo de la industria, considerando la calidad de vida de los habitantes de la región.



Fuente: Elaboración propia, 2023.



## 3.7 DESAFÍOS

Haru Oni cumplió el objetivo de “es posible hacerla” como lo afirma la empresa. Sin embargo, la producción de esta Planta Piloto es menor y aún falta mucho conocimiento en relación a la producción, el uso eficiente de los recursos eólicos y la descarbonización del transporte, por lo que, es fundamental comprender los desafíos que presenta a futuro.

Actualmente existen conflictos en relación al desarrollo de la industria, porque se debe investigar y concientizar a la población de lo que está ocurriendo en el área energética del país, entregando un espacio de desarrollo de los actores involucrados para regular los impactos que puede tener en conceptos sociales económicos y ambientales.

Igualmente, en términos de uso de suelo, existe una alta demanda por estancias, las cuales han incrementado su valor y se ha generado una gran competencia de arriendo de terrenos por parte de las empresas privadas. Es necesario trabajar en búsqueda de soluciones que mitiguen los posibles impactos en el ecosistema y la absorción de nuevos habitantes (mano de obra calificada) y sus necesidades de vivienda.

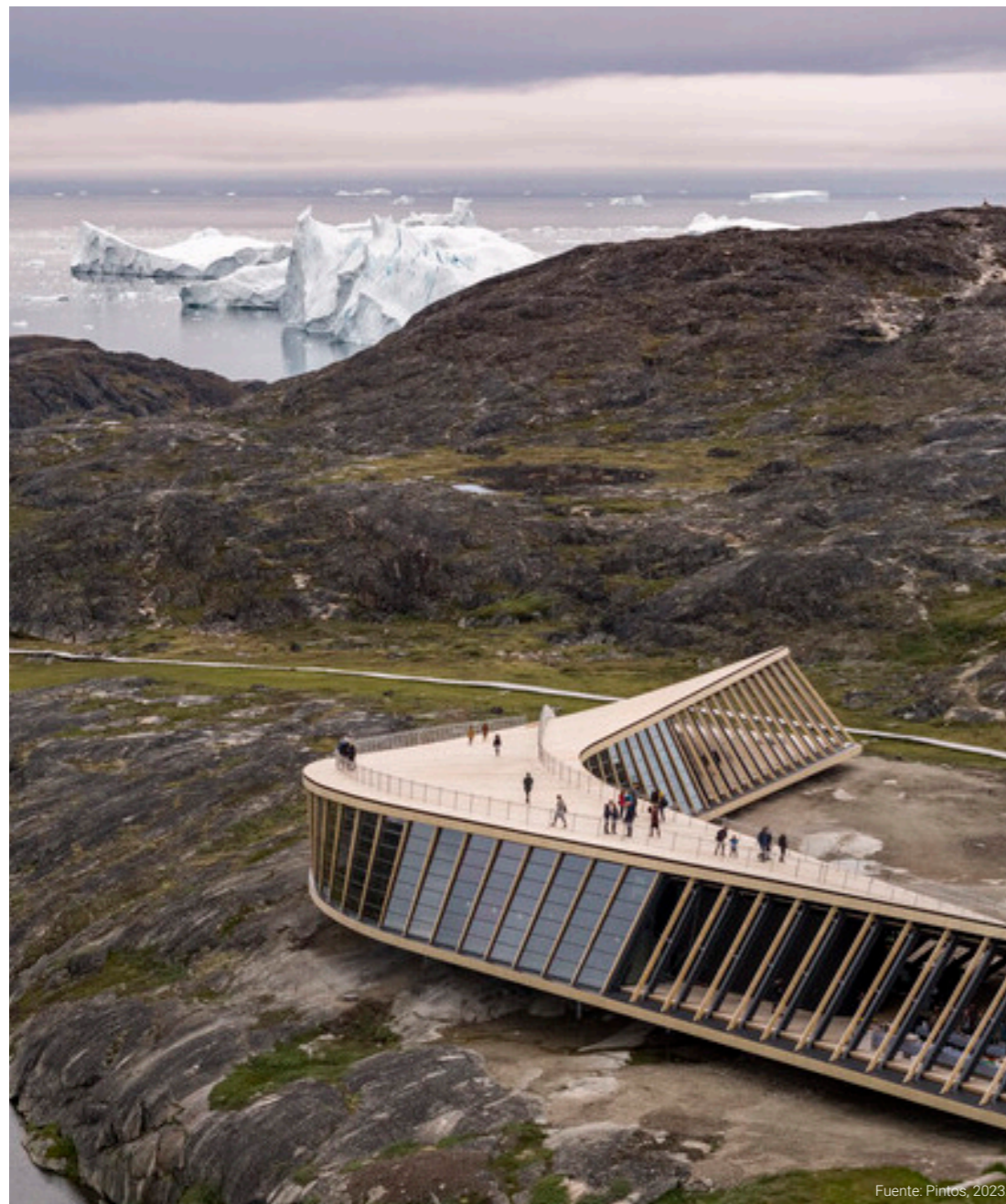




### 3.8 REFRENTES DE APLICACIÓN ARQUITECTÓNICA

En la actualidad existen muchos proyectos donde es fundamental la integración de la arquitectura en las problemáticas del medio ambiente y la construcción de espacios para la comunidad.

Uno de ellos es el Centro de Visitantes Kangiata Illorsua Ilulissat Icefjord de Dorte Mandrup Arquitectos, ubicado en Ilulissat, Groenlandia, en un área de 900 m2. Este proyecto entrega un espacio público que expone las dramáticas consecuencias del cambio climático y su edificación cuenta con una forma aerodinámica que se ancla esculturalmente el centro y evita que la nieve se acumule en la fachada. Este referente considera como puntos principales la interacción con el entorno y la adaptación a las condiciones climáticas extremas de viento y nieve.



Fuente: Pintos, 2023.

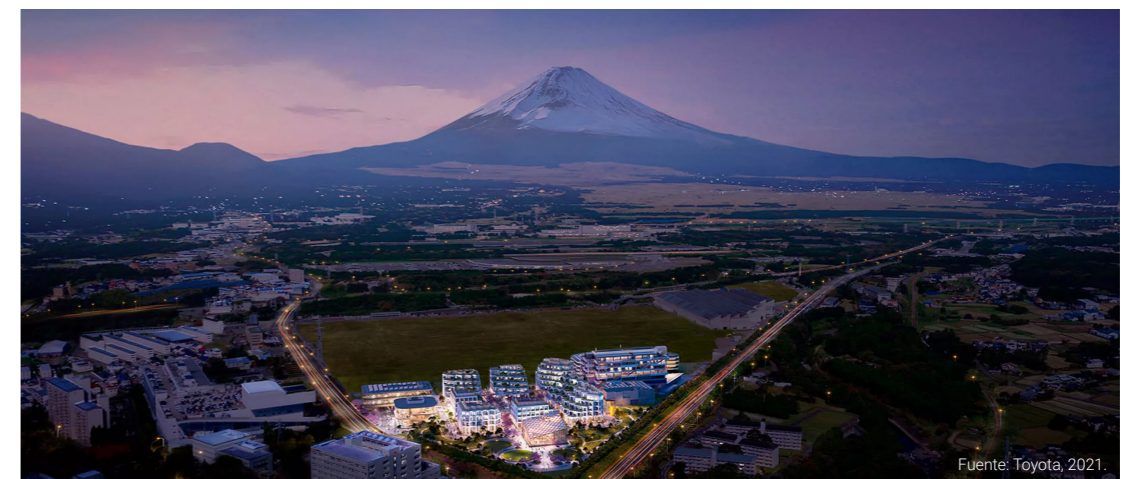
A su vez, el Centro de Interpretación del Desierto, diseñado por los arquitectos Emilio Marín y Juan Carlos López, ubicado en Antofagasta, Chile, es de uso público y se encuentra emplazado en el Desierto de Atacama, en una gran explanada desértica arenosa, en medio del primer Parque eólico en el Norte del país. Se enfoca en las dimensiones naturales, culturales y energéticas, tomando las condiciones del viento como principal aspecto y generando espacios de protección a este.

Es relevante tomar este referente, ya que presenta características similares a la relación con el entorno, como lo son las grandes explanadas de pampa magallánica y también su enfoque en relación al viento y al uso de energía renovable por medio de aerogeneradores.



Fuente: Santibáñez, 2020.

Por último, es importante mencionar que el uso de Hidrogeno Verde a nivel global, no es un tema ajeno para la arquitectura, debido a que existen proyectos, a gran escala, de ciudades que serían alimentadas completamente con esta energía verde y un referente de ello es el Proyecto Woven City de Toyota diseñado por Bjarke Ingels Group (BIG) ubicada a los pies del Monte Fuji en Japón, un terreno de 70 hectáreas, que pretende ser una ciudad del futuro, completamente sostenible, gracias al uso de energía solar y las pilas de combustible de hidrógeno.



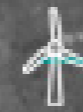
Fuente: Toyota, 2021.



# CAPÍTULO 4. LOCALIZACIÓN

La ciudad de Punta Arenas, capital regional de Magallanes y la Antártica Chilena, cuenta con un atributo inigualable a nivel global, ya que sus condiciones climáticas ventosas presentan vientos de gran magnitud y constantes durante prácticamente todo el año, lo que permite un desarrollo en términos de energía eólica. También cuenta con acceso al agua necesaria como materia prima de desarrollo de Hidrógeno Verde y las grandes superficies de terreno en la inmensidad de la Pampa Magallánica.

## 4.1 COMUNA SELECCIONADA: PUNTA ARENAS



**PROYECTO**

**MARIA OLIVO**

**CHABUNCO**

**RIO SECO**

**TRES PUENTES**

**PUNTA ARENAS**





## 4.2 TERRENO SELECCIONADO

### Estancia Tehuel Aike Sur

Ubicación: Kilómetro 40 Ruta 9 Norte

Latitud: 52° 52' 15" S

Longitud: 70° 56' 0" O

Tipología del terreno: Rancho: gran granja especializada en pastoreo extensivo de ganado

Tipo de clima de Koppen: Clima oceánico subpolar



Fuente: Estancia Tehuel Aike, 2022.



Fuente: Estancia Tehuel Aike, 2022.

La Planta Industrial Piloto se encuentra emplazada en una superficie de 3,7 hectáreas (37.000 m<sup>2</sup>), dentro del predio Tehuel Aike Sur, aunque el predio total es de una superficie total de 5,7 hectáreas (57.000 m<sup>2</sup>), dejando para construir nuevas edificaciones un terreno de 2 hectáreas (20.000 m<sup>2</sup>).



Fuente: Elaboración propia, 2023.

El terreno seleccionado se justifica debido a que es importante emplazar el Centro de Difusión e Investigación aledaño a la actual Planta Piloto de HIF, y es necesario trabajar en terreno en términos de avances investigativos y tecnológicos y también para que la comunidad pueda ver desde el interior los procesos a realizarse.

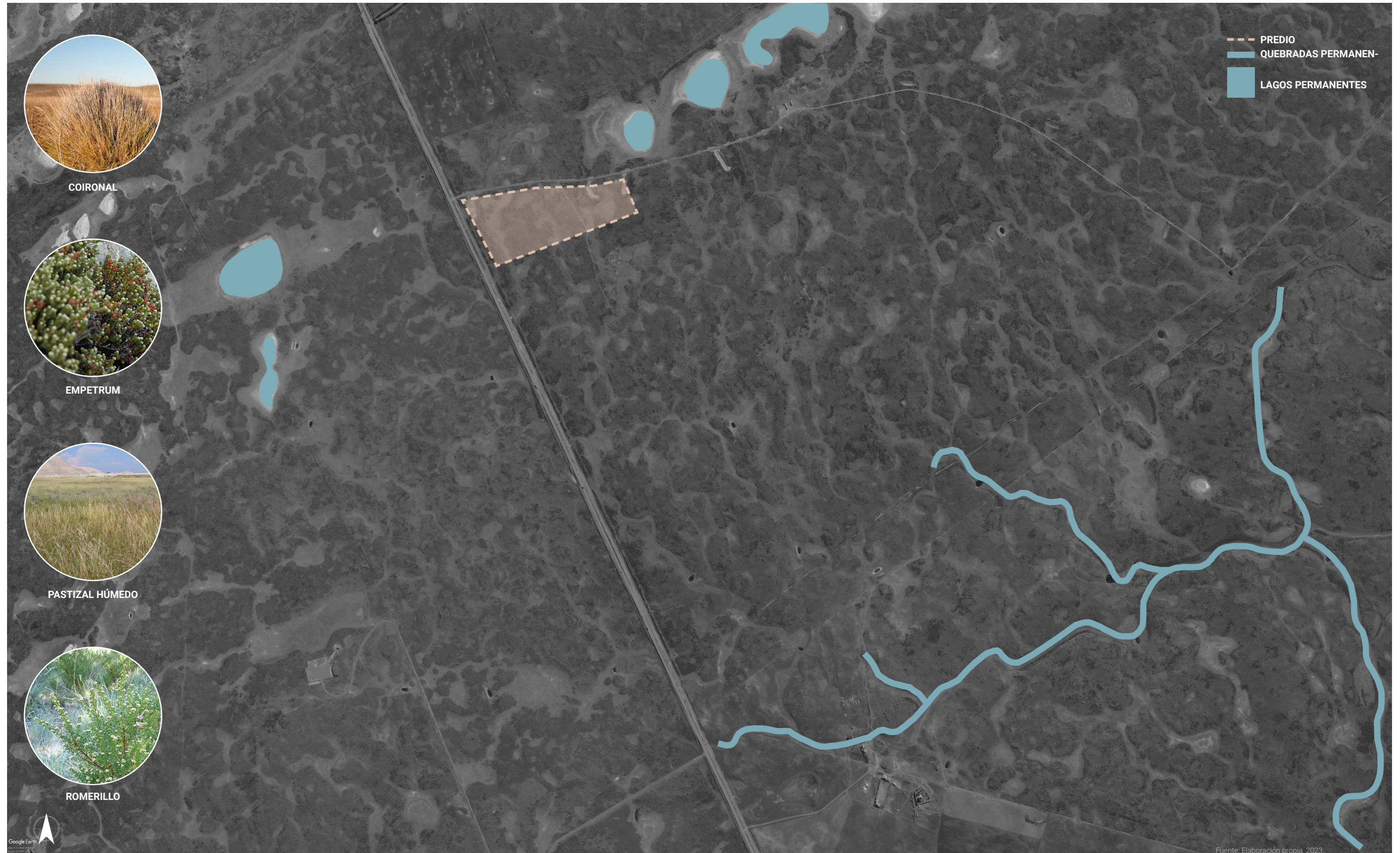
Mientras que la localización de la Planta Piloto y la propuesta de proyecto se localizan en este sector rural de Punta Arenas por las ventajas territoriales del sector:

- Las características climáticas ventosas de la zona hacen factible el **abastecimiento de energía eléctrica a través de un aerogenerador.**
- Cuenta con una **extensión de terreno plano** en medio de la Pampa Magallánica con buena exposición a los vientos prevalecientes.
- La cercanía con el Puerto Laredo a 16 km del predio y Puerto Mardones a 35 km de distancia por la Ruta 9 desde el predio, lo que facilita la **recepción de materiales y el despacho de productos** generados en la Planta como metanol y gasolina.

En relación al último punto, se destaca que los productos de la Planta saldrían en barco desde Puerto Mardones. Por su cercanía al Estrecho de Magallanes y desde el puerto de Cabo Negro, los e-fuels pueden ser transportados de la misma manera que los combustibles tradicionales y pueden ser distribuido utilizando la infraestructura existente. (Newsroom Porsche, 2022).



### 4.3 CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO



Fuente: Elaboración propia, 2023.





Fuente: Patagonia Chile, 2023.

## 4.4 ENFOQUE NORMATIVO

Para la construcción del Centro de Difusión e Investigación de Hidrógeno Verde emplazado a 40 km de la ciudad, se deben considerar las restricciones y condiciones de edificación en zonas rurales establecidas por la Norma Chilena, en la LGUC, OGUC y el Plan Regulador Comunal de Punta Arenas.

En este caso para la obtención de permisos de edificación en área rural, se considera el artículo 55° de la Ley General de Urbanismo y Construcciones (LGUC), la cual establece que:

*“Las construcciones industriales, de infraestructura, de equipamiento, turismo, y poblaciones, fuera de los límites urbanos, requerirán, previamente a la aprobación correspondiente de la Dirección de Obras Municipales, del informe favorable de la Secretaría Regional del Ministerio de Vivienda y Urbanismo y del Servicio Agrícola que correspondan. El mismo informe será exigible a las obras de infraestructura de transporte, sanitaria y energética que ejecute el Estado”*

El artículo 134° de la LGUC establece que:

*“La Ordenanza General establecerá los estándares mínimos de obras de urbanización exigibles fuera del terreno propio, cuando se trate de proyectos desvinculados de la vialidad existente, para los efectos de su adecuada inserción urbana, o su conectividad cuando se trate de proyectos en el área rural conforme al artículo 55”.*

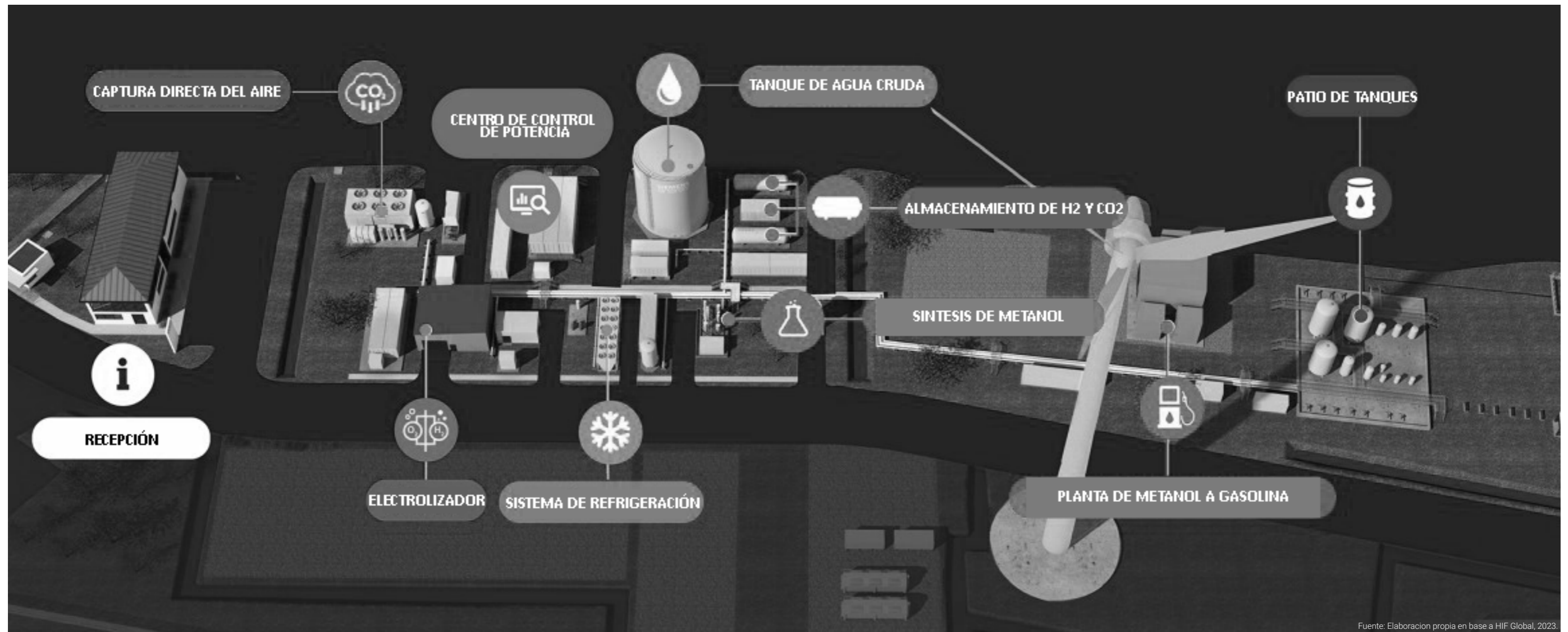
DDU N° 4176 (Circular 220 de fecha 12 de abril de 2019) advierte que:

*“desarrollo de ciertas actividades en el área rural, sin que, en ningún caso, su otorgamiento cambie la condición o naturaleza rural del territorio”*

Por ello las consideraciones en construcción establecen la posibilidad de una conexión con una vía pública mediante una servidumbre de paso, con un estándar de urbanización con pavimento en tierra, estabilizado y compactado, y una solución de aguas lluvias, tanto al interior como al exterior del predio (Asesoría Técnica Parlamentaria, 2022).



## 4.5 PREEXISTENCIAS DEL LUGAR



# CAPÍTULO 5. PROPUESTA

## 5. PROPUESTA

### Sustentabilidad

Se propone un proyecto sustentable que cuente con todas las necesidades que se requieren para el correcto desarrollo de una Planta Piloto de Hidrógeno Verde. En este sentido, la arquitectura juega un rol fundamental en la conexión entre los procesos industriales y la comunidad, trabajando en torno a la socialización y concientización de las problemáticas globales de contaminación y cambio climático al que nos enfrentamos, generar un espacio de coordinación y diálogo para promover el desarrollo sostenible de esta industria clave para la transmisión energética.

### Identidad del territorio

Es importante para las acciones de diseño trabajar con la identidad del territorio y Punta Arenas cuenta con características sociales y climáticas especiales que deben ser potenciadas. Se toma en cuenta el lugar y el entorno natural al que se expone, considerando las grandes explanadas de Pampa Magallánica, con elementos que construyen el paisaje, como la biodiversidad, lagunas, flora y fauna e igualmente, en términos sociales, la comunidad en Punta Arenas cuenta con un sentido de pertenencia muy característico, que se evidencia en las acciones que estos tienen sobre los proyectos públicos-privados.

### Funcionalidad

Se combinan las características funcionales del proceso industrial de una Planta de Hidrógeno Verde con la arquitectura que tiene como obligación acercar a la comunidad a esta escala de trabajo e investigación. La Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde establece como objetivo avanzar con proyectos que tomen en cuenta la visión de la región y posicionen a Magallanes como un polo de desarrollo de hidrógeno verde a nivel internacional y como líder de la transmisión energética. (Peña, 2023).

El rol de la arquitectura por medio de un Centro de Difusión e Investigación es entregar un espacio de diálogo entre los diferentes actores enfocados en el trabajo de:

1. **Investigación e Innovación:** generar información abocada al análisis de los nuevos tipos de combustibles (e-Combustibles), al estudio y prueba de los diversos impactos de la industria y la formación de profesionales en esta área.
2. **Acompañamiento:** trabajar de la mano de nuevos avances industriales por parte de la academia para crear estándares mínimos que apunten a disminuir los impactos medioambientales de una Planta de producción de Hidrógeno Verde enfocada en generar buenas prácticas.
3. **Extensión y difusión:** extender los avances científicos e información al territorio, invitar a la comunidad a ser parte del desarrollo energético de la región y potenciar la visualización y divulgación de la materia.

## 5.1 PROPUESTA PROGRAMATICA

### Difusión - 480 m<sup>2</sup>

Recepción  
Oficinas  
Área de actividades  
Cafetería

### Exposición - 410 m<sup>2</sup>

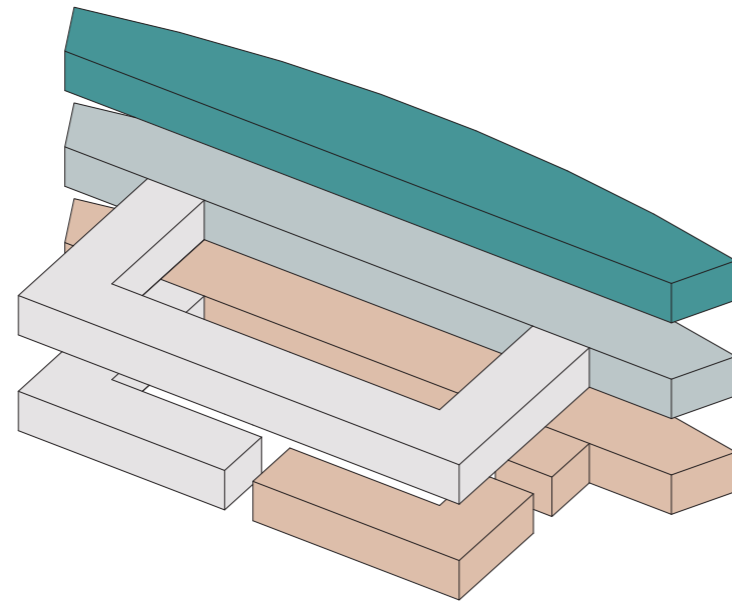
Auditorio  
Área de muestras  
Tiendas

### Formación - 350 m<sup>2</sup>

Talleres  
Salas de clases

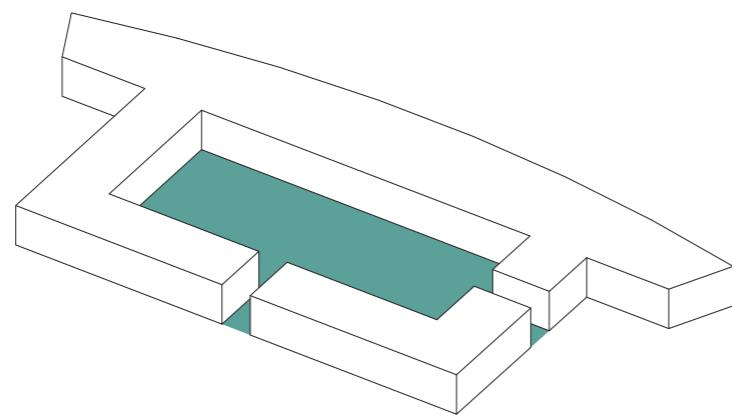
### Investigación - 350 m<sup>2</sup>

Laboratorio  
Oficinas  
Sala de reuniones  
Salas de computación



### Patio central - 340 m<sup>2</sup>

Área para actividades de demostración abierta-techada

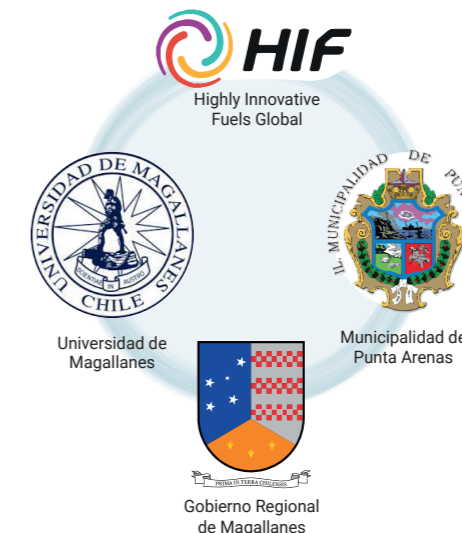


### Gestión económica y administración

Este proyecto se financiará con fondos públicos-privados, por medio de la empresa principal productora HIF y sus colaboradores privados, la Municipalidad de Punta Arenas y el Gobierno Regional, quienes cuentan con programas educativos y medioambientales interesados en la producción de Hidrogeno Verde, siendo así un futuro desarrollo económico para Magallanes.

Igualmente, esta colaboración pública-privada es la que administraría la mantención de la edificación posterior a su construcción y por medio de los diversos programas que conforman el proyecto se podrá autofinanciar, con la venta de productos para turistas en tienda, cafetería y arriendo de espacios de trabajo.

Cabe destacar que este proyecto será económicamente sustentable, porque estará electrificado por medio de energía renovable eólica desde el aerogenerador, al igual que la Planta Industrial.



Fuente: Elaboración propia, 2023.

### Materialidad

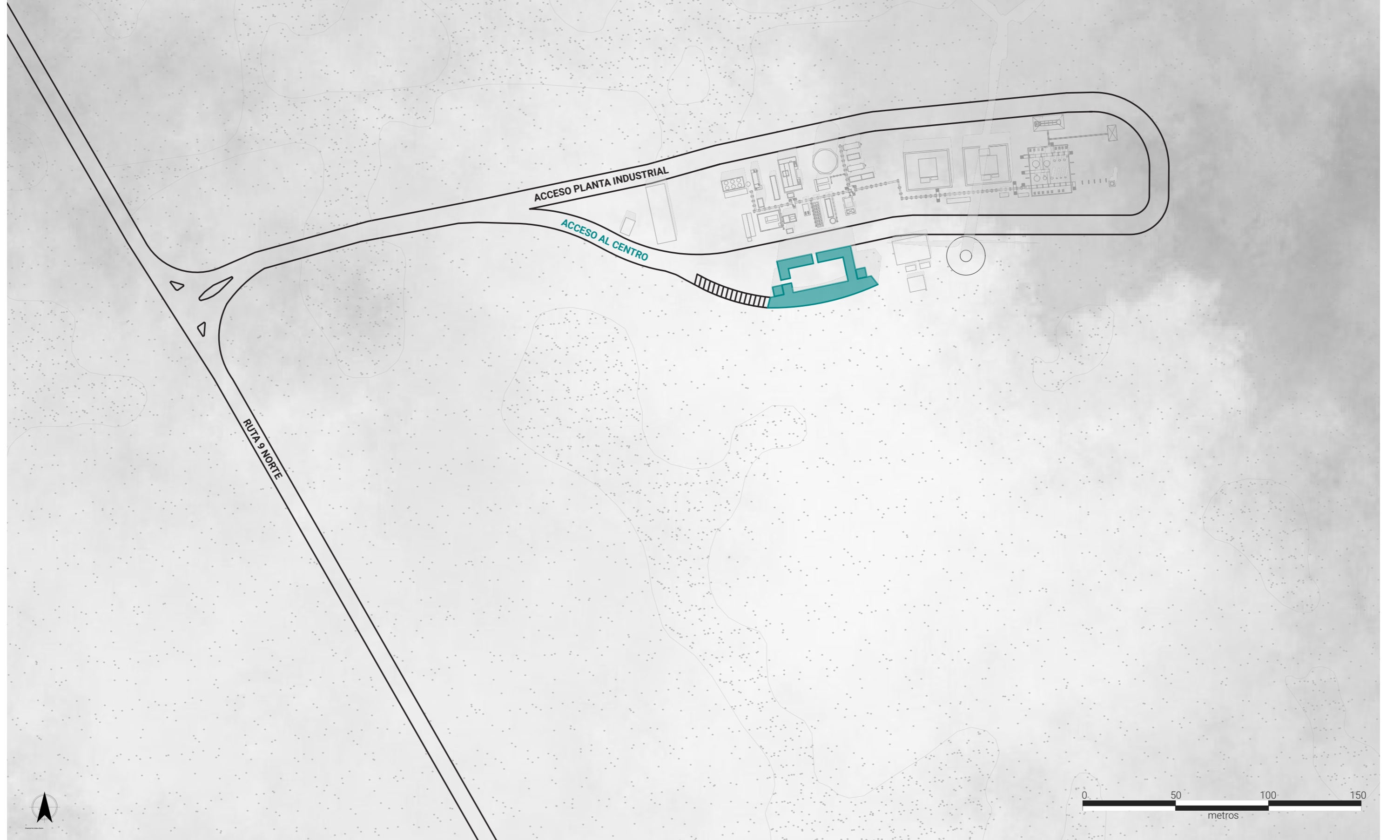
Para la materialidad se propone utilizar principalmente madera maciza para estructurar y madera de Lengua para revestimientos y fachadas. Utilizar esta materialidad es parte esencial del proyecto, ya que su uso en edificación es sustentable, porque reduce al mínimo la huella de carbono, teniendo así un impacto menor en el ecosistema, en comparación con otros materiales.

Además, la madera forma parte de la industria local de Magallanes, por lo que en Punta Arenas hay edificaciones, de gran y baja escala, fabricadas con esta materialidad, por la poca accesibilidad y costos asociados a materiales de construcción producto del aislamiento territorial en el que se encuentra la región. Por ello es importante poner en valor parte de esta identidad arquitectónica de la ciudad.

Igualmente, al considerar la condición industrial del proyecto, esta propuesta podría combinarse, a baja escala, con materiales, como hormigón o acero.



# 5.2 PLANTA



### 5.3 CORTES



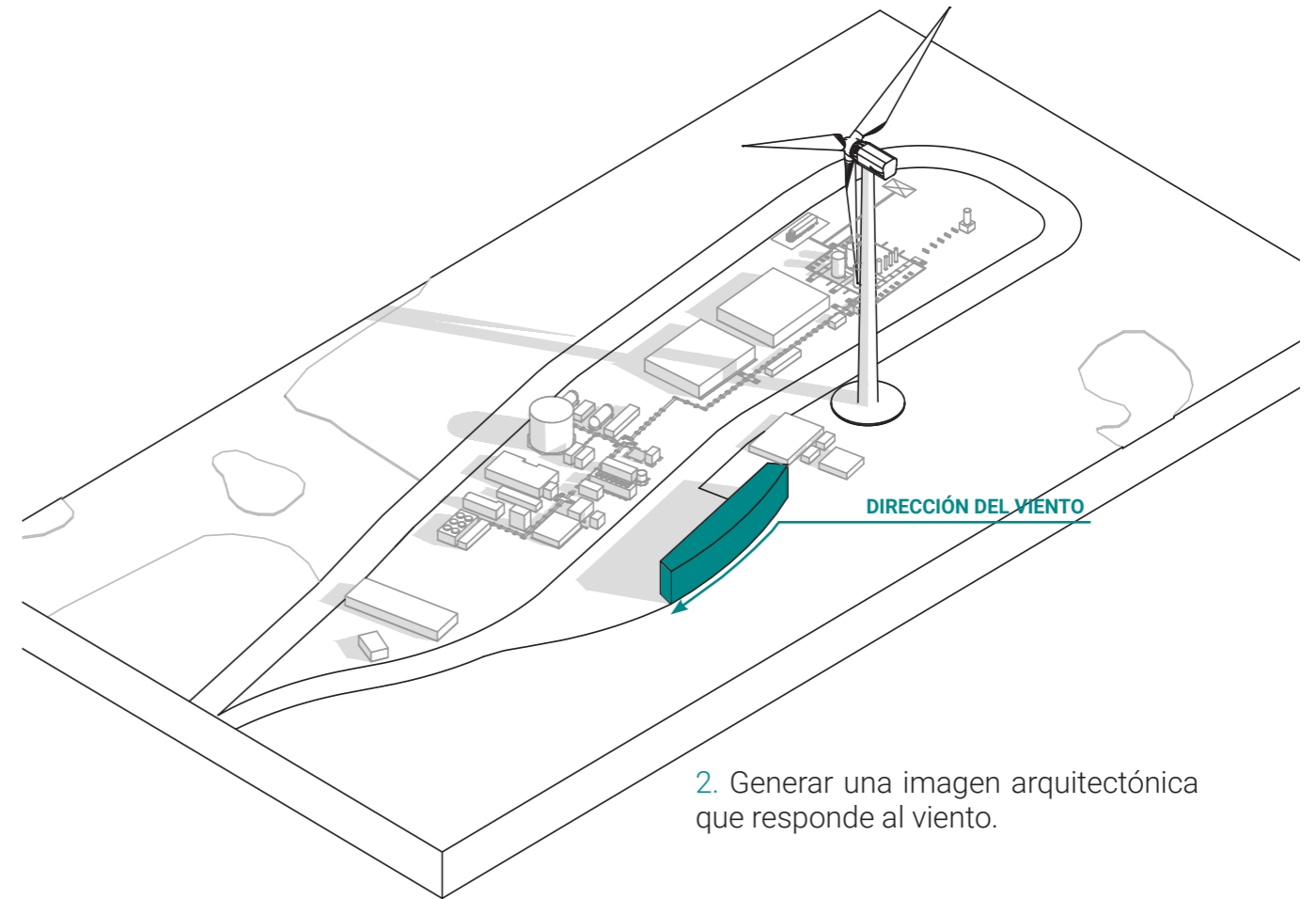
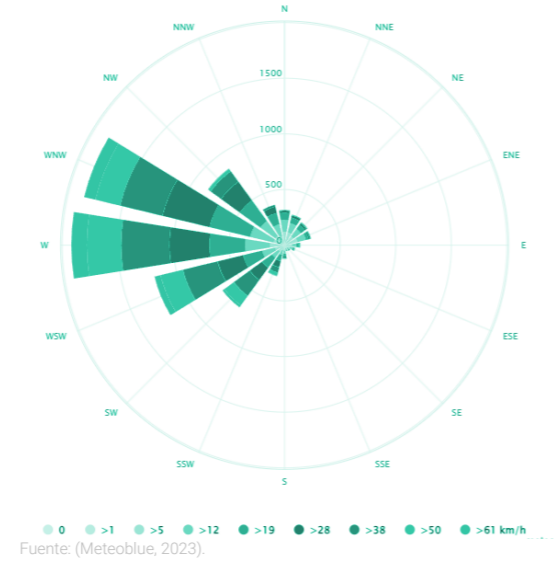


## 5.4 ESTRATEGIAS DE DISEÑO

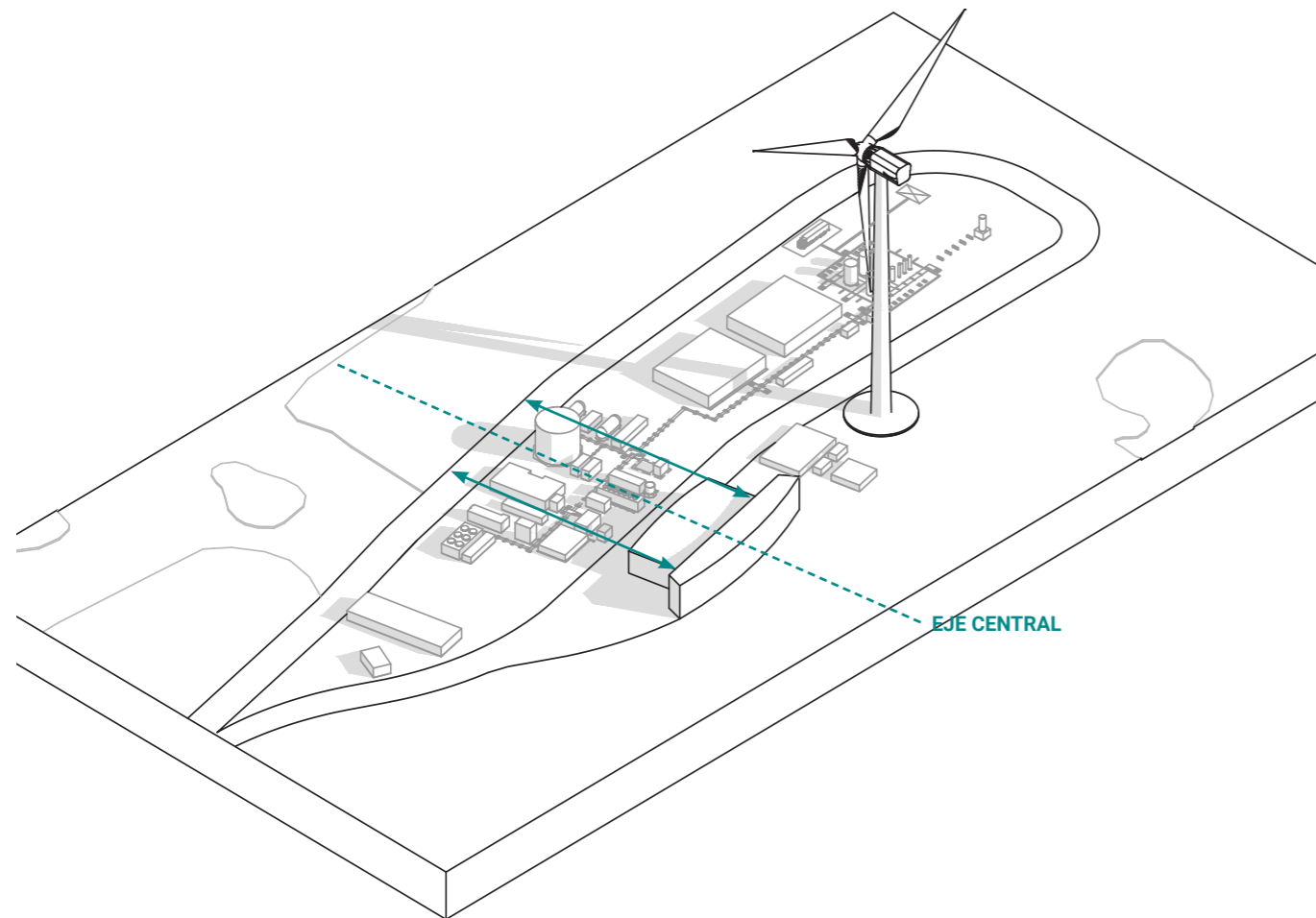
Poner en valor la actual Planta Piloto de producción de Hidrogeno Verde integrando una edificación de difusión para **construir un punto de investigación acercando a los habitantes de Magallanes a esta nueva tecnología.**

Forma arquitectónica nace a partir del **viento** y su orientación poniente. Controlando esta característica climática con un proyecto refugio.

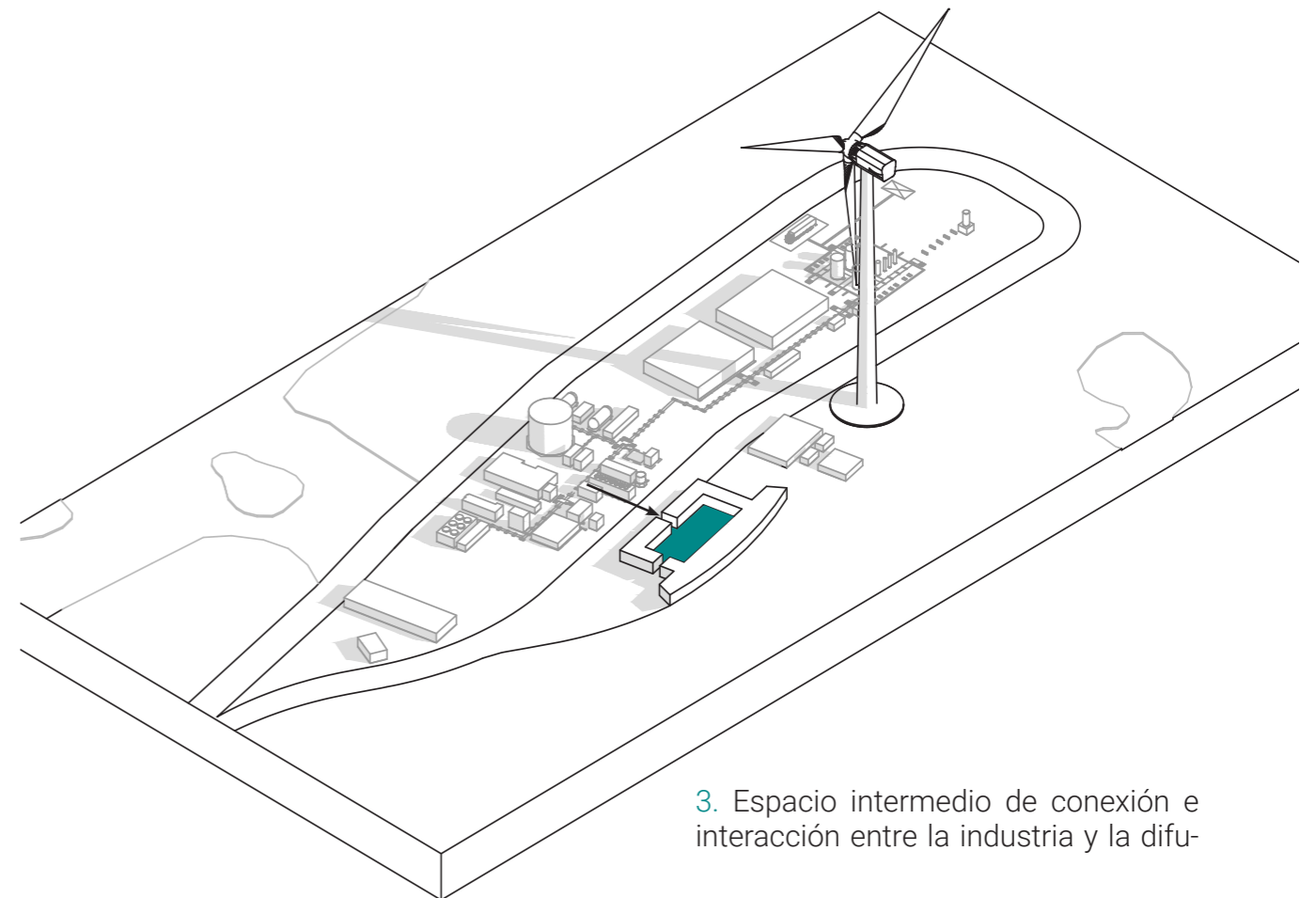
Rosa de los vientos Punta Arenas.



2. Generar una imagen arquitectónica que responde al viento.



1. Se delimita el área del proyecto a partir de los espacios preexistentes demarcados por los procesos indus-



3. Espacio intermedio de conexión e interacción entre la industria y la difu-

# CAPÍTULO 6. CONCLUSIÓN

## 6. CONCLUSIÓN

A través de la investigación realizada en torno a la búsqueda de soluciones verdes en respuesta a la problemática del cambio climático a nivel global, se observa que existen propuestas de mitigación como lo es la producción de Hidrogeno Verde en Punta Arenas para la descarbonización del planeta.

Mediante el análisis de diversos criterios como, la exposición a las extremas condiciones climáticas ventosas de Magallanes, la normativa regional rural, factores de identidad local y participación ciudadana, avances científicos - tecnológicos, entre otras temáticas, se permite abordar la problemática actual y desarrollar un proyecto de arquitectura que responda las necesidades programáticas y territoriales.

La comunidad magallánica se caracteriza por su sentido de pertenencia con el lugar y su participación en los procesos ciudadanos. Y una de las características más importantes de este proyecto es poder reflejar los intereses de los magallánicos, al ser parte de esta comunidad, por lo que creo firmemente que no se puede avanzar en términos económicos y ambientales, sin los actores principales de estas tierras al fin del mundo.

El proyecto se plantea como una oportunidad de entregar a la ciudadanía un espacio de diálogo y convergencia en torno a la investigación de nuevas tecnologías potenciales en Punta Arenas, por ello mediante la propuesta de arquitectura se pretende generar un aporte a la comunidad y al desarrollo sostenible de la región.



## CAPÍTULO 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AART Architechts. (s/f). Nature Centre Hindsgavl / AART architechts. <https://www.archdaily.com/339866/nature-centre-hindsgavl-aart-architechts>.
2. Arteaga, G & Peña, K. (2020, 02 diciembre). Alemania entra en piloto de hidrógeno verde y Porsche reitera su apuesta en Chile. Diario Financiero. <https://www.df.cl/empresas/energia/alemania-entra-en-piloto-de-hidrogeno-verde-y-porsche-reitera-su-apuesta>.
3. Bartlett, J. (2022, diciembre). Chile apuesta al Hidrógeno Verde. Fondo Monetario Internacional. <https://www.imf.org/es/Publications/fandd/issues/2022/12/country-case-chile-bet-on-green-hydrogen-Bartlett#:~:text=Enclavada%20entre%20fiordos%20e%20islotos,encima%20del%20c%C3%A-Drculo%20polar%20ant%C3%A1rtico>.
4. Centro Nacional del Hidrógeno. (2023). ¿Qué es el Hidrógeno?. <https://www.cnh2.es/el-hidrogeno/#:~:text=El%20hidr%C3%B3geno%20es%20el%20primer,es%20ins%C3%ADpido%2C%20inoloro%20e%20inodoro>.
5. Chick, K. (2023, 06 octubre). Planta de combustibles carbono neutral Cabo Negro. (Estudio de Impacto Ambiental). HIF CHILE 1 SpA. <https://info-firma.sea.gob.cl/DocumentosSEA/MostrarDocumento?docId=2023/10/06/2bea-b3eb-40a5-876b-8deb510e8d97>
6. Club de innovación. (2020, 24 noviembre). Misión Cavendish Tour Patagonia - Jornada 03. [Publicación de Youtube]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=7zktW6VMzSQ>.
7. Consejo Políticas de Infraestructura. (2022, 21 diciembre). Planta piloto inicia producción en base a hidrógeno verde en Punta Arenas: un Porsche 911 fue el primer auto en cargar combustible. Pulso. <https://www.infraestructura-publica.cl/planta-piloto-inicia-produccion-en-base-a-hidrogeno-verde-en-punta-arenas-un-porsche-911-fue-el-primer-auto-en-cargar-combustible/>.
8. Cooperativa. (2021, 29 diciembre). ENAP firmó acuerdo con empresa HIF para seguir impulsando el hidrógeno verde en Magallanes. Cooperativa.cl. <https://cooperativa.cl/noticias/pais/region-de-magallanes/enap-firmo-acuerdo-con-empresa-hif-para-seguir-impulsando-el-hidrogeno/2021-12-29/172535.html>.
9. Cooperativa. (2022, 06 mayo). Punta Arenas: planta demostrativa de eCombustibles registra 70% de avance. <https://cooperativa.cl/noticias/pais/region-de-magallanes/punta-arenas-planta-demostrativa-de-ecombustibles-registra-70-de-avance/2022-05-06/093949.html>.
10. De la Paz, V. [Asesoría Técnica Parlamentaria]. (2022, mayo). Edificaciones en el área rural. Elaborado para la Comisión de Vivienda, Urbanismo y Bienes Nacionales de la Cámara de Diputadas y Diputados. N° SUP: 134573
11. DS New Energy. (2022, 06 noviembre). Los 27 Proyectos De Hidrógeno Verde A Escala De Gigavatios Más Grandes. <https://www.dsisolar.com/info/the-27-largest-gigawatt-scale-green-hydrogen-p-76893325.html>.
12. EFE Verde. (2022, 21 diciembre). Planta piloto inicia producción de hidrógeno verde al sur de Chile. <https://efeverde.com/planta-piloto-produccion-hidrogeno-verde-sur-chile/>.
13. Enel Green Power. (2021, 06 octubre). Hidrógeno verde, comienza una nueva historia para la transición energética en Chile. <https://www.enelgreenpower.com/es/historias/articulos/2021/10/hidrogeno-verde-punta-arenas-chile>.
14. Energía Estratégica. (2022, 07 marzo). Haru Oni: Arriba a Chile la turbina de Siemens Gamesa encargada de la electrólisis para hidrógeno verde. <https://www.energiaestrategica.com/haru-oni-arriba-a-chile-la-turbina-de-siemens-gamesa-encargada-de-la-electrolisis-para-hidrogeno-verde/>.
15. Epaustral. (2022, 10 junio). Presidente del Directorio de Epaustral en cabeza visita a terreno para conocer proyecto de HIF. <https://www.epaustral.cl/presidente-del-directorio-de-epaustral-conoce-en-terreno-proyecto-hif/>.
16. Estancia Tehuel Aike. (2022, 28 diciembre). Estancia Tehuel Aike. [Publicación de Facebook]. Facebook. [https://web.facebook.com/photo/?fbid=464414069054054&set=a.464414032387391&locale=br\\_FR](https://web.facebook.com/photo/?fbid=464414069054054&set=a.464414032387391&locale=br_FR).
17. Fuentes, C. (2023, 13 mayo). Planta chilena en Punta Arenas es la primera en el mundo en producir combustible limpio a través de hidrógeno verde. <https://www.meganoticias.cl/nacional/414014-planta-hidrogeno-verde-punta-arenas-primera-en-el-mundo-13-05-2023.html>
18. Guillou, V. (2022, 20 diciembre). Planta piloto inicia producción en base a hidrógeno verde en Punta Arenas: un Porsche 911 fue el primer auto en cargar combustible. La Tercera. <https://www.latercera.com/pulso/noticia/planta-piloto-inicia-produccion-en-base-a-hidrogeno-verde-en-punta-arenas-un-porsche-911-fue-el-primer-auto-en-cargar-combustible/I3N5RBQOMR-D43B3DTWHJ6J2GRI/>.
19. HIF Global. (2023). HIF Chile. <https://hifglobal.com/es/region/hif-chile/>.
20. HIF Global. (2023). Planta demostrativa Haru Oni. <https://hifglobal.com/es/location/haru-oni/>.
21. HIF Global. (2023, 04 septiembre). HIF Global, Porsche y el Grupo Volkswagen presentan nueva unidad de Captura Directa de Aire. Munich, Alemania. <https://hifglobal.com/wp-content/uploads/2023/09/HIF-Anuncio-DAC-IAA-04092023-1.pdf>

22. HIF Global. (2023, 20 septiembre). Planta de e-Combustibles de HIF Global se certifica bajo norma internacional de sostenibilidad y carbono. Haru Oni aprobó el estándar ISCC Plus, una certificación voluntaria y reconocida a nivel mundial. Punta Arenas, Chile. <https://hifglobal.com/wp-content/uploads/2023/09/2023.09.20-HIF-Certificacioin-ISCC-Haru-Oni.pdf>
23. Hudson Institute of Mineralogy. (2023). Estancia Tehuel Aike Sur, Región de Magallanes y Antártica Chilena, Chile. <https://www.mindat.org/feature-11329646.html>.
24. Lawrence, I. (2023, 4 octubre). HIF Global y ENEOS anuncian cooperación para acelerar la producción de e-Combustibles. Tokio, Japón. <https://hifglobal.com/wp-content/uploads/2023/10/2023.10.04-HIF-Global-y-ENEOS-anuncian-cooperacion-para-acelerar-la-produccion-de-e-Combustibles.pdf>
25. LM Wind Power. (2019, 24 junio). World's longest wind turbine blade sees first daylight. [Publicación de Youtube]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=RT1oaovO6NE>.
26. Martil, I. (2019, 20 diciembre). Las aspas de un generador eólico. <https://blogs.publico.es/ignacio-martil/2019/12/20/las-aspas-de-un-generador-eolico/>.
27. Meteoblue. (2023). Datos climáticos y meteorológicos históricos simulados para Punta Arenas. [https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/punta-arenas\\_chile\\_3874787](https://www.meteoblue.com/es/tiempo/historyclimate/climatemodelled/punta-arenas_chile_3874787).
28. Ministerio de Energía de Chile. (2020). ¿Qué es el hidrógeno verde?. <https://energia.gob.cl/h2/Qu%C3%A9-es-el-hidr%C3%B3geno-verde>.
29. Naciones Unidas. (2023). What is Climate Change? <https://www.un.org/es/climatechange/what-is-climate-change>.
30. Newsroom Porsche. (2021, 10 septiembre). Comienza la construcción en Chile de la primera planta comercial integrada del mundo para producir combustibles prácticamente neutrales en CO<sub>2</sub>. Portal de prensa Porsche Latin America. <https://newsroom.porsche.com/es/2021/compania/PLA-es-porsche-comienza-construccion-primera-planta-produccion-efuel-comercial-co2-neutral-chile-25691.html>.
31. Newsroom Porsche. (2022, 20 diciembre). Inaugurada oficialmente la planta piloto de e-fuels en Chile. Portal de prensa Porsche Latin America. <https://newsroom.porsche.com/es/2022/compania/PLA-porsche-highly-innovative-fuels-hif-inauguracion-apertura-oficial-planta-piloto-efuels-haru-oni-chile-combustibles-sinteticos-30734.html>.
32. Olivares, E. (2023, 13 enero). Quiénes están detrás de HIF Global, el primer vendedor de combustibles sintéticos en Chile y que usa hidrógeno verde. <https://www.ex-ante.cl/quienes-estan-detras-de-hif-global-el-primer-vendedor-de-combustibles-sinteticos-en-chile-y-que-usa-hidrogeno-verde/>.
33. Peña, K. (2022, 19 diciembre). Asociación Chilena de Hidrógeno nombra a Marcos Kulka como nuevo director ejecutivo del gremio. Diario Financiero. <https://www.df.cl/empresas/energia/asociacion-chilena-de-hidrogeno-nombra-a-marcos-kulka-como-nuevo>.
34. Peña, K. (2023, 30 marzo). Cinco empresas de hidrógeno verde en Magallanes crean asociación gremial regional. Diario Financiero. <https://www.df.cl/empresas/energia/cinco-empresas-de-hidrogeno-verde-en-magallanes-crean-asociacion-gremial>.
35. Piña, P. (2022, 22 diciembre). Ministros conocieron avances y proyecciones de la UMAG en materia de hidrógeno verde. Noticias UMAG, Facultad de Ingeniería. <http://www.umag.cl/vcm/?p=60344>
36. Serrano, P. (2021, 15 enero). Hidrógeno verde. Pero Sustentable, pero Chileno. Universidad Tecnico Federico Santa Maria, Departamento de Arquitectura. <https://arquitectura.usm.cl/hidrogeno-verde-pero-sustentable-pero-chileno-columna-profesor-pedro-serrano/>.
37. SERVIU Región de Magallanes y la Antártica Chilena. (2023). Urbanismo y Construcción. <https://serviumagallanes.minvu.gob.cl/preguntas-frecuentes/urbanismo/>.
38. Siemens Energy. (2020). Una nueva realidad de hidrógeno: combustible a partir del agua y del viento. <https://www.siemens-energy.com/mx/es/soluciones/energia-renovable/soluciones-de-hidrogeno/haru-oni.html>.
39. Siemens Gamesa. (2023). SG 3.4-132 Aerogenerador onshore. <https://www.siemensgamesa.com/es-es/products-and-services/onshore/aerogenerador-sg-3-4-132>.
40. Tapia, M. (2022, 21 mayo). Punta Arenas: La capital del Hidrógeno Verde. La Tercera. <https://www.latercera.com/pulso/noticia/punta-arenas-la-capital-del-hidrogeno-verde/S6KB6EMOXR4Z25IZDOSRLAOA/>.
41. Universidad de Magallanes (UMAG), HIF Chile & GASCO GLP. (2022, 30 junio). Convenio para desarrollo de laboratorio. [Municipalidad de Punta Arenas].



42. Universidad de Magallanes. (2020, 27 noviembre). El hidrógeno verde es una nueva oportunidad para que la UMAG tenga un rol protagónico en la formación a todo nivel. Boletín Normal, Facultad de Ingeniería, Portada UMAG. <http://www.umag.cl/vcm/?p=48564>.
43. Universidad de Magallanes. (2020, 30 noviembre). El hidrógeno verde es una nueva oportunidad para que la UMAG tenga un rol protagónico en la formación a todo nivel. UMAG Sustentable, Vicerrectoría de Vinculación con el Medio. <http://umag.cl/umagsustentable/?p=971>.
44. Universidad de Magallanes. (2023, 01 junio). Destacan rol protagónico de la UMAG en el desarrollo del hidrógeno verde. UMAG sustentable, Vicerrectoría de Vinculación con el Medio. <http://umag.cl/umagsustentable/?p=1620>.
45. Universidad de Magallanes. (2023, 01 junio). Facultades de Ingeniería impulsan diálogo e intercambio de conocimientos en torno a la industria del Hidrógeno Verde. UMAG sustentable, Vicerrectoría de Vinculación con el Medio. <http://umag.cl/umagsustentable/?p=1687>.
46. Visita Punta Arenas. (2023). Información general. <https://www.visitapuntaarenas.cl/plantasyanimales.html>.
47. World Energy Trade. (2022, 09 marzo). Instalación de TURBINA AEROGENERADOR de ENERGÍA EÓLICA #siemens #gamesa #windpower. [Publicación de Youtube]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=IJq68JxtMAc>.



Universidad de Chile  
Facultad de Arquitectura y Urbanismo

Santiago, Chile