

Informe final

BRECHAS Y OPORTUNIDADES para el Desarrollo de Proveedores para la Industria de Hidrógeno Verde en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena

Diciembre de 2024



Brechas y Oportunidades para el Desarrollo de Proveedores para la Industria de Hidrógeno Verde en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena

Estudio mandatado por:

Ministerio de Economía, Fomento y Turismo

División de Desarrollo Productivo Sostenible



Elaborado en diciembre de 2024

Publicado en agosto de 2025.

Autores:

Grupo Singular Ltda y Fundación Chile



Revisión y modificación:

Thomas Lindsay, Daniel Goya.

Equipo de investigación:

Mauricio Ojeda, Ricardo Morgado, Cristóbal Arteaga,
Gonzalo Moenne, Andrés Labbé, Paula Valdés.

Diseño y diagramación:

Javiera de Aguirre


Santiago de Chile, 2025.





Informe final

**BRECHAS Y OPORTUNIDADES
para el Desarrollo de
Proveedores para la Industria
de Hidrógeno Verde en la
Región de Magallanes
y la Antártica Chilena**





Resumen ejecutivo

La región de Magallanes se encuentra ante una oportunidad histórica con el despliegue proyectado de la industria del hidrógeno verde (H2V) y sus derivados. Este nuevo sector productivo, impulsado por condiciones naturales excepcionales y una creciente demanda internacional por energías limpias, no solo representa una alternativa clave para la descarbonización, sino también una plataforma para transformar estructuralmente la economía regional. En este contexto, el presente estudio entrega insumos estratégicos para orientar el diseño de políticas públicas e instrumentos de fomento que potencien el desarrollo de proveedores locales vinculados a la cadena de valor del H2V.


El informe se enmarca en la continuidad del Estudio de Encadenamientos Productivos elaborado en 2023, mandado por la Agencia Alemana GIZ y ejecutado por Grupo Singular, el cual evidenció el potencial de Magallanes como nodo internacional en la producción y exportación de H2V y sus derivados. A partir de dicho diagnóstico, el estudio actual profundiza en la identificación de requerimientos por etapa de proyecto, analiza capacidades instaladas en el territorio y propone medidas concretas para reducir brechas y maximizar la captura de valor local.

A través del trabajo del equipo consultor y los lineamientos de la entidad mandante, se identificaron cuatro segmentos estratégicos con potencial de encadenamiento:

1  **Manufactura y/o ensamblaje de componentes, partes y piezas.**

2  **Manufactura y/o ensamblaje de componentes, partes y piezas.**

3  **Manufactura y/o ensamblaje de componentes, partes y piezas.**

4  **Manufactura y/o ensamblaje de componentes, partes y piezas.**

Además, se integraron un conjunto de recomendaciones transversales que abordan aspectos clave como la articulación formativa, el financiamiento, la digitalización, la sostenibilidad ambiental y la inteligencia de negocios. En total, se presentan treinta iniciativas estructuradas en torno a objetivos, plazos e instituciones clave para su implementación.

El análisis evidencia que, si bien existen capacidades relevantes en la región, estas no están plenamente articuladas ni preparadas para enfrentar la escala y los estándares exigidos por la industria del H2V. Persisten brechas estructurales en infraestructura, formación de capital humano, financiamiento y acceso a información estratégica. Del lado de la demanda, por el estado actual de la industria asociada a incertidumbre regulatoria, de mercado y de infraestructura habilitante, los proyectos aún no han consolidado estrategias para la integración de proveedores locales, lo que abre una ventana de oportunidad para incidir de forma temprana en su diseño.

El enfoque propuesto parte de una visión pragmática y progresiva. No se plantea la creación de una nueva hoja de ruta, sino potenciar lo existente en un marco flexible que combine medidas de corto, mediano y largo plazo. Se destacan, entre

otras, iniciativas para fomentar la reconversión de capacidades industriales, facilitar el acceso a financiamiento con respaldo de grandes empresas, desarrollar viveros comunitarios en terrenos de proyectos H2V, fortalecer la articulación educativa técnico-profesional con el sector productivo y establecer mecanismos digitales de monitoreo ambiental y trazabilidad, entre otras.

La participación activa de instituciones públicas, empresas desarrolladoras, centros tecnológicos y entidades educativas será fundamental para construir un ecosistema de proveedores robusto, competitivo y sostenible.

Con todo, el estudio reafirma que el desarrollo de proveedores locales no es solo una medida económica, sino una estrategia estructural para asegurar que los beneficios del H2V permeen el tejido productivo y social del territorio. Su éxito dependerá de la capacidad de anticipación, articulación efectiva y compromiso compartido entre actores del ecosistema regional.

Índice de contenidos

1. Antecedentes.....	10
1.1. Región de Magallanes y de la Antártica Chilena.....	11
1.2. Objetivos del Estudio.....	12
2. Metodología.....	14
3. Desarrollo del Estudio y Resultados.....	16
3.1. Modelo de Relacionamiento con el Programa Transforma Regional H2V Magallanes.....	16
3.2. Mapa de Actores.....	18
3.3. Mapeo y Seguimiento de Instrumentos en curso.....	19
3.4. Elaboración de Matriz de Levantamiento de Datos.....	22
3.5. Diseño y Aplicación de Entrevistas a Desarrolladores / Productores.....	22
3.6. Detección de los Requerimientos de Insumos y Servicios por Etapas de Proyectos.....	24
3.7. Aplicación de entrevistas a grandes proveedores de la industria a nivel nacional e internacional...32	
3.8. Revisión de estudios adicionales y determinación de insumos relevantes.....	32
3.9. Aplicación de mecanismo de jerarquización de sectores.....	36
3.10. Presentación de datos sistematizados de desarrolladores / productores.....	38
3.11. Validación y presentación de propuesta a contraparte técnica.....	40
4. Profundización de información sobre los sectores económicos seleccionados.....	42
4.1 Manufactura y/o ensamblaje de componentes, partes y piezas.....	42
4.1.1. Contexto de la industria manufacturera actual.....	43
4.1.2. Industria manufacturera en la región de Magallanes.....	45
4.1.3. Oportunidades para la industria de manufactura.....	48
4.1.4. Transición hacia una manufactura estratégica para el H2V.....	52

4.2. Conformación y abastecimiento de campamentos.....	53
4.2.1. Diseño y construcción de campamentos modulares.....	53
4.2.2. Abastecimiento de insumos y suministros.....	54
4.2.3. Gestión de residuos y sostenibilidad.....	56
4.2.4. Infraestructura energética.....	57
4.2.5. Logística y transporte.....	57
4.2.6. Funcionamiento tradicional y dinámica del mercado de servicios para campamentos.....	58
4.2.7. Desafíos y oportunidades para la inclusión de proveedores locales en la operación de campamentos.....	59
4.3. Construcción de parques eólicos.....	60
4.4. Sistemas de monitoreo, seguimiento y reportabilidad ambiental.....	70
4.4.1. Contexto nacional del monitoreo ambiental en proyectos productivos.....	73
4.4.2. Monitoreo y seguimiento ambiental en la región de Magallanes.....	74
4.4.3. Oportunidades para el fortalecimiento del monitoreo y seguimiento ambiental en Magallanes.....	75
4.4.4. Proyecciones para el fortalecimiento del monitoreo y seguimiento ambiental en Magallanes.....	77
5. Conclusiones y recomendaciones de programas y políticas de fomento.....	78
5.1. Hacia una estrategia de integración productiva regional.....	80
5.2. Recomendaciones.....	80
6. Referencias.....	92
7. Anexos.....	95

Índice de tablas

Tabla 1. Población regional por comuna.....	10
Tabla 2. Ejes estratégicos del Programa Transforma Regional H2V Magallanes.....	15
Tabla 3. Principales actores entrevistados asociados a la industria emergente del H2V en Magallanes...16	
Tabla 4. Instrumentos relacionados.....	17
Tabla 5. Diez tipologías de modelos de encadenamiento productivo.....	22
Tabla 6. Fases de desarrollo de proyectos y grado de certeza sobre la demanda de bienes y servicios...25	
Tabla 7. Principales dimensiones en el proceso de obtención del FID.....	25
Tabla 8. Estudios adicionales para el encadenamiento productivo.....	32
Tabla 9. Reporte caracterización 6 dimensiones - Industry Capability Network, Australia.....	34
Tabla 10. Políticas de estrategias nacionales de hidrógeno y hojas de ruta en países seleccionados.....	35
Tabla 11. Evaluación de actividades económicas por empresas desarrolladoras.....	39
Tabla 12. Principales grupos de servicios vinculados al segmento.....	41
Tabla 13. Estructura de la industria manufacturera por tamaño de empresas, 2021.....	42
Tabla 14. Rubros específicos asociados a cada uno de estos subsectores ASIMET.....	43
Tabla 15. Número de personas ocupadas según rama de actividad económica a nivel regional, período agosto 2024 – octubre 2024.....	44
Tabla 16. Número de empresas de la región de Magallanes por actividad económica de la industria manufacturera, 2023.....	45
Tabla 17. Resumen sector de manufactura de componentes.....	47
Tabla 18. Subsectores de manufactura: caracterización exploratoria y vinculación con el H2V.....	49
Tabla 19. Consumos promedio y máximo para las distintas fases.....	53
Tabla 20. Consumo mensual de alimentos para trabajadores de Mina Invierno - 2018.....	54
Tabla 21. Residuos promedio y máximo para las distintas fases.....	55
Tabla 22. Escenarios para proyección de requerimientos por capacidad instalada (MW).....	59
Tabla 23. Obras proyectadas que podrían implicar mayor demanda de materiales.....	68
Tabla 24. Principales grupos de servicios ambientales.....	71
Tabla 25. Subsectores y alcance del monitoreo ambiental.....	72
Tabla 26. Evaluación preliminar por componente y área de monitoreo ambiental.....	76
Tabla 27. Tabla resumen de recomendaciones propuestas.....	87

Índice de gráficos

Gráfico 1. Evolución Producto Interno Bruto de Magallanes.....	11
Gráfico 2. Capacidad de potencia instalada.....	61
Gráfico 3. Cantidad proyectada de aerogeneradores (7MW).....	61
Gráfico 4. Demanda de hormigón para fundaciones de aerogeneradores.....	62
Gráfico 5. Demanda de cemento para fundaciones de aerogeneradores.....	63
Gráfico 6. Inversión en obras en Magallanes - Ministerio de Obras Públicas.....	64
Gráfico 7. Demanda de agua para fundaciones de aerogeneradores.....	65
Gráfico 8. Demanda de áridos para fundaciones de aerogeneradores.....	66
Gráfico 9. Demanda de acero para fundaciones de aerogeneradores.....	67

Índice de figuras

Figura 1. Estructura Programa Transforma Regional H2V Magallanes.....	17
Figura 2. Principales etapas de un proyecto a escala comercial.....	27
Figura 3. Síntesis actividades económicas identificadas en las entrevistas.....	29
Figura 4. Matriz de Kraljic.....	38

1. Antecedentes

El Estudio de Análisis de Encadenamientos Productivos desarrollado en 2023, mandatado por la Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ) y ejecutado por Grupo Singular, evidenció el potencial transformador del hidrógeno verde (H2V) y sus derivados, no solo como una herramienta clave para la descarbonización de sectores intensivos en energía, sino también como un motor de desarrollo industrial y social en territorios estratégicos como la región de Magallanes y de la Antártica Chilena.

Dicho estudio subrayó el posicionamiento de Magallanes en el contexto nacional e internacional, destacando sus ventajas comparativas únicas como su recurso eólico de clase mundial, la disponibilidad de grandes extensiones de terreno, la condición bioceánica del Estrecho de Magallanes y una trayectoria consolidada en la industria química. Estas características sitúan a la región como un nodo clave para la producción y exportación de H2V y sus derivados.

Además, el estudio permitió avanzar en un análisis más detallado de la cadena de valor de la industria, identificando los potenciales encadenamientos productivos y estableciendo la relación entre los productos y servicios que serán demandados y las capacidades existentes en el territorio. Dentro de sus principales conclusiones, se destacó la necesidad de contar con un sistema de gobernanza coordinado, marcos regulatorios sólidos y estables, así como estrategias de relacionamiento comunitario proactivas y estructuradas. Asimismo, se identificaron nichos de oportunidad específicos que requieren medidas concretas para elevar los estándares productivos y mejorar la competitividad de la industria en la región.

El desarrollo de encadenamientos productivos robustos no sólo contribuirá a la competitividad del sector del hidrógeno en Magallanes, sino que también permitirá consolidar una red de proveedores locales que respalde su crecimiento de manera sostenible, en armonía con los desafíos ambientales, sociales y económicos del territorio.

En este contexto, el presente estudio tiene por objetivo proporcionar insumos clave que orienten el diseño y la implementación de políticas públicas e instrumentos específicos para el desarrollo y fortalecimiento de proveedores locales y nacionales vinculados a la cadena de valor del H2V. En particular, se enfoca en la identificación de requerimientos de servicios e insumos necesarios para la instalación de proyectos de H2V, así como en la caracterización de oportunidades de crecimiento y brechas en los segmentos industriales con mayor potencial de desarrollo en la región. Este análisis busca entregar información estratégica que facilite la toma de decisiones en materia de desarrollo productivo, inversión y planificación territorial para consolidar a Magallanes como polo de referencia en la industria del hidrógeno verde a nivel internacional.

1.1 Región de Magallanes y de la Antártica Chilena

La región de Magallanes y de la Antártica Chilena, ubicada en el extremo sur de Chile, es la región más austral y extensa del país. Su territorio abarca una vasta superficie de 1.382.033 km² si se considera la reclamación antártica y de 132.297,2 km² en su parte continental, representando el 17,5% de la superficie nacional.

Según los datos del Censo 2017, la región cuenta con una población de 166.533 habitantes, proyectándose un aumento a aproximadamente 180.000 personas en la actualidad. La población está concentrada principalmente en Punta Arenas, capital regional que alberga cerca del 80% de los habitantes de la región. Otras localidades relevantes son Puerto Natales, Porvenir y Cabo de Hornos, que complementan la distribución demográfica del territorio.

Tabla 1. Población regional por comuna

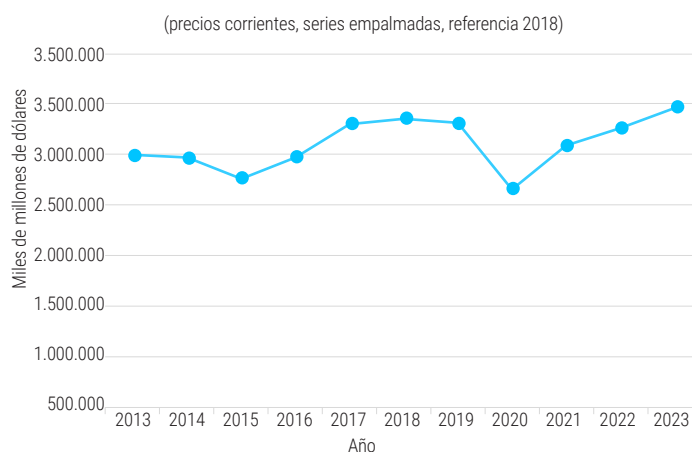
Provincia	Comuna	Habitantes	% del total
Magallanes	Punta Arenas	131.592	79,02%
	Laguna Blanca	274	0,16%
	Río Verde	617	0,37%
	San Gregorio	799	0,48%
Última Esperanza	Puerto Natales	21.477	12,90%
	Torres del Paine	1.209	0,73%
Tierra del Fuego	Porvenir	6.801	4,08%
	Primavera	1.158	0,70%
	Timaukel	405	0,24%
Antártica	Cabo de Hornos	2.063	1,24%
	Antártica	138	0,08%
Total Región		166.533	100,00%

Fuente: INE, Censo 2017

Considerando únicamente la superficie continental de la región de Magallanes y la Antártica Chilena, la densidad poblacional se sitúa en 1,26 habitantes por km², lo que equivale a aproximadamente 20 veces menos que el promedio nacional del mismo periodo (26 habitantes por km²) (INE, 2017). Esta baja densidad demográfica refleja la marcada dispersión territorial de los habitantes, con 92% en zonas urbanas y 8% en zonas rurales, y plantea desafíos en términos de acceso a servicios, conectividad e infraestructura para el desarrollo de nuevas industrias.

Desde el punto de vista económico, el Producto Interno Bruto (PIB) de Magallanes en 2023 representó el 0,88% del PIB nacional (Banco Central, 2024), posicionándose como una de las regiones con menor aporte relativo a la economía del país. Solo las regiones de Aysén (0,55%) y Arica y Parinacota (0,77%) registraron participaciones inferiores..

Gráfico 1. Evolución Producto Interno Bruto de Magallanes



Fuente: Elaboración propia con datos del Banco Central de Chile

El análisis del PIB regional revela que la economía de Magallanes está dominada por sectores de servicios y actividades industriales vinculadas a la transformación de recursos naturales. Las actividades económicas con mayor participación en el PIB regional son:

- **Servicios Personales (14,9%):** Incluye educación, salud y otros servicios comunitarios esenciales para la población.
- **Administración Pública (14,5%):** Refleja el peso del empleo público, las fuerzas armadas y la gestión estatal en la región.
- **Industria Manufacturera (11,6%):** Comprende la transformación de hidrocarburos y el procesamiento de alimentos provenientes de la pesca, acuicultura y ganadería, sectores tradicionales de la economía magallánica.
- **Servicios Financieros y Empresariales (10%):** Representa el soporte financiero y administrativo para la actividad económica regional.
- **Propiedad de Vivienda (9,9%):** Expresión del valor de la propiedad inmobiliaria y su aporte a la economía regional.

1.2. Objetivos del estudio

La transición hacia un modelo económico basado en energías limpias y renovables representa una oportunidad sin precedentes para Magallanes. La región cuenta con recursos eólicos de clase mundial, una disponibilidad territorial muy favorable y una ubicación geoestratégica clave que la posicionan como un polo emergente para la producción y exportación de H2V y sus derivados.

Para que este sector logre consolidarse y materializar su impacto en el desarrollo económico regional, es fundamental el establecimiento de una cadena de proveedores locales robusta y articulada, que permita generar encadenamientos productivos sostenibles y mejorar la competitividad de la industria. Este proceso requiere un enfoque coordinado entre el sector público, privado y la academia, abordando aspectos como la formación de capital humano, el desarrollo de infraestructura habilitante y la atracción de inversiones estratégicas.



Objetivos específicos:

- 1. Requerimientos de servicios e insumos:** A través de entrevistas y otros medios de levantamiento de información, se identificaron los requerimientos clave de servicios e insumos necesarios para el despliegue oportuno de la industria del H₂V en Magallanes, en función de las necesidades expresadas por las empresas desarrolladoras de proyectos en la región.
- 2. Diagnóstico general de proveedores:** Con base en estudios previos, se realizó un análisis para identificar las oportunidades de desarrollo de proveedores locales y nacionales, con énfasis en aquellos sectores de la cadena de valor que presentan mayor potencial para ser competitivos a nivel regional y nacional.
- 3. Diagnósticos específicos:** Se realizó un diagnóstico en profundidad para cuatro segmentos industriales clave, donde se identifican brechas y oportunidades para el desarrollo de proveedores.

2. Metodología

El presente estudio se desarrolló a partir de una estrategia metodológica que combinó análisis documental, trabajo cualitativo en terreno, sistematización de datos cuantitativos y ejercicios participativos de priorización.

En una primera etapa, se llevó a cabo un análisis documental, que consideró la revisión de literatura nacional e internacional relacionada con la industria del H2V, encadenamientos productivos, desarrollo de proveedores y experiencias comparadas de implementación industrial en territorios con características similares a lo que se espera se podría desarrollar en la región de Magallanes.

Posteriormente, se desarrolló un levantamiento cualitativo basado en entrevistas semiestructuradas, dirigidas a tres grupos clave: i) empresas que actualmente desarrollan proyectos de H2V en Magallanes; ii) proveedores locales con potencial de integrarse a las cadenas de valor emergentes; y iii) grandes proveedores nacionales e internacionales con experiencia en industrias asociadas. Para facilitar este proceso, se elaboró un mapa de actores estratégicos, el cual fue construido con insumos entregados por el Programa Transforma Hidrógeno Verde Magallanes y complementado con el conocimiento del equipo consultor, considerando tanto criterios técnicos como relacionales.

Como parte del levantamiento de información estructurada, se diseñó una matriz de recopilación de datos orientada a empresas desarrolladoras y productoras de H2V y sus derivados en Magallanes. Este instrumento buscó cuantificar la demanda de bienes y servicios en distintas etapas de desarrollo de los proyectos, con foco en su potencial de abastecimiento local y nacional. Esto permitió comprender su visión estratégica, los modelos de encadenamiento productivo considerados, y las brechas internas y externas que enfrentan para su implementación.

Una vez consolidada la información, se realizaron ejercicios de sistematización y análisis de los hallazgos, que permitieron identificar sectores económicos y nichos de mercado con mayor potencial de articulación con la industria del H2V. Finalmente, se organizaron talleres de priorización, en los que se aplicaron metodologías participativas para seleccionar los cuatro sectores de mayor interés, los cuales fueron objeto de un análisis más profundo en etapas posteriores del estudio.

Para cada uno de estos segmentos se proyectó la potencial demanda derivada de la industria del H2V, en tres escenarios (conservador, moderado y avanzado). Se profundizó en las brechas y oportunidades para el desarrollo de estos sectores en el territorio a partir de entrevistas y análisis de proyecciones y tendencias realizadas por los gremios de las actividades económicas de interés.

Esta metodología permitió integrar múltiples fuentes de información, combinar conocimiento experto con la perspectiva territorial y orientar el análisis hacia oportunidades concretas de desarrollo productivo asociado al despliegue de la industria del hidrógeno verde en la región.



3. Desarrollo del Estudio

A continuación, se presenta el desarrollo de cada una de las actividades contempladas en el marco del estudio. Para ello, se expone de manera estructurada el trabajo realizado en cada etapa, detallando los objetivos, enfoques aplicados, principales hallazgos y aprendizajes derivados.

Esta sección da cuenta del proceso completo de investigación y análisis, desde la caracterización inicial hasta la priorización de sectores clave, con el fin de aportar evidencia concreta para la toma de decisiones estratégicas vinculadas al despliegue del H2V en la región.

Definición de requerimientos clave y diagnóstico de proveedores

Objetivo Específico 1:

Identificación de insumos y servicios demandados

3.1. Modelo de relacionamiento con el programa Transforma Regional H₂V Magallanes

Para el desarrollo del presente servicio y su vinculación territorial, resulta clave establecer una relación estrecha con el Programa “Transforma Regional Hidrógeno Verde Magallanes” (Programa Transforma) liderado y financiado por la Dirección Regional de CORFO y el Gobierno Regional de Magallanes y de la Antártica Chilena. La estructura bajo la cual opera esta iniciativa se presenta en el siguiente esquema:

Figura 1. Estructura Programa Transforma Regional H2V Magallanes



Fuente: Programa Transforma Regional H₂V Magallanes

Este programa, que impulsa la gobernanza y el asentamiento de la industria del H₂V y derivados de forma armónica con el territorio, cuenta con cinco ejes estratégicos los cuales se describen en la tabla 2.

Tabla 2. Ejes estratégicos Programa Transforma Regional H₂V Magallanes

Eje estratégico	Descripción
1. Gobernanza, acuerdos y alianzas público-privadas y financiamiento	Velar por un liderazgo articulador, asegurar el financiamiento y fomentar acuerdos de cooperación entre los diferentes sectores vinculando la cadena de valor y acceso a los mercados internacionales.
2. Desarrollo social, económico y ambiental de la comunidad	Asegurar la búsqueda de la creación de valor para la comunidad donde se inserten los proyectos, asegurando responsabilidad social, ambiental y de las comunidades y el territorio.
3. Capital humano, innovación y desarrollo	Disponibilizar el desarrollo de capital humano local, conocimiento técnico y tecnológico, promoviendo la innovación abierta desde la región hacia el país y el mundo.
4. Infraestructura habilitante	Disponibilizar condiciones de infraestructura para el territorio y el desarrollo de proyectos velando por la articulación de actores para el desarrollo de infraestructura compartida.
5. Regulación, permisos y estandarización	Facilitar e impulsar el desarrollo de regulación y normalización de estándares que habiliten la inversión, desarrollo y operación de la industria.

Fuente: Programa Transforma Regional H₂V Magallanes

En el marco del desarrollo de este estudio, se realizaron diversas reuniones de coordinación con representantes del Programa Transforma. Estas instancias tuvieron como objetivo garantizar la alineación metodológica y validar los enfoques utilizados para la recopilación de información. Durante estas reuniones, se presentaron y discutieron los instrumentos diseñados para el levantamiento de información, los cuales incluyen:

- **Matriz de levantamiento de información:** herramienta estructurada para sistematizar los datos clave sobre los requerimientos y capacidades requeridas de los proveedores locales (Anexo 1. Matriz de levantamiento de datos).
- **Pauta semiestructurada de entrevistas:** guía metodológica utilizada para las conversaciones con actores relevantes del sector, permitiendo recopilar información cualitativa de manera consistente y comparable (Anexo 2. Pauta Entrevistas).

Ambos instrumentos fueron revisados y validados por los representantes del Programa Transforma.

3.2. Mapa de Actores

Uno de los insumos clave para el desarrollo del estudio fue la actualización del mapa de actores vinculados al ecosistema productivo regional, con énfasis en aquellos relacionados con el despliegue de la industria del H₂V y sus derivados. Esta actividad permitió contar con una visión actualizada y ampliada de los actores estratégicos, facilitando el análisis de oportunidades concretas de articulación productiva y de integración de proveedores locales.

Como insumo inicial, se solicitó al equipo del Programa Transforma H₂V Magallanes un listado de actores que participan en los ejes estratégicos 2 y 3 de su hoja de ruta, así como los proyectos vinculados al H₂V actualmente identificados en la región. Esta base, utilizada previamente en el estudio de encadenamientos productivos elaborado por GIZ - Grupo Singular (2023), fue complementada con nuevos actores nacionales e internacionales, especialmente grandes proveedores de bienes y servicios críticos para la cadena de valor. La versión actualizada del mapa permitió caracterizar con mayor precisión la estructura del ecosistema, además identificar brechas de integración, oportunidades de colaboración temprana y sinergias potenciales que fortalezcan la inserción de empresas locales en el desarrollo de esta nueva industria en Magallanes. Algunos de los actores principales entrevistados se observan en la tabla 3.

Tabla 3. Principales actores entrevistados asociados a la industria emergente del H2V en Magallanes

Nº	Proveedor	Área de desempeño
1	Astilleros y Armadores de la Armada (ASMAR)	Logística y Transporte Portuario
2	Cementos Melón	Cementos
3	Concremag	Extracción de áridos y producción de hormigón
4	Empresa Portuaria Austral (EPA)	Transporte y almacenamiento
5	Marval	Logística y Transporte Portuario
6	Salfa	Construcción y mantenimiento
7	Gehma	Asociación de empresas para el H2V
8	Tecnofast	Habilitación de campamentos
9	EINAS	Consultoría y Servicios Ambientales
10	Colbún	Generación eléctrica
11	Ferrostaal	Servicios industriales
12	ISA Interchile	Transmisión eléctrica
13	GEHMA Chile	Gremio empresarial
14	ACADES	Desalación y reuso de agua
15	Aramark	Casino y campamentos
16	ENAP Magallanes	Producción de hidrocarburos, logística y mantenimiento industrial

Fuente: Elaboración propia

La matriz completa de actores, incluyendo eventuales desarrolladores de proyecto (demanda) y proveedores (oferta) a nivel regional y nacional se encuentra en el Anexo 3. Mapa de Actores.

3.3. Mapeo y seguimiento de instrumentos en curso

Para garantizar una coordinación efectiva entre las iniciativas orientadas al establecimiento y desarrollo de la industria del H2V y sus derivados en el territorio, se llevó a cabo un mapeo y monitoreo continuo de los instrumentos e iniciativas relevantes en curso. Este análisis permite alinear el presente estudio con los esfuerzos ya implementados en la región, optimizando la integración de recursos y evitando duplicidades en las acciones estratégicas.

Se identificaron y caracterizaron marcos normativos, instrumentos de desarrollo territorial, programas públicos y estudios previos relevantes, tanto para el sector del H2V como para el desarrollo económico regional. Se evaluaron iniciativas en distintas fases de implementación, diferenciando entre aquellas que están actualmente vigentes y aquellas que aún se encuentran en proceso de desarrollo. La caracterización desarrollada se puede observar en la tabla 4.

Tabla 4. Instrumentos relacionados

Nombre	Descripción	Mandante - Ejecutor	Vigencia / Año publicación	Tipo de instrumento	Nivel Territorial
Ley Marco de Cambio Climático	Su objetivo principal es abordar y gestionar la crisis climática, estableciendo un marco legal y de gobernanza climática a nivel nacional. Define las directrices y metas que el país debe cumplir para reducir sus emisiones de GEI, fortalecer la resiliencia climática y promover el desarrollo sostenible.	Ministerio Medio Ambiente	Indefinida	Ley	Nacional
Política Energética Nacional	Fija objetivos para el desarrollo sostenible del sector energético y promueve la diversificación de la matriz a través de la promoción y uso de las energías renovables.	Ministerio de Energía	2050	Política	Nacional
Estrategia Climática de Largo Plazo	La ECLP es un instrumento que establece la visión, los objetivos y las metas de largo plazo para orientar el desarrollo de políticas públicas hacia la carbono- neutralidad y la resiliencia climática al 2050.	Ministerio Medio Ambiente	2050	Estrategia	Nacional
Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde	Busca promover el desarrollo de la industria en Chile. Establece una hoja de ruta con metas para convertir al país en uno de los mayores productores y exportadores de hidrógeno verde del mundo.	Ministerio de Energía	2030	Estrategia	Nacional
Comité Estratégico H ₂ V	Contribuye a alinear las decisiones estratégicas y políticas del país con las oportunidades que presenta el H ₂ V, asegurando que Chile maximice su potencial como un actor relevante en la transición hacia energías limpias y descarbonización. (Actualiza Estrategia)	Plan de Acción – Ministerio de Energía	N/A	No aplica	Nacional
Plan de Acción del H ₂ V	Detalla las acciones específicas para implementar la Estrategia Nacional de H ₂ V. Este plan define metas, hitos y responsabilidades en áreas como desarrollo de infraestructura, formación de capital humano, atracción de inversiones, y fomento de la innovación y tecnología para el hidrógeno verde. Cuenta con 81 medidas distribuidas en 18 líneas de trabajo.	Ministerio de Energía	2030	Plan	Nacional
Estrategia Regional de Desarrollo	Instrumento de planificación que define la hoja de ruta para el desarrollo económico, social y territorial de la región al 2030. Tiene como objetivo principal orientar las políticas públicas y las inversiones para lograr un desarrollo armónico y sostenible de la región.	GORE Magallanes - UMAG	2030	Estrategia	Regional
Planes estratégicos de gestión hídrica	Instrumentos de planificación diseñados por la Dirección General de Aguas (DGA) del MOP con el objetivo de gestionar de manera eficiente el recurso hídrico en la región, considerando su particularidad geográfica y las proyecciones de cambio climático.	Ministerio Obras Públicas	S/I	Plan	Nacional
Política Energética de Magallanes	Tiene como objetivo principal promover un desarrollo energético sostenible, eficiente y diversificado, que permita reducir la dependencia de combustibles fósiles y aumentar la participación de energías renovables en la matriz energética local.	Ministerio de Energía	2050	Política	Regional
Política Regional de Fomento Productivo	Instrumento de planificación orientado a promover el desarrollo económico sostenible y diversificado de la región buscando generar empleos de calidad, fortalecer las capacidades locales y mejorar la competitividad del territorio.	GORE Magallanes	2025	Política	Regional
Política de Localidades Aisladas	Instrumento de planificación que busca mejorar las condiciones de desarrollo de las comunidades aisladas de la región, abordando problemas históricos de conectividad, acceso a servicios básicos y desarrollo productivo.	SUBDERE y GORE Magallanes	2030	Política	Regional

Nombre	Descripción	Mandante - Ejecutor	Vigencia / Año publicación	Tipo de instrumento	Nivel Territorial
Política de Zonas Extremas	Busca reducir las desigualdades territoriales y fomentar el desarrollo económico en las regiones más aisladas de Chile. El 2022 pasó de ser plan a política enfocándose en promover proyectos de infraestructura, conectividad y productividad de forma continua.	SUBDERE y GORE Magallanes	Indefinido	Política	Nacional aplicado a zonas específicas
Plan de zonificación borde costero	Instrumento de planificación territorial que busca definir y organizar los usos preferentes de la zona costera de la región, de manera que se promueva el desarrollo sostenible, el aprovechamiento racional de los recursos naturales y la conservación ambiental.	GORE Magallanes	En curso	Plan	Regional
Plan Estratégico Energético Reg.	Instrumento de planificación territorial que busca definir la visión de desarrollo energético para la región, promoviendo la diversificación de la matriz energética, la integración de energías renovables y la sostenibilidad.	Ministerio de Energía - PUC	En curso	Plan	Regional
Estrategia Energética Local San Gregorio	Instrumentos de planificación comunal que buscan orientar el desarrollo energético en cada comuna, promoviendo el uso eficiente de la energía, la integración de energías renovables y la sostenibilidad ambiental.	Asociación Municipios Magallanes (AMUMAG)	2034	Estrategia	Local
Plan de Desarrollo Logístico Magallanes H ₂ V	Busca establecer una infraestructura logística y portuaria estratégica para la región, con un fuerte enfoque en el desarrollo de la industria del hidrógeno verde, aunque también abarca otros sectores productivos.	Ministerio de Energía - PUCV	Publicado en diciembre 2024	Plan	Regional
Plan Regulador Intercomunal	Instrumento de planificación territorial que busca ordenar el desarrollo de las provincias de Magallanes y Tierra del Fuego, estableciendo normas y criterios para el uso del suelo y la regulación de actividades en el territorio.	Ministerio de Vivienda y Urbanismo - GORE Magallanes	S/I	Plan regulador	Regional
Líneas Base Públicas	Tiene como objetivo levantar información detallada sobre los ecosistemas terrestres y marinos en las provincias de Magallanes y Tierra del Fuego, generando datos ambientales que sirvan de referencia para futuros proyectos y políticas de desarrollo en la región.	Ministerio Medio Ambiente - UMAG	En curso	Programa MMA	Regional
Programa Transforma H ₂ V	Tiene como objetivo articular, ordenar y potenciar el desarrollo de la industria de H ₂ V en la región, promoviendo la producción, exportación y demanda local. Cuenta con 5 ejes estratégicos: 1) Desarrollo económico y ambiental; 2) Infraestructura y ordenamiento territorial; 3) Capital humano e innovación; 4) Gobernanza y financiamiento y; 5) Regulaciones, permisos y estándares.	CORFO y GORE Magallanes	En curso	Programa CORFO	Regional
Centro Tecnológico para la Innovación en H ₂ V en Magallanes	Tiene como propósito incentivar y acelerar el desarrollo de productos y servicios basados en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), además de transferencia tecnológica asociada a la cadena de valor del H ₂ V en Magallanes.	CORFO / Consorcio liderado por Fundación Chile	Adjudicado Fundación Chile en diciembre 2024	Programa CORFO	Regional
Estudio sobre hubs industriales adyacentes al H ₂ V en Magallanes	Tiene como objetivo analizar las oportunidades de nuevas industrias que podrían instalarse en el territorio al alero de la industria del hidrógeno verde y sus derivados considerando los distintos insumos producidos por esta.	GIZ - Grupo Singular	Finalizado en enero 2025	Estudio	Regional
Estudio sobre capacidades humanas para el H ₂ V	Tiene como objetivo analizar la demanda de perfiles profesionales para la industria del H ₂ V en Magallanes y las necesidades específicas de formación tanto en áreas técnicas como profesionales.	Ministerio de Economía - UMAG / Grupo Singular	Finalizado en enero 2025	Estudio	Regional
Directorio de proveedores para el H ₂ V	Busca identificar y construir bases de datos de proveedores para los cinco valles de hidrógeno a nivel nacional considerando la distribución de los mismos a lo largo de la cadena de valor.	Ministerio de Energía	Finalizado en enero 2025	Estudio	Nacional aplicado a zonas específicas

Fuente: Elaboración propia

3.4. Elaboración de matriz de levantamiento de datos

Con el objetivo de obtener información estructurada y comparable sobre la demanda de bienes y servicios, se elaboró una matriz de levantamiento de datos dirigida a empresas desarrolladoras y productoras de H2V en Magallanes. Este instrumento fue diseñado con base en las cadenas de valor identificadas en el estudio previo de encadenamientos productivos (GIZ – Grupo Singular, 2023) y permitió capturar información clave sobre requerimientos en distintas fases de desarrollo de los proyectos.

La matriz (ver Anexo 1) fue validada junto al Programa Transforma H2V y compartida con las empresas entrevistadas, como parte del proceso de recopilación cuantitativa. La información recopilada a través de este medio fue clave para el análisis posterior de brechas y oportunidades de abastecimiento, y para identificar sectores locales con mayor potencial de inserción en la cadena de valor

3.5. Diseño y Aplicación de Entrevistas a Desarrolladores / Productores

Como parte del levantamiento de información cualitativa del estudio, se diseñó y aplicó un conjunto de entrevistas semiestructuradas dirigidas a ejecutivos clave de los principales proyectos de H2V y sus derivados en la región de Magallanes. Esta actividad tuvo como propósito identificar desafíos, brechas y oportunidades vinculadas a la implementación de modelos de encadenamiento productivo, en línea con los hallazgos previos del Estudio de Encadenamientos Productivos elaborado por GIZ – Grupo Singular (2023).

La pauta de entrevistas utilizada (ver Anexo 2) fue construida con un enfoque exploratorio y estructurada en torno a cuatro ejes temáticos principales:

- Visión estratégica de los proyectos y sus proyecciones a largo plazo, con énfasis en el despliegue futuro de la industria en la región.

- Modelos de encadenamiento productivo actualmente en evaluación o en fase de implementación por parte de las empresas.
- Relación con el territorio de Magallanes, incluyendo el conocimiento y vinculación con actores locales, así como los mecanismos considerados para integrar proveedores regionales a las cadenas de suministro.
- Brechas internas y desafíos operativos, particularmente en aspectos relacionados con infraestructura, capacidades técnicas, procesos de gestión, sistemas de información y metodologías de trabajo.

Las entrevistas permitieron capturar percepciones estratégicas y operativas directamente desde los desarrolladores, generando insumos esenciales para comprender tanto las condiciones habilitantes como las barreras que enfrenta el ecosistema regional para integrarse eficazmente a la nueva industria del H2V.

El marco conceptual adoptado en este estudio incluye una lista de diez tipologías de modelos de encadenamiento productivo, los cuales fueron utilizados como referencia y luego fueron contrastados con los resultados de las entrevistas. Estos modelos están representados en la tabla 5 y abarcan distintos niveles de integración y participación de proveedores locales en la cadena de valor del H2V.

Las dimensiones abordadas en este marco se relacionan con la visión estratégica de los proyectos en el largo plazo, haciendo énfasis en las formas de relacionamiento con el territorio de Magallanes y con las PYMES locales. Asimismo, se identificaron brechas relacionadas con la capacidad interna de los proyectos para implementar los modelos, incluyendo infraestructura, sistemas de información, procesos y metodologías.

Tabla 5. Diez tipologías de modelos de encadenamiento productivo

Modelo de Encadenamiento Productivo	Definición
Modelo de Red de Empresas (<i>Business Network Model</i>)	Un modelo donde múltiples empresas colaboran para compartir recursos, información y capacidades para alcanzar objetivos comunes.
Modelo de Alianzas Estratégicas (<i>Strategic Alliances</i>)	Un acuerdo entre dos o más empresas para trabajar juntas y compartir recursos con el fin de lograr objetivos estratégicos específicos.
Modelo de Consorcio (<i>Consortium Model</i>)	Un grupo de empresas que se unen para realizar un proyecto común o alcanzar un objetivo que sería difícil de lograr individualmente.
Modelo de Subcontratación Colaborativa (<i>Collaborative Outsourcing</i>)	Una forma de subcontratación en la que las empresas colaboran estrechamente con sus proveedores y socios para mejorar la eficiencia y la innovación.
Modelo de Clústeres Industriales (<i>Industrial Clusters</i>)	Concentración geográfica de empresas interrelacionadas, proveedores especializados, y otras instituciones asociadas en un campo particular.
Modelo de Redes de Innovación Abierta (<i>Open Innovation Networks</i>)	Un modelo en el que las empresas colaboran y comparten conocimiento e ideas para acelerar la innovación.
Modelo de Cadena de Suministro Colaborativa (<i>Collaborative Supply Chain</i>)	Empresas que trabajan conjuntamente en todas las etapas de la cadena de suministro para mejorar la eficiencia y la satisfacción del cliente.
Modelo de Cooperativas Empresariales (<i>Business Cooperatives</i>)	Empresas que se unen para formar una cooperativa para obtener beneficios mutuos y aumentar su poder de negociación.
Modelo de Plataformas de Negocios (<i>Business Platforms</i>)	Plataformas digitales que permiten a múltiples empresas interactuar, colaborar y hacer negocios entre sí de manera eficiente.
Modelo de Red de Valor Compartido (<i>Shared Value Network</i>)	Un enfoque en el que las empresas colaboran para crear valor económico y social compartido, beneficiando a todos los participantes.

Fuente: Elaboración propia

3.6. Detección de los Requerimientos de Insumos y Servicios por Etapas de Proyectos

3.6.1 Entrevistas a empresas desarrolladoras

Con el propósito de identificar los requerimientos actuales y proyectados de bienes y servicios vinculados al desarrollo de proyectos de H2V en la región, se llevó a cabo un conjunto de entrevistas dirigidas a representantes de empresas desarrolladoras. Este proceso consideró tanto a integrantes de la Asociación de Productores de Hidrógeno Verde y sus Derivados en Magallanes (H2V Magallanes AG) como a otros proyectos relevantes que operan en el territorio.

Entre las empresas participantes se encuentran HIF Chile, HNH Energy, TEG Chile, Grupo EDF, Consorcio Austral, Acciona-Nordex, Total Energies y Otway Green Energy. La participación de este grupo diverso permitió obtener una visión representativa del estado actual de los proyectos, sus prioridades estratégicas y su grado de avance en materia de planificación y encadenamiento productivo.

Cabe destacar la disposición de las empresas para colaborar en el estudio, compartiendo antecedentes sobre el desarrollo de sus iniciativas, que en su mayoría se encuentran en fases tempranas como la prefactibilidad, la elaboración de estudios de impacto ambiental o el proceso de ingreso al Sistema de Evaluación Ambiental (SEA). Entre los ejemplos se incluyen proyectos como Faro del Sur y la planta carbono neutral Cabo Negro de HIF, el desarrollo integrado de HNH Energy, que contempla parque eólico, planta química, desaladora y puerto, y el proyecto recientemente ingresado por Total Energies, el más grande hasta la fecha en cuanto a volumen de inversión declarado ante el SEA en Chile.

3.6.2. Factores que condicionan el encadenamiento productivo temprano

A partir de este proceso, se identificaron hallazgos transversales que permiten caracterizar los requerimientos de insumos y servicios según las distintas fases del ciclo de vida de los proyectos. Un aspecto relevante constatado es que, dada la etapa de desarrollo en la que se encuentran la mayoría de las iniciativas, aún no es posible contar con información detallada ni cuantificada respecto de la demanda específica de bienes y servicios.

Esta limitación responde a una dinámica común en industrias emergentes, donde los esfuerzos iniciales se concentran en superar hitos críticos como la obtención de permisos, la definición del modelo de negocio y la preparación para la Decisión Final de Inversión (FID por su sigla en inglés). Estas etapas se caracterizan por un alto nivel de incertidumbre, lo que dificulta proyectar con precisión las necesidades futuras de abastecimiento.

Adicionalmente, se señala la existencia de un contexto nacional percibido como incierto por parte de los desarrolladores. En todas las entrevistas, este fue señalado como un factor determinante para adoptar una postura cautelosa respecto a comprometer tempranamente estrategias de encadenamiento. Entre los elementos mencionados destacan la posibilidad de iteraciones en la revisión de estudios de impacto ambiental, el riesgo de judicialización de los proyectos y la politización de las decisiones de aprobación o rechazo, todos los cuales afectan la previsibilidad del entorno regulatorio.

Asimismo, el tipo de modelo de negocios adoptado por los proyectos influye en el alcance esperado de su estrategia de relacionamiento con proveedores. Mientras algunos actores se enfocan en el desarrollo inicial hasta alcanzar el estado de “Listo para Construir” o “Ready to Build” (RTB), cediendo posteriormente el proyecto a terceros encargados de su ejecución y operación, otros contemplan su participación en todo el ciclo de vida del proyecto. En este contexto, los primeros tienden a mostrar un interés más acotado en la estructuración temprana de vínculos productivos, dejando ese impulso a las fases posteriores del desarrollo.

3.6.3. Progresión de certeza sobre demanda de bienes y servicios

Dado que la mayoría de los proyectos aún se encuentran en etapas iniciales, como la prefactibilidad o el desarrollo de sus estudios ambientales, se observa una brecha significativa en términos de proyecciones detalladas de la demanda de bienes y servicios, lo que representa un desafío para la planificación de encadenamientos productivos desde el territorio. No obstante, se espera que, una vez que los proyectos alcancen etapas más avanzadas como el FID, la ingeniería de detalle o el estado de RTB, sea posible obtener estimaciones más robustas mediante ingeniería de detalle, facilitando así la articulación con proveedores locales y la configuración de una cadena de suministro más integrada y eficiente.

Para facilitar la comprensión de esta progresión, en la tabla 6 se describe las principales fases del ciclo de desarrollo de un proyecto de gran envergadura, junto con su impacto en la certeza de la demanda y los tiempos aproximados involucrados.

Tabla 6. Fases de desarrollo de proyectos y grado de certeza sobre la demanda de bienes y servicios

Fases del proyecto	Descripción general	Grado de certeza sobre la demanda	Tiempo estimado
Prefactibilidad y preparación EIA	Evaluación técnica, económica y ambiental preliminar	Muy baja	18 – 48 meses
Ingreso EIA y permisos sectoriales	Elaboración e ingreso de EIA y solicitudes sectoriales de permisos	Baja	18 – 36 meses
Decisión Final de Inversión (FID)	Validación del modelo de negocios, permisos clave, compromisos de venta	Media	6 – 18 meses
Ingeniería de detalle	Definición técnica completa del proyecto; base de compras para licitaciones	Alta	6 – 18 meses
Listo para construir (RTB)	Proyecto cuenta con permisos, diseño final e inversión asegurada para iniciar las obras	Muy alta	-
Construcción	Ejecución de obras civiles, instalación de equipos e infraestructura	Máxima certeza en compras	2 – 5 años
Operación	Puesta en marcha del proyecto, consumo estable y recurrente de bienes y servicios	Máxima certeza en demanda	25 – 50 años (vida útil)

Fuente: Elaboración propia con información de las empresas

Uno de los hitos más relevantes en este proceso de avance es la FID. En la tabla 7 se resumen los principales elementos evaluados por los desarrolladores al momento de adoptar esta decisión crítica.

Tabla 7. Principales dimensiones en el proceso de obtención del FID

Dimensión	Factores involucrados
Permisos y aprobaciones	EIA aprobado, permisos sectoriales clave obtenidos.
Modelo de negocio	Estructura financiera, participación de socios, contratos de compraventa (off-takers).
Evaluación técnica	Validación de tecnologías, avance en ingeniería de detalle
Análisis de riesgo	Evaluación legal, política, social y ambiental del entorno
Estrategia de abastecimiento	Definición de proveedores estratégicos y costos de insumos críticos.
Viabilidad económica	Estimación de CAPEX, OPEX y retorno esperado.

Fuente: Elaboración propia con información de las empresas

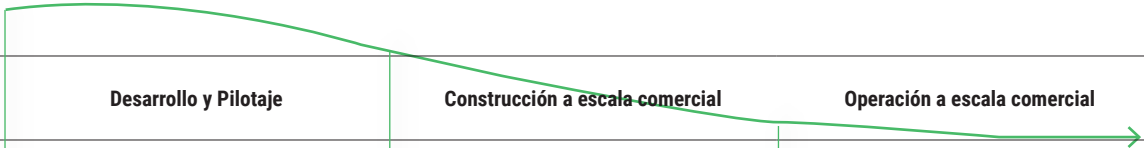
3.6.4. Oportunidades de encadenamiento según etapa

Para ilustrar gráficamente el desarrollo de los proyectos de H2V y sus implicancias en términos de encadenamientos productivos, se presenta la figura 2. Esta representa una línea de tiempo general que describe las principales etapas de un proyecto a escala comercial, diferenciando las fases de desarrollo temprano, construcción y operación. Cada una de estas etapas conlleva requerimientos específicos de bienes, servicios y capacidades, y presenta distintos niveles de oportunidad para la participación de proveedores locales:

- **Etapa de desarrollo temprano (izquierda):** Esta fase incluye actividades como estudios de prefactibilidad, ingeniería conceptual, análisis de impacto ambiental y obtención de permisos. Aunque es una etapa de menor demanda operativa, es crítica para definir el modelo de negocio, la localización del proyecto y las futuras necesidades de bienes y servicios.
- **Construcción a escala comercial (centro):** Corresponde a la etapa con mayor demanda de insumos, mano de obra, servicios industriales y logística. Es aquí donde se genera el mayor volumen de oportunidades para proveedores, tanto locales como nacionales, en áreas como infraestructura, transporte, montaje, energía, entre otros.
- **Operación a escala comercial (derecha):** Una vez que el proyecto entra en operación, las necesidades de abastecimiento se estabilizan, pero se mantienen requerimientos permanentes en mantenimiento, servicios técnicos especializados, operación de planta, seguridad, y gestión ambiental.

La figura también sugiere que las oportunidades de encadenamiento productivo y participación local son mayores en la etapa de construcción, disminuyendo hacia la operación, aunque manteniéndose estables en el largo plazo.

Figura 2. Principales etapas de un proyecto a escala comercial



Etapa	Desarrollo y Pilotaje	Construcción a escala comercial	Operación a escala comercial
Principales actividades	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño e ingeniería front-end • Estudios de (pre) factibilidad • Permisos (p.e.EIA, concesión marítima) • Análisis financiero • Aseguramiento de la tierra • Participación de las partes interesadas 	<ul style="list-style-type: none"> • Acuerdos contractuales EPC • Gestión de proyectos y gobernanza • Participación y contratación de compradores • Comisionamiento 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión activa de activos (O&M) • Optimización de la estructura de capital • Salida de los inversores financieros • Clausura
Hito	Decisión Final de Inversión (FID)	Fecha de Operaciones Comerciales (COD)	-
Tipo de capital	DEVEX / CAPEX	CAPEX	OPEX

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, el grado de avance técnico de los proyectos no es el único factor que condiciona la activación efectiva de estrategias de encadenamiento productivo. A partir del levantamiento de información con empresas desarrolladoras y actores clave del ecosistema, se identificaron diversos elementos que actualmente dificultan o limitan la estructuración de relaciones más sólidas con proveedores locales. Comprender estos aspectos es esencial para anticipar las brechas existentes y diseñar intervenciones que fortalezcan la participación regional en la cadena de valor del H2V:

- **Etapas tempranas.** Como se ha señalado en secciones anteriores, todos los proyectos analizados se encuentran en fases iniciales de su ciclo de vida. Esta condición limita la disponibilidad de información detallada respecto de los requerimientos de abastecimiento y restringe el desarrollo de estrategias formales y robustas para impulsar el encadenamiento productivo.
- **Ausencia de estrategias específicas y control de expectativas.** A la fecha, no se identifican hojas de ruta formalizadas por parte de los proyectos en relación con la incorporación de proveedores locales. Esta situación responde principalmente al estado incipiente de la industria, en un contexto de alta incertidumbre técnica, regulatoria y económica. No se trata de una falta de interés, sino de una etapa en que aún no se han alcanzado hitos habilitantes clave. En este escenario, resulta fundamental mantener expectativas realistas. El encadenamiento productivo forma parte de la visión de largo plazo de los proyectos, pero su desarrollo dependerá del avance en aspectos críticos como el ingreso al SEA, la obtención de permisos y la definición del modelo de negocio. Se espera que, una vez superadas estas etapas, puedan impulsarse estrategias más concretas tanto desde cada empresa como desde espacios colectivos como H2V Magallanes AG. Este estudio, en tanto, busca anticipar esos desafíos y aportar insumos para su futura implementación.
- **Diversidad de enfoques sobre el modelo de encadenamiento:** El levantamiento revela una heterogeneidad importante en cuanto a las aproximaciones y niveles de madurez conceptual sobre el encadenamiento productivo. Algunos proyectos han comenzado a explorar iniciativas piloto con actores del ecosistema, mientras que otros aún no definen los mecanismos más adecuados para su futura implementación. Esto refuerza la necesidad de contar con una hoja de ruta compartida que oriente las acciones del sector.
- **Estándares de la industria.** Este factor, de carácter transversal, representa un desafío a corto plazo para las capacidades locales de la región en servicios como ingeniería, instalación, operación, mantenimiento y certificación de equipos dentro de la cadena de valor.
- **Procesos de compra no adaptados al entorno local.** Las entrevistas revelaron que, en general, las empresas cuentan

con procesos de compra y licitación estructurados para situaciones estándares. Sin embargo, a la fecha de este reporte, no existen procesos específicos diseñados para fomentar la participación de proveedores locales. Esto representa una oportunidad para definir y comunicar los requisitos que estos proveedores deben cumplir, así como para apoyarlos en el desarrollo de las capacidades necesarias.

- **Comunicación.** La difusión oportuna de los estándares exigidos por la industria y de los procesos de cumplimiento de las compañías desarrolladoras es esencial para que los proveedores puedan participar en las compras y licitaciones. Este aspecto es relevante y ofrece una oportunidad para abordarlo de manera colaborativa a través de H2V Magallanes AG, en el marco del Pacto de Magallanes.
- **Capacidades de los proveedores.** Existe un consenso general en que los proveedores regionales deben fortalecer sus capacidades para cumplir con los estándares de la industria y con los procesos de cumplimiento exigidos por las compañías para el suministro de bienes y servicios. Esto representa una oportunidad relevante para impulsar procesos de formación, mejora continua y adecuación interna por parte de las empresas interesadas en participar de la cadena de valor. Dado el carácter incipiente de los proyectos, este fortalecimiento debe abordarse de manera progresiva, avanzando desde aspectos generales, como certificaciones, procesos de gestión y estándares básicos de calidad, hacia requerimientos más específicos que emerjan a medida que los proyectos de H2V maduren técnica y comercialmente.
- **Segmentación de la demanda.** En línea con el punto anterior, se plantea la necesidad de identificar y clasificar los productos y servicios según su nivel de criticidad dentro de la cadena de valor. Esta segmentación permitiría focalizar los esfuerzos en aquellas áreas donde existan mejores condiciones para pilotear o escalar la participación de proveedores locales, aumentando así la efectividad de las estrategias de encadenamiento productivo.
- **Acceso a financiamiento.** Una barrera transversal identificada para los proveedores locales es la limitada disponibilidad de instrumentos financieros que permitan enfrentar

los requerimientos de capital de trabajo, garantías, seguros y cumplimiento de estándares exigidos por los desarrolladores. Esto plantea la necesidad de articular mecanismos de financiamiento público-privado, líneas de crédito preferenciales o garantías estatales que faciliten su incorporación a la cadena de valor.

- **Capacidad institucional para acompañar el despliegue.** Un insight relevante recogido en el levantamiento es la necesidad de evaluar en qué medida las instituciones públicas están preparadas para absorber la demanda de servicios y trámites que surgirán durante la etapa de construcción de los proyectos. Esto incluye organismos como Aduanas, servicios de salud, entidades fiscalizadoras, mutuales de seguridad, entre otros. Su capacidad de respuesta será clave para evitar cuellos de botella y garantizar una implementación fluida en fases críticas del desarrollo. Esto se profundiza en el punto 3.6.6.

3.6.5 Oportunidades Potenciales de Encadenamiento Productivo más próximas

A partir de las menciones realizadas por los entrevistados se perfiló un mapa preliminar de actividades económicas que son percibidas como oportunidades más próximas dentro de la cadena de valor del H2V. Estas oportunidades surgen en un contexto condicionado por factores estructurales abordados previamente, como la disponibilidad limitada de capacidades locales, la falta de escala de ciertas actividades productivas en la región y los estándares de calidad exigidos por esta industria emergente.

En coherencia con los hallazgos del Estudio de Encadenamientos Productivos para el H2V en Magallanes (GIZ – Grupo Singular, 2023), la figura 3 presenta una síntesis de las actividades económicas identificadas en las entrevistas. Estas han sido clasificadas según el nivel actual de capacidades locales, utilizando una escala cromática que permite visualizar escenarios diferenciados de madurez productiva y técnica en el territorio.

Figura 3. Síntesis actividades económicas identificadas en las entrevistas

Nº de Actividad	I. Diseño del concepto, planeación y estudios iniciales	II. Manufactura y construcción de infraestructura	III. Generación y transmisión de electricidad
1	Estudios de planificación e ingeniería de diseño	Manufactura de componentes, partes y piezas (piping)	Generación de electricidad
2	Adquisición, arriendo o usufructo de terrenos	Ensamblaje de componentes partes y piezas	Mantenimiento parques eólicos
3	Estudios de prefactibilidad	Conformación y abastecimiento de campamentos	Líneas de transmisión aéreas o subterráneas

- Actividades donde no se visualizan capacidades actualmente.
- Actividades con capacidades existentes lejanas.
- Actividades donde se visualizan oportunidades con expectativa moderada

Fuente: Elaboración propia a partir del Estudio de Encadenamientos Productivos para el H₂V Magallanes (GIZ – Grupo Singular)

A partir de este diagrama, se distinguen tres grupos de actividades:

- **Color rojo:** Actividades para las cuales actualmente no se visualizan capacidades locales suficientes. Constituyen brechas críticas que requerirán intervenciones profundas, tales como atracción de inversión, alianzas estratégicas con actores externos o procesos intensivos de formación técnica especializada.
- **Color amarillo:** Corresponde a actividades donde existen capacidades incipientes o lejanas. Si bien se visualiza algún nivel de desarrollo, aún persisten limitaciones importantes para una participación competitiva. Aquí existe un espacio relevante para fortalecer capacidades existentes y generar procesos de escalamiento.
- **Color verde:** Identifica actividades donde ya se visualizan capacidades en la región, aunque no necesariamente consolidadas. Estas áreas podrían representar oportunidades inmediatas para la integración de proveedores locales, con requerimientos de mejora progresiva en estándares y cumplimiento.

Esta clasificación, si bien preliminar, entrega una base orientadora para el diseño de estrategias de encadenamiento productivo más ajustadas al contexto territorial y a las capacidades reales del ecosistema productivo regional. A su vez, permite identificar con mayor claridad los ámbitos prioritarios donde se requieren esfuerzos coordinados de política pública, formación técnica, articulación intersectorial y generación de condiciones habilitantes.

3.6.6 Capacidades de los servicios y entidades públicas

Uno de los aspectos más relevantes identificados en las entrevistas con gerentes de proyectos es la capacidad de la región para absorber la ejecución simultánea de uno o más proyectos de hidrógeno verde durante su fase de construcción. Este desafío no solo involucra el desarrollo de infraestructura y la contratación de proveedores locales, sino también la disponibilidad y resiliencia de los servicios públicos y privados esenciales para sostener el crecimiento económico y demográfico derivado de esta nueva industria.

Los proyectos de H2V implicarán peaks de demanda de mano de obra altamente calificada y especializada, lo que generará un impacto significativo en la provisión de servicios en la región. Si bien aspectos como transporte, alojamiento y alimentación serán fundamentales, el desafío va más allá de la logística básica, abarcando servicios críticos que incluyen:

- **Aduanas, importación y exportación:** La llegada de equipamiento de gran escala, muchas veces fabricado en el extranjero, requerirá una modernización y agilización de los procesos aduaneros para evitar retrasos en la ejecución de los proyectos. La infraestructura portuaria y los procedimientos de fiscalización deberán ajustarse a la magnitud de las operaciones.
- **Mutuales de seguridad:** La gestión de riesgos laborales en la industria del hidrógeno verde exigirá estándares rigurosos de seguridad ocupacional. Será necesario fortalecer los servicios de prevención de riesgos, fiscalización y asistencia en caso de accidentes.
- **Servicios médicos:** El aumento de población flotante eventualmente generará una mayor demanda en hospitales, clínicas y servicios de urgencia. Esto igualmente puede ser abordado desde la estrategia que cada empresa desarrolle y que puede considerar servicios asistenciales dentro de sus propias instalaciones. De todas maneras, será relevante promover una planificación adecuada para garantizar la cobertura de salud de los trabajadores y sus familias.
- **Servicios educacionales:** La llegada de profesionales y técnicos especializados a la región puede aumentar la demanda de establecimientos educacionales, tanto en educación escolar como en capacitación técnica.
- **Servicios financieros:** La instalación de nuevos actores industriales y la expansión de proveedores locales requerirán financiamiento para la inversión en infraestructura, equipamiento y capital de trabajo. Será clave el rol de la banca y de entidades financieras en facilitar acceso a crédito y mecanismos de financiamiento adaptados a la industria.
- **Seguridad y orden público (Carabineros y PDI):** Un crecimiento acelerado de la actividad económica y el aumento de trabajadores foráneos en la región podrían generar nuevas dinámicas sociales que requieran mayor dotación y coordinación en materia de seguridad.

Los hallazgos reflejan que, si bien existe una estructura de servicios establecida en la región, el aumento en la demanda de mano de obra y la llegada de nuevos actores industriales generan desafíos significativos. La disponibilidad y eficiencia de servicios como aduanas, mutuales de seguridad, atención médica, educación, servicios financieros y seguridad pública han sido señaladas como factores críticos que influirán en la capacidad de la región para absorber el impacto de los proyectos en marcha.

Asimismo, se constató que la provisión de estos servicios aún no se encuentra plenamente alineada con las necesidades específicas de la industria del H2V, lo que evidencia la necesidad de reforzar la planificación y la inversión en estos sectores. Su fortalecimiento no solo será clave para la ejecución de los proyectos actuales, sino que también consolidará una base robusta para futuras inversiones en la región.



Objetivo Específico 2:

Diagnóstico general

3.7. Aplicación de entrevistas a grandes proveedores de la industria a nivel nacional e internacional

Como parte del desarrollo del estudio, se llevaron a cabo entrevistas con potenciales proveedores de la industria, abarcando toda la cadena de valor del sector. Este proceso incluyó actores clave en etapas como diseño, planificación y estudios iniciales, manufactura y construcción, generación y transmisión de electricidad, operación y mantenimiento, almacenamiento y transporte, así como en el uso y aplicación final de los productos derivados.

Este enfoque permitió obtener una visión transversal y detallada sobre las oportunidades y desafíos que implica el desarrollo de estos proyectos en una región extrema y con condiciones particulares como Magallanes. La interacción con diversos actores permitió identificar brechas existentes en la capacidad instalada, la disponibilidad de infraestructura y la preparación del ecosistema productivo para responder a los requerimientos de la industria del H2V y sus derivados.

Además, el análisis reflejó la importancia de fortalecer la integración de proveedores locales y fomentar estrategias que permitan mejorar la competitividad del sector, asegurando que la región pueda maximizar los beneficios económicos, tecnológicos y laborales derivados del desarrollo de estos proyectos estratégicos.

Las entrevistas se desarrollaron siguiendo una estructura similar a la aplicada a las compañías desarrolladoras, utilizando una pauta semiestructurada que puede encontrarse en el Anexo 4. Pauta Entrevista Proveedores.

3.8. Revisión de estudios adicionales y determinación de insumos relevantes

Durante el desarrollo del presente estudio, se monitorearon los avances de diversos instrumentos y programas relevantes para la industria del H2V en Magallanes. Adicionalmente, se hizo una revisión exhaustiva de estudios nacionales e internacionales buscando identificar mejores prácticas, tendencias globales y oportunidades que fortalecen las conclusiones del estudio y contribuyen a la formulación de recomendaciones precisas y fundamentadas. En la tabla 8 se enumeran los estudios adicionales seleccionados

Tabla 8. Estudios adicionales para el encadenamiento productivo

ID	Estudio	Enfoque Principal	Elementos clave	Fuente - año - enlace
1	Anchoring UK hydrogen supply chains: setting out an industry vision (Anclaje de las cadenas de suministro de hidrógeno en el Reino Unido: visión del sector)	Ambición propuesta de la cadena de suministro del Reino Unido, pilares estratégicos y elementos fundamentales.	Proyecto de hidrógeno / el usuario final comienza a interactuar con sus socios de la cadena de suministro (pág. 11-13).	UK Hydrogen, 2023
2	UK Hydrogen Supply Chain Strategic Assessment (Evaluación estratégica de la cadena de suministro de hidrógeno en el Reino Unido)	Encuesta a 20 cadenas diferentes.	Figura 3 desglosa los paquetes de trabajo clave del análisis de la cadena de suministro, los entregables de cada uno y el cronograma del análisis (pág. 16). Análisis de la cadena de suministro (pág. 25), Selección de elementos prioritarios (pág. 26), Hidrógeno para la industria (pág. 42), Matriz de evaluación para priorización (pág. 47), Anexos con criterios (pág. 80-90).	UK Hydrogen, 2024
3	Shaping Sustainable H2 Value Chains (Creación de cadenas de valor H2 sostenibles)	Visión global sobre cadenas de valor. Comparación de estrategias.	Oportunidades para el desarrollo industrial (pág. 50), Estrategias de hidrógeno renovable de potenciales proveedores (pág. 56), Comparación de la orientación de exportación de estrategias seleccionadas (pág. 58), Comparación de herramientas de política de estrategias eleccionadas (pág. 63).	IRENA, 2024
4	Australia National Hydrogen Strategy (Estrategia Nacional del Hidrógeno de Australia)	Hoja de Ruta		Gobierno de Australia, 2024
5	The Green Tech Opportunity in Hydrogen (La oportunidad de la tecnología verde en el hidrógeno)	Estudio sobre las oportunidades tecnológicas en la cadena de valor del hidrógeno, enfocándose en maquinaria y componentes.	Cadena de suministros -electrolizadores (pag. 9), Innovación (pag.12), otras oportunidades (pag.15), Ecosistema de fabricantes (pág. 23), Estrategias prometedoras (pag.24).	Boston Consulting Group (BCG), 2021
6	HyNet North West economic impacts report (Informe sobre el impacto económico de HyNet North West)	Caso de estudio sobre el proyecto de hidrógeno verde en el noroeste de Inglaterra, con énfasis en la colaboración empresarial.	Evaluación de impacto (generación de empleo), marco de referencia.	HyNet UK, 20202
7	Green hydrogen opportunities for emerging and developing economies (Oportunidades para economías en desarrollo en hidrógeno verde)	Identificación de factores de éxito para el desarrollo de mercado y construcción de condiciones habilitantes.	Condiciones habilitantes y factores de éxito de proyectos de hidrógeno verde (pág. 49), Estudios de caso (pág. 50), Lecciones aprendidas (pág. 70), Incentivos y acciones para la creación y crecimiento del mercado del hidrógeno verde (pág. 71).	OCDE, 2022
8	Innovación y desarrollo tecnológico en la cadena de valor del hidrógeno verde en Chile	Brechas tecnológicas para desplegar la industria del HV en Chile puedan ser zanjadas hoy con una combinación de proveedores locales e importadores de tecnología.	Respaldar la expansión de capacidades de empresas en Chile que podrían generar productos en la cadena de suministro del hidrógeno.	BID, 2023
9	A Guide to Design Green Hydrogen Strategy (Guía para el diseño de una estrategia verde del hidrógeno)	Recomendaciones para el diseño de una estrategia de hidrógeno verde.	Necesidad de nuevo know-how y maquinaria relativamente menor reduciría el riesgo de cuello de botella de las cadenas de suministro internacionales, encadenaría con capacidades locales para capturar mayor valor y crearía la capacidad de adaptar soluciones técnicas a los proyectos específicos en Chile (pág. 56).	IRENA, 2024
10	South Australia Hydrogen Supply Chain Mapping - South Australia (Mapa de la cadena de suministro de hidrógeno de Australia Meridional)	Mapeo de empresas y capacidades para la industria del hidrógeno.	Categorización de barreras (pág. 75), Principales políticas para la implementación del hidrógeno verde (pág. 87), Políticas de estrategias nacionales de hidrógeno en países seleccionados (pág. 117), Prioridades de uso final en estrategias nacionales de hidrógeno y hojas de ruta (pág. 120).	Industry Capability Network (SA), 2024
11	Disponibilidad del recurso hídrico en el desarrollo del H2V y sus Derivados en Chile	Buscar soluciones que permitan adaptarse a los nuevos escenarios, donde los recursos hídricos irán en disminución y el consumo de agua aumentará en el tiempo.	Capacidades industriales locales (incluyendo oficios, servicios y capacidad de suministro), Dimensiones: Empresas capacitadas, escala, tamaño, propiedad aborigen, diversidad regional, cumplimiento normativo. - Uso equilibrado de recursos y territorio. - Uso responsable del agua. - Fomento de conceptos de economía circular.	GIZ, 2023

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan las ideas fuerza recogidas a partir de la revisión de la experiencia internacional, complementada con los hallazgos de las entrevistas realizadas a empresas desarrolladoras y grandes proveedores:

- Seguridad y resiliencia de la cadena de suministro, a través del fortalecimiento de capacidades locales (fabricación de componentes) y de alianzas para complementar capacidades, prevenir interrupciones en suministros claves y asegurar la independencia de proveedores que concentran la fabricación.
- Manufactura on-site de plantas de hormigón, de fabricación de torres de concreto para aerogeneradores, de ensamblaje de módulos de infraestructura habitacional.
- Producción y gestión de agua ultrapura, tanto para la electrólisis como para otros fines.
- Temporalidad de la infraestructura habilitante en el territorio en contraste con la temporalidad de los proyectos.
- Análisis de la cadena de abastecimiento en el tiempo en cada una de las fases de los proyectos de H2V, como de los proyectos de infraestructura del territorio (portuarios, transporte, otros).
- Criterios de priorización, comparación con experiencias internacionales.
- Caracterización detallada de las capacidades de los proveedores del territorio en diferentes dimensiones. En el caso de Australia hay ejemplos de estructuras de información respecto a las capacidades de proveedores en torno a la industria del H2V. En la tabla 9, que corresponde a un extracto, podemos ver el caso del abastecimiento de concreto caracterizado a partir de 6 dimensiones (Industry Capability Network, Australia, 2023).
- Situación comparativa de las estrategias de H2V respecto a Chile en las dimensiones de manufactura local y creación de conocimiento. Ver tabla 10.

Tabla 9. Reporte caracterización 6 dimensiones - Industry Capability Network, Australia

Indicador	Detalle
Empresas con capacidades	20 empresas
Escala empresarial (facturación)	Más de USD615 millones (mix de empresas pequeñas, medianas y grandes)
Tamaño empresarial (empleo)	Más de 2.000 empleados (mix de empresas pequeñas, medianas y grandes)
Propiedad aborígen	0 empresas
Cumplimiento normativo	AS/NZS ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001:2018, Building Code 2013, ISO 9001:2008, BS OHSAS 18001:2007, AS/NZS ISO 14001:2016, AS/NZS 4801:2001, ISO 14001:2004, AS 3850-2003
Diversidad regional	Consejos locales de Alexandrina, Barunga West, Burnside, Charles Sturt, Onkaparinga, Playford, Port Adelaide Enfield, Salisbury, Unley, West Torrens, Mid Murray, Port Pirie, Southern Mallee, Norwood Payneham and St Peters, Whyalla, Ceduna, Wakefield

Fuente: Industry Capability Network, Australia, 2023

Tabla 10. Políticas de estrategias nacionales de hidrógeno y hojas de ruta en países seleccionados

	Apoyo financiero directo para electrolizadores	Mecanismo de apoyo a la producción	Movilización de financiamiento	Planificación y apoyo a la infraestructura de hidrógeno	Apoyo en el lado de la demanda	Regulación, estándares y certificación	Permisos de uso de suelo	Políticas de capacitación	Contenido local en la manufactura	Creación de conocimiento
<i>Argentina</i>		+	+	+		+		+	+	+
<i>Australia</i>				++		++		++	++	++
<i>Austria</i>	+	+		+	+	+				
<i>Bélgica</i>	++		++	++	+			++		++
<i>Bulgaria</i>	+	+	+	+	+	++		++		+
<i>Canadá</i>			+			+		+		+
<i>Chile</i>			++			++	++	++		++
<i>China</i>		+	+			+		+		
<i>Colombia</i>		++	++	++	++	++		++	++	++
<i>Costa Rica</i>		++	++	++	++	++		++		++
<i>Croacia</i>			+			+		+		+
<i>República Checa</i>						+		+		
<i>Dinamarca</i>		++	+	+		+				+
<i>UE</i>	++	++	++	++	+	++				+
<i>Francia</i>	++			++	++			++		++
<i>Alemania</i>	++	++	++	++	++	++	++	++	++	++

++ = policy described in detail, + = policy mentioned

Fuente: A guide to design a Green Hydrogen Strategy, IRENA 2024

3.9. Aplicación de mecanismo de jerarquización de sectores

Para la jerarquización de los sectores a ser profundizados en el presente estudio se llevó a cabo un proceso de sistematización y organización de la información provista por empresas desarrolladoras y grandes proveedores de la industria, basada en cuatro criterios clave. Este enfoque permitió identificar actividades con un alto potencial de desarrollo, asegurando su alineamiento con las características y objetivos estratégicos de este estudio. Los criterios fueron los siguientes:

1. **Vocación productiva territorial:** Se priorizaron sectores que ya están destacados en la Estrategia Regional de Desarrollo de Magallanes o que cuentan con capacidades instaladas en el territorio, permitiendo aprovechar fortalezas existentes y avanzar hacia una especialización productiva alineada con las necesidades regionales.
2. **Impacto en la generación de empleo:** Se consideraron actividades que puedan generar empleo de calidad, tanto directo como indirecto, de manera significativa y sostenible en el tiempo. Este criterio busca maximizar los beneficios sociales asociados al desarrollo productivo.
3. **Impacto sectorial transversal:** Se identificaron sectores con la capacidad de impactar positivamente en otras actividades económicas más allá de la industria del H2V, contribuyendo al dinamismo de la economía regional en su conjunto.
4. **Grado de sofisticación tecnológica y sustentabilidad:** Se evaluó el potencial de los sectores para incorporar tecnologías avanzadas que promuevan la preservación del medioambiente y la sustentabilidad. Este criterio también incluye su capacidad para atraer inversiones y fortalecer las capacidades tecnológicas del territorio.

La aplicación de estos criterios permitió valorar actividades estratégicas que están alineadas con la vocación y objetivos del territorio y que también pueden generar impactos significativos en términos sociales, económicos y tecnológicos, contribuyendo a un desarrollo regional inclusivo y sostenible. En el Anexo 5 se puede observar la escala de valoración para cada uno de los criterios.

Con base en los antecedentes recopilados, se convocó al mandante, quien integró a diversos profesionales del Ministerio de Economía y de CORFO. Este equipo multidisciplinario participó en un taller colaborativo diseñado para garantizar un proceso participativo y transparente en la selección de los nichos estratégicos. Durante el taller, se utilizó la plataforma Mural¹, una herramienta digital que facilitó la interacción y el trabajo en equipo. A través de esta plataforma, los participantes tuvieron la oportunidad de discutir y votar por aquellos nichos que mejor representaban los criterios previamente definidos: vocación productiva territorial, impacto en la generación de empleo, impacto sectorial transversal y grado de sofisticación tecnológica y sustentabilidad.

En el Anexo 5 se refleja el resultado de un ejercicio participativo de votación con las entidades mandantes de este estudio. En base a este ejercicio, los sectores o actividades económicas más votados por criterio son:

- **Vocación productiva:** Construcción de plantas químicas.
- **Impacto sectorial Transversal:** Transporte terrestre y marítimo.
- **Grado de sofisticación tecnológica:** Manufactura de componentes, partes y piezas.
- **Impacto en generación de empleo:** Conformación y abastecimiento y de campamentos, Construcción de parques eólicos.

Adicionalmente, se facilitan antecedentes desde una revisión bibliográfica para la selección final de los sectores. Esta consideró:

1. **Experiencia internacional.** Dentro de los estudios recopilados, el *UK Hydrogen Supply Chain Assessment (2024)* entrega un marco valioso para comprender las dimensiones que deben ser consideradas en la evaluación cualitativa y cuantitativa de la cadena de suministro para el hidrógeno. En particular, destaca por integrar criterios tanto de probabilidad de desarrollo como de impacto estratégico para priorizar componentes clave. Por ejemplo, en relación con la evaluación de la probabilidad de desarrollo, se considera la concentración del mercado, la capacidad de fabricación e I+D en el Reino Unido y la competencia en regiones internacionales. Un escenario

¹ www.mural.co

de baja probabilidad se describe como aquel en el que el mercado está altamente concentrado y especializado, sin capacidad de fabricación o I+D en el país, y con regiones competidoras que cuentan con claras ventajas.

Respecto a la evaluación del impacto, el estudio establece como caso de bajo impacto estratégico aquel componente sin valor para la economía del hidrógeno del Reino Unido, con múltiples proveedores regionales disponibles, sin necesidad de anclar capacidades locales, y con un uso restringido al sector del hidrógeno.

Las tablas completas que contienen los criterios detallados de evaluación se presentan en el Anexo 7.

- 2. Criterio del equipo consultor en base a los insumos obtenidos durante la ejecución del estudio.** Los criterios definidos por el equipo consultor se fundamentaron en los insumos recopilados durante la ejecución del estudio. Este proceso incluyó un análisis exhaustivo de antecedentes obtenidos a partir de diversas fuentes primarias: la respuesta de los desarrolladores a partir de la matriz de datos que se acordó previamente, la realización de entrevistas semiestructuradas a actores clave y la revisión de experiencias previas provenientes de trabajos similares implementados en contextos análogos.

En base a lo expuesto, la propuesta del equipo consultor para la selección por parte de la entidad mandante se resume en el siguiente listado:

- Manufactura de componentes, partes y piezas
- Conformación y abastecimiento y de campamentos
- Construcción de parques eólicos
- Mantenimiento de parques eólicos
- Mantenimiento de plantas y gestión de residuos
- Transporte terrestre y marítimo
- Mantenimiento de ductos y equipos de transporte
- Electromovilidad
- Gestión de residuos y desmantelamiento
- Servicios a personas (por ejemplo, manipulación de alimentos, aseo)
- Conectividad digital
- Producción y gestión del agua

3.10. Presentación de datos sistematizados de desarrolladores / productores

A partir de la aplicación de las entrevistas y la facilitación de matrices de datos por parte de tres empresas, se obtuvo la visión de los gerentes de proyecto respecto a la importancia estratégica del producto o servicio y la complejidad de la cadena de suministro. Esto a partir de la segmentación en cuatro categorías: estratégicos, cuello de botella, no-crítico y apalancamiento, según la matriz de Kraljic (1983), la cual es una herramienta de análisis de compra y gestión de suministros que permite clasificar los

productos o servicios de una empresa en cuatro categorías, en función la importancia estratégica del producto o servicio y la complejidad de la cadena de suministro.

Los cuatro cuadrantes en los que se divide la matriz de Kraljic (figura 4) son:

- **Cuadrante I. No Crítico:** El proceso de suministro es muy fácil, por ejemplo, materiales de oficina.
- **Cuadrante II. Apalancamiento:** Son productos o servicios para lo cual existen muchos proveedores, por lo que, si bien pueden ser cruciales para el negocio (limpieza o transporte) el riesgo de no encontrar suministro es bajo.
- **Cuadrante III. Cuello de Botella:** Producto o servicio para lo cual existe un único proveedor o son nuevos proveedores con nuevas tecnologías.
- **Cuadrante IV. Estratégico:** Producto o servicio es crítico para el negocio y que tiene un proceso de compra complejo.

Figura 4. Matriz de Kraljic



Fuente: Matriz de Kraljic, Harvard Business Review 1983

En la tabla 11 se muestra el listado de actividades económicas propuestas por el equipo consultor en base a la experiencia internacional, comparándose con la evaluación según las empresas desarrolladoras. Como se puede ver, casi todos son considerados como “estratégicos” o “cuellos de botella” por uno o más de los desarrolladores que evaluaron.

Tabla 11. Evaluación de actividades económicas por empresas desarrolladoras

	Actividad económica	Evaluación por Desarrollador 1	Evaluación por Desarrollador 2	Evaluación por Desarrollador 3
II.1	Manufactura de componentes, partes y piezas	Apalancamiento	Estratégico	Cuello de botella
II.3	Conformación y abastecimiento y de campamentos	Apalancamiento	Apalancamiento	Estratégico
II.4	Construcción de parques eólicos	Cuello de botella	Estratégico	Estratégico
III.2	Mantenimiento de parques eólicos	Estratégico	Estratégico	Estratégico
IV.8	Mantenimiento de plantas y gestión de residuos	Cuello de botella	Estratégico	Estratégico
V.7	Transporte terrestre y marítimo	Estratégico	Estratégico	Estratégico
V.8	Mantenimiento de ductos y equipos de transporte	Estratégico	Estratégico	Estratégico
VI.1	Electromovilidad	No crítico	Apalancamiento	
VI.7	Gestión de residuos y desmantelamiento	Estratégico	Apalancamiento	Estratégico

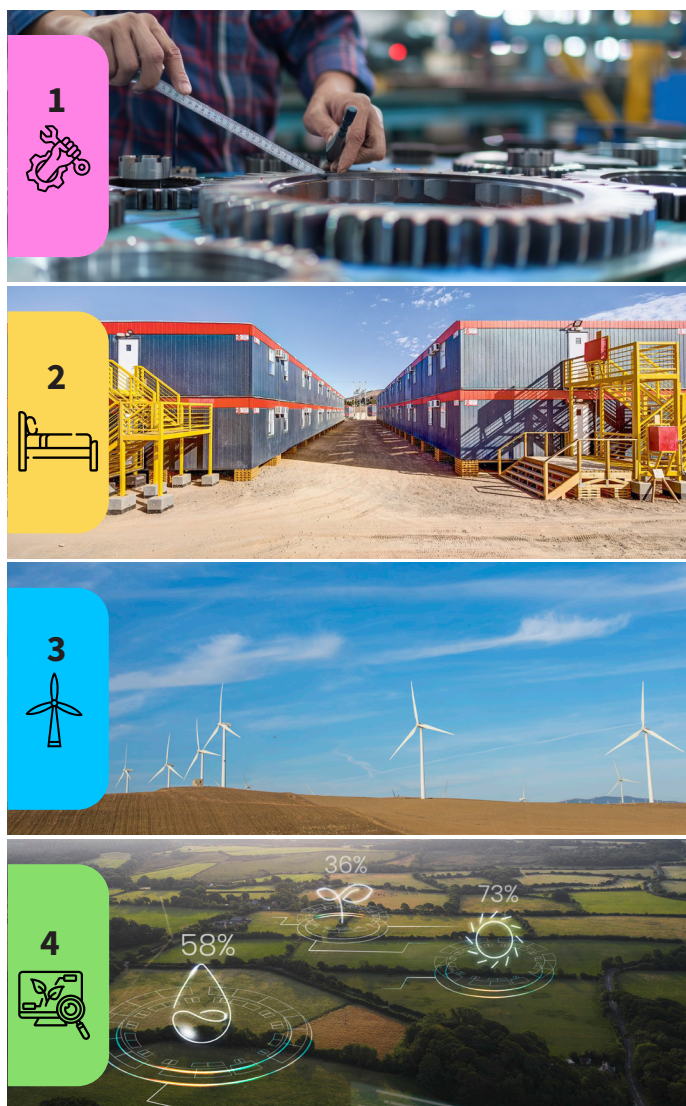
Fuente: Elaboración propia

El Anexo 8 presenta en detalle la selección de los sectores priorizada por el equipo consultor en función de información recopilada y experiencias internacionales vs. la evaluación de los desarrolladores.

3.11. Validación y presentación de propuesta a contraparte técnica

Con base en los insumos recopilados durante la ejecución del estudio y considerando la solicitud del mandante, la definición final de los segmentos prioritarios se realizó en una reunión interna de trabajo entre el equipo del Ministerio de Economía y el Programa Transforma de CORFO Magallanes.

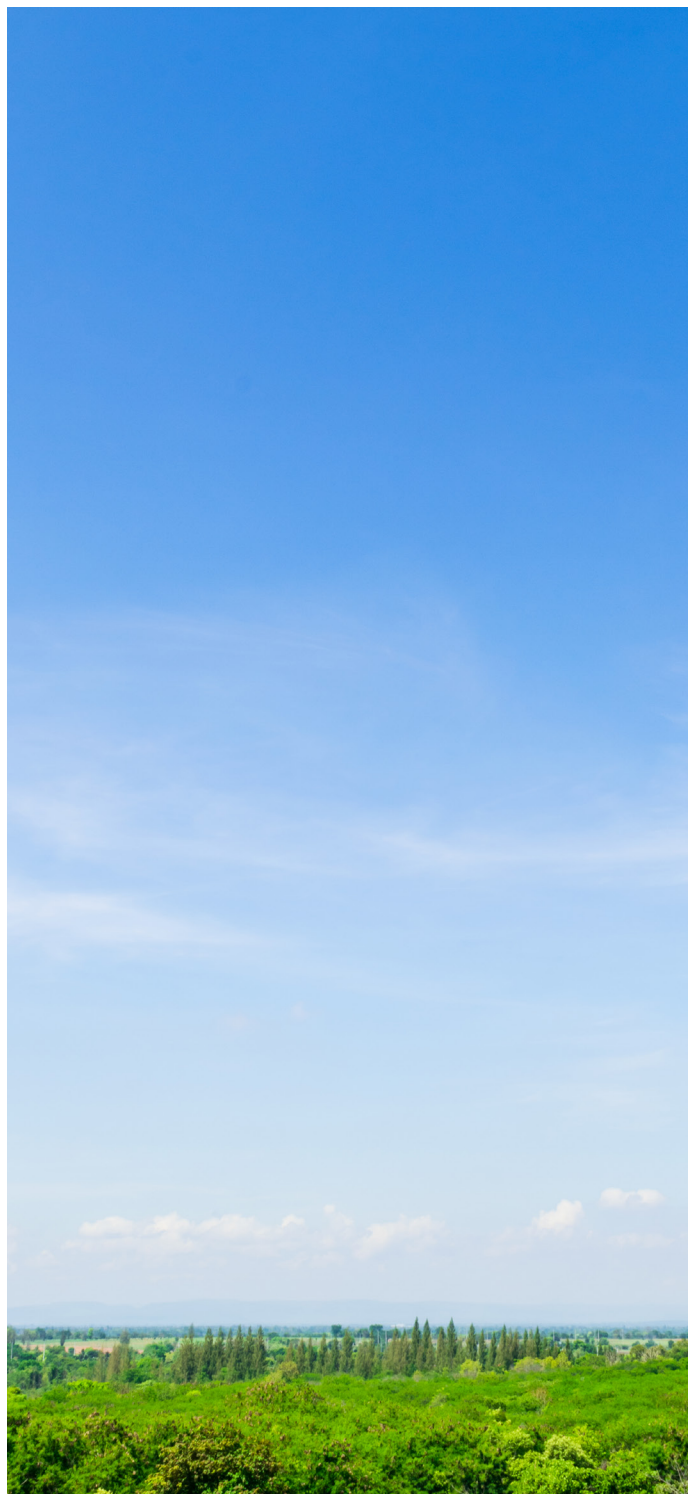
Como resultado de esta deliberación, se seleccionaron y validaron los siguientes cuatro segmentos estratégicos, considerados como prioritarios para profundizar en etapas posteriores del estudio



- 1. Manufactura y/o ensamblaje de componentes, partes y piezas:** Este segmento busca aprovechar las capacidades locales y regionales para desarrollar una cadena de suministro en áreas en las que se encuentren capacidades existentes y donde las empresas desarrolladoras pudiesen direccionar la demanda con el objetivo de reducir el riesgo de interrupción en su cadena de suministros de bienes y servicios categorizados como estratégicos y cuello de botella.
- 2. Conformación y abastecimiento de campamentos:** La creciente demanda de infraestructura para alojar y atender a trabajadores, como la logística de abastecimiento para la operación de los campamentos en proyectos de gran escala, como parques eólicos y plantas químicas, posiciona este segmento como una oportunidad de amplio alcance para la región.
- 3. Construcción de parques eólicos:** Dado el rol estratégico de los parques eólicos en el suministro de energía renovable para la producción de hidrógeno verde, este segmento representa una prioridad para el desarrollo productivo y energético de la región. En esta área se apunta a la obtención de insumos relevantes como cemento y hormigón.
- 4. Sistemas de monitoreo y seguimiento ambiental:** La implementación de tecnologías y servicios para garantizar la sostenibilidad ambiental de los proyectos en todas las etapas del ciclo de vida es fundamental para cumplir con las normativas, fortalecer la confianza de las comunidades locales y atraer inversiones responsables.

Objetivo Específico 3: Diagnóstico específico sobre sectores económicos seleccionados

Esta sección presenta una descripción de los sectores económicos priorizados, junto con un análisis de los principales bienes y servicios que podrían vincularse a distintas etapas de la cadena de valor del H2V. Para cada uno de estos sectores, se identifican actividades económicas relevantes que podrían ser provistas desde el ecosistema productivo regional, considerando tanto la capacidad instalada actual como las condiciones necesarias para su desarrollo. Asimismo, se señalan aquellos ámbitos que, por su nivel de especialización, podrían requerir procesos de reconversión productiva, atracción de nuevas capacidades o generación de alianzas estratégicas. Esta distinción busca aportar insumos concretos para orientar decisiones de planificación productiva y focalización de políticas públicas en función del potencial de encadenamiento territorial.



4. Profundización de información sobre los sectores económicos seleccionados



4.1 Manufactura y/o ensamblaje de componentes, partes y piezas

Este segmento abarca actividades vinculadas a la producción y ensamblaje de equipos y materiales especializados para las distintas etapas del ciclo productivo del H2V, como la generación, el transporte, el almacenamiento y la operación de infraestructura. Estas actividades incluyen desde procesos tradicionales como soldadura, trabajos en estructuras metálicas o mecanizado, hasta tecnologías emergentes asociadas a la manufactura avanzada, como la automatización de procesos, el monitoreo remoto o la incorporación de criterios de sostenibilidad y economía circular.

La integración progresiva de estos enfoques responde a los crecientes estándares internacionales en calidad, seguridad y sustentabilidad, lo que plantea desafíos para los proveedores locales, pero también abre oportunidades para el desarrollo de nuevas capacidades productivas en la región.

A continuación, se resumen algunos de los principales grupos de servicios vinculados a esta actividad, organizados según su aplicación dentro del ciclo productivo del H2V:

Tabla 12. Principales grupos de servicios vinculados al segmento

Área de aplicación	Servicios de manufactura vinculados
Energía eólica	Fabricación o ensamblaje de torres, palas y nacelles para aerogeneradores, subestaciones, líneas de transmisión, entre otras.
Electrólisis	Producción de electrodos, membranas, sistemas de enfriamiento y componentes para electrolizadores.
Transporte de H2 y derivados	Diseño y fabricación de tuberías de alta presión, válvulas, sistemas de conducción y protección.
Almacenamiento	Producción de tanques a presión, sistemas de aislamiento térmico y criogenización para el almacenamiento seguro.
Infraestructura portuaria	Fabricación de componentes para embarque, descarga y operación de terminales marítimos.

Fuente: Elaboración propia

4.1.1. Contexto de la industria manufacturera actual

La industria manufacturera en Chile se caracteriza por una alta heterogeneidad en términos de tamaño, especialización y capacidad productiva. A nivel nacional, el sector está conformado mayoritariamente por microempresas, las cuales representan aproximadamente el 61% del total de unidades productivas del rubro. Dentro de este universo, la industria metalúrgica y metalmecánica concentra cerca del 34% de las empresas manufactureras, abarcando una amplia gama de actividades, desde la fabricación de productos metálicos para uso estructural hasta maquinaria industrial, componentes eléctricos e instrumentos de precisión.

La tabla 13 sintetiza esta estructura productiva según tamaño de empresa, evidenciando la alta concentración de unidades de menor escala dentro del sector manufacturero nacional.

Tabla 13. Estructura de Industria Manufacturera por tamaño de empresa 2021

Tamaño	Industria Manufacturera		Sector Metalúrgico Metalmecánico	
	N° Empresas	% Participación	N° Empresas	% Participación
Micro	61.669	61%	20.262	58%
Pequeña	17.743	17%	7.862	22%
Mediana	2.951	3%	1.133	3%
Grande	1.842	2%	504	1%
Sin datos	17.606	17%	5.513	16%
Total	101.811	100%	35.238	100%

Fuente: Línea base para definir una estrategia de empleabilidad para trabajadores de la industria manufacturera en Chile, ASIMET (2021).

En términos de composición sectorial, la industria manufacturera chilena abarca una amplia gama de actividades que han sido históricamente agrupadas bajo las categorías de industrias metálicas básicas, metalmecánica, productos elaborados de metal y segmentos industriales especializados. Esta clasificación permite identificar con mayor precisión las áreas productivas que podrían tener un mayor grado de cercanía o potencial reconversión hacia actividades vinculadas al desarrollo del H2V, especialmente en lo referido a estructuras metálicas, maquinaria industrial, componentes eléctricos y sistemas de transporte.

A modo de referencia, se incluye la tabla 14 con el detalle de rubros específicos asociados a cada uno de estos subsectores, basada en la clasificación de ASIMET². Esta información permite contextualizar la diversidad del sector manufacturero nacional y sus posibles vínculos con los requerimientos de la industria del H2V.

² Clasificación elaborada por la Asociación de Industrias Metalúrgicas y Metalmecánicas (ASIMET), utilizada como referencia sectorial para caracterizar la industria manufacturera nacional.

Tabla 14. rubros específicos asociados a cada uno de estos subsectores ASIMET

Segmento principal	Subcategoría funcional	Actividades específicas
Metálicas básicas	Fabricación de metales comunes	Industrias básicas de hierro y acero
		Fábrica de productos primarios de metales preciosos y no ferrosos
		Fundición de metales
		Barras de acero, perfiles, bobinas y alambres de hierro y acero
		Pasta, polvo, granallas, lingotes, tubos de aluminio, plomo, estaño, bronce, cobre y otros
	Fabricación de productos metálicos estructurales	Fundición de hierro, acero y metales no ferrosos
		Productos para uso estructural
		Tanques, depósitos y generadores de vapor
	Otros productos de metal	Servicios de trabajos de metal
		Chancado, molienda, cañerías, contenedores
Metalmecánicas	Fabricación de maquinaria y equipos no clasificados	Maestranza, forja, prensado, estampado, laminado y mallas de metal
		Maquinaria de uso estructural, especial y doméstico
		Bombas, compresores, grifos, válvulas
		Reparación y fabricación de maquinaria agropecuaria y forestal
		Maquinaria metalúrgica, minera y para alimentos, bebidas y tabaco
	Fabricación de motores y transmisores eléctricos	Herramientas
		Motores, generadores y transmisores eléctricos
	Distribución y control de energía	Aparatos de distribución y control de energía eléctrica
		Interruptores, gabinetes metálicos, tableros metálicos
	Otro tipo de equipo eléctrico	Bobinas, conductores, transformadores eléctricos
		Aparatos médicos y para ensayar, verificar, navegar, etc.
	Fabricación de instrumentos médicos y de medición	Medidores de agua, gas y energía eléctrica.
		Partes, piezas y accesorios para vehículos automotores y sus motores
	Fabricación de partes y piezas	Baterías, cajas de cambio, filtros
		Construcción y reparación de medios de transporte
Buques y otras embarcaciones		
Aeronaves y naves espaciales		
Otros equipos de transporte no clasificados		
Astilleros		
Motocicletas, buses, camiones		

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Industria manufacturera en la región de Magallanes

En la estructura económica de la región de Magallanes y de la Antártica Chilena, la industria manufacturera ha mantenido una participación relevante en términos del PIB, aunque concentrada principalmente en actividades vinculadas al procesamiento de hidrocarburos y alimentos, como productos derivados de la pesca, acuicultura y ganadería. Según datos del Banco Central de Chile, durante el último trimestre de 2024, la región registró un crecimiento del 6,2% en su PIB, posicionándose como la segunda con mayor expansión a nivel nacional. Este resultado fue impulsado principalmente por el desempeño de la industria manufacturera, junto con el crecimiento en sectores personales, empresariales y de consumo de hogares, destacando servicios como restaurantes y hoteles.

La participación de la industria manufacturera en el PIB regional alcanzó el 22,5% en el año 2020, lo que evidencia su importancia relativa dentro de la economía local. Sin embargo, las capacidades actualmente instaladas no se relacionan con la manufactura de componentes, partes o piezas industriales, aspecto central para los requerimientos de la industria del H2V.

Desde la perspectiva del empleo, la Tabla 15 muestra que la industria manufacturera representa el 10,3% del total de personas ocupadas en la región (agosto-octubre 2024), ubicándose detrás de sectores como enseñanza (14,6%) y comercio (7,2%). La variación interanual del empleo fue de 1,8%, mientras que la variación respecto al trimestre móvil anterior fue de 0,8%.

Tabla 15. Número de personas ocupadas según rama de actividad económica a nivel regional, período agosto 2024 –octubre 2024.

Actividad económica	Agosto - octubre 2024	Proporción %	Variación (%)	
			Mensual	12 meses
Industrias manufactureras	8.187	8,4	10,3	-1,4
Construcción	8.979	9,2	-0,6	6,6
Comercio al por mayor y al por menor	15.121	15,5	7,2	-2,2
Transporte y almacenamiento	8.860	9,1	-4,8	6,1
Administración pública y defensa	10.672	10,9	1,4	-7,2
Enseñanza	9.472	9,7	14,6	17
Actividades de atención de la salud humana y de asistencia social	6.149	6,3	-17,1	-21,3
Otras actividades*	13.515	13,9	-	-
Total	97.539	100	0,8	1,8

Fuente: Trimestre ASO 2024, ENE.

Nota: Conjunto de actividades económicas con cifras no fiables. Variaciones porcentuales no calculadas por heterogeneidad de actividades agrupadas.*



En cuanto a la distribución de empresas, los datos disponibles permiten observar la existencia de unidades productivas en distintas ramas de la industria manufacturera regional. Si bien una proporción importante corresponde a actividades no clasificadas previamente (tabla 16) es posible identificar ciertos rubros donde se concentra un mayor número de empresas, como la fabricación de productos metálicos para uso estructural, la reparación de buques, embarcaciones menores y estructuras flotantes, actividad con capacidades instaladas históricamente a través de actores como ASMAR, y la fabricación de artículos de hormigón, orientada principalmente al abastecimiento del sector construcción. Además, a partir de entrevistas realizadas durante este estudio, se identificó la presencia de maestranzas locales que prestan servicios a sectores como energía, construcción y transporte, aunque no se cuenta con una descripción sistemática acerca de sus condiciones operativas, capacidades técnicas o nivel de especialización.

En este contexto, si bien no se observa una orientación clara hacia la manufactura industrial especializada requerida por la cadena de valor del H₂V, sí existen capacidades fragmentadas o subutilizadas que podrían ser objeto de reconversión o fortalecimiento. Esta condición sugiere la pertinencia de avanzar con levantamientos de campo complementarios que permitan la caracterización detallada de infraestructura, maquinarias, equipos y capacidades humanas existentes en el territorio y que podrían ser fortalecidas para la adaptación ante el desarrollo de esta nueva industria.

Tabla 16. Número de empresas de la Región de Magallanes por actividad económica de la Industria Manufacturera, 2023.

Actividad económica Industria Manufacturera 2023	Nº de empresas
Reparación de otro tipo de maquinaria y equipos industriales n.c.p.*	67
Fabricación de productos metálicos para uso estructural	50
Fabricación de otros productos elaborados de metal n.c.p.	44
Reparación de buques, embarcaciones menores y estructuras flotantes	26
Fabricación de artículos de hormigón, cemento y yeso	15
Construcción de buques, embarcaciones menores y estructuras flotantes	10
Fabricación de productos de plástico	10
Fabricación de productos primarios de aluminio	10
Forja, prensado, estampado y laminado de metales; pulvimetalurgia	9
Reparación de productos elaborados de metal	8
Reparación de otros tipos de equipo	8
Fabricación de partes, piezas y accesorios para vehículos automotores	7
Tratamiento y revestimiento de metales, maquinado	6
Reparación de otros equipos electrónicos y ópticos n.c.p.	5
Instalación de maquinaria y equipos industriales	5
Otras industrias manufactureras n.c.p.	4
Reparación de otros equipos de transporte n.c.p., excepto vehículos automotores	4
Fabricación de otros tipos de equipo eléctrico	4
Fabricación de otros productos minerales no metálicos n.c.p.	3
Reparación de equipo de medición, prueba, navegación y control	3
Fabricación de carrocerías para vehículos automotores; fabricación de remolques y semirremolques	3
Fabricación de motores, generadores y transformadores eléctricos, aparatos de distribución y control	2
Fabricación de motores y turbinas, excepto para aeronaves, vehículos automotores y motocicletas	2
Industrias básicas de hierro y acero	2
Fabricación de instrumentos ópticos y equipo fotográfico	1
Fabricación de computadores y equipo periférico	1
Fabricación de maquinaria para la conformación de metales y de máquinas herramienta	1
Fabricación de otros productos químicos n.c.p.	1
Fabricación de tanques, depósitos y recipientes de metal n.c.p.	1
Fabricación de hornos, calderas y quemadores	1
Fabricación de productos primarios de metales preciosos y de otros metales no ferrosos n.c.p.	1
Fabricación de otros tipos de maquinaria de uso general	1
Fabricación de otros tipos de maquinaria de uso especial	1
Total de empresas Región de Magallanes	316

Fuente: SII, estadísticas de empresas, 2024

(*): No clasificados previamente.

4.1.3. Oportunidades para la industria de manufactura

Durante el desarrollo de este estudio, representantes de proyectos de H2V en Magallanes destacaron el valor de contar con capacidades locales de manufactura como un elemento estratégico para asegurar la continuidad de la cadena de suministros en distintas fases del ciclo de vida de los proyectos. Esta visión se fundamenta en la necesidad de reducir la dependencia de proveedores concentrados geográficamente o sujetos a cuellos de botella logísticos, y de fortalecer el encadenamiento productivo territorial a través de la participación de empresas locales.

A nivel internacional, diversas estrategias de desarrollo de H2V incluyen acciones específicas orientadas al fortalecimiento de capacidades manufactureras locales. Sin embargo, en el caso chileno, respecto del Plan de Acción de Hidrógeno Verde 2023, no se identifican menciones explícitas al desarrollo de capacidades de manufactura como eje prioritario. Esta omisión representa una oportunidad para incorporar una nueva línea de trabajo orientada a estudiar las cadenas de suministro específicas asociadas a los proyectos y su grado de criticidad, adoptando una aproximación sistemática desde la demanda de los desarrolladores. Esta recomendación ha sido respaldada por estudios recientes como el realizado por el Banco Interamericano de Desarrollo (2023), pudiendo también ser adoptada por Chile.

De manera complementaria, se identifican oportunidades para facilitar la transferencia tecnológica y operativa desde industrias adyacentes, particularmente aquellas vinculadas a la cadena de suministro de petróleo y gas, con presencia histórica en la región de Magallanes. Estas industrias comparten exigencias técnicas, por ejemplo, en sistemas de presión, seguridad, mantenimiento especializado, que podrían ser adaptadas para la producción de componentes u operaciones relacionadas con el H2V. La integración de estas capacidades preexistentes podría acelerar el desarrollo de competencias locales y reducir las barreras de entrada al nuevo mercado.

En paralelo, se pudo identificar la existencia de capacida-

des existentes, como las vinculadas a la fabricación de estructuras metálicas, la reparación de embarcaciones o la fabricación de artículos de hormigón, que podrían constituir puntos de partida para procesos de reconversión industrial. Asimismo, la presencia de maestranzas locales, si bien aún no caracterizadas en detalle, representa otro activo relevante que podría ser articulado en función de las necesidades técnicas de los proyectos de H2V. Adicionalmente, el análisis de experiencias internacionales y entrevistas a actores clave evidencian la necesidad de adoptar una mirada estratégica sobre el desarrollo de la manufactura en la región, integrando acciones de diagnóstico técnico, programas de transferencia tecnológica, fomento a la inversión y articulación público-privada.

En la tabla 17, se encuentra para este sector un desglose de subsectores y una propuesta de alcances, basados en los *insights* y recomendaciones recogidas desde la demanda como desde otros estudios recientes para su profundización y las cadenas de suministros específicas.

Tabla 17. Resumen sector Manufactura de componentes

Subsector	Alcance Subsector
<p>1.1 Fabricación de componentes para los parques eólicos (componentes específicos para los aerogeneradores, y fabricación o ensamblaje de secciones de torres)</p>	<p>Análisis de componentes de la industria eólica y donde la región de Magallanes debería enfocarse inicialmente en las Oportunidades de Nicho para Proveedores Locales. Más allá de la fabricación de componentes principales, existen oportunidades de nicho para las empresas locales en la cadena de suministro de la industria eólica:</p> <p>1.1.1 Fabricación de componentes específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • En lugar de producir componentes completos, las empresas locales pueden enfocarse en la fabricación de piezas específicas, como pernos, tuercas, soportes, o elementos de la estructura de la góndola. • Torres: Aunque fabricar torres eólicas requiere de acero de alta calidad y procesos especializados de soldadura, hay empresas metalmecánicas en Chile que pueden producir secciones de torres o torres completas. La participación de proveedores nacionales podría enfocarse en la fabricación de componentes, el tratamiento anticorrosivo y el ensamblaje final. <p>Por su parte, uno de los proyectos entrevistados contempla elaborar las torres en base a hormigón, para lo cual contempla establecer fábricas de cemento en el territorio.</p> <p>1.1.2 Infraestructura eléctrica:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fabricación de componentes del sistema de control, como sensores y actuadores, así como en el suministro de cables, transformadores y otros elementos de la conexión a la red. <p>1.1.3 Mantenimiento y reparación:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las empresas locales pueden especializarse en el mantenimiento preventivo y correctivo de los parques eólicos: aerogeneradores, incluyendo la inspección de componentes, la reparación de palas, el cambio de rodamientos y la actualización de sistemas. <p>A largo plazo, y con las inversiones y alianzas adecuadas, se podría aspirar a la fabricación de componentes de mayor complejidad tecnológica.</p>
<p>1.2 Componentes para la electrólisis</p>	<p>1.2.1 CORFO, Fabricación y/o ensamblaje de electrolizadores y sus componentes en el país. Éste se refiere a un cofinanciamiento de hasta un 60% por proyecto con un máximo de 10 millones de dólares. De forma previa, en 2023 CORFO ya había lanzado un llamado a presentar información (Request for Information o RFI) en este sector, recibiendo seis expresiones de interés para instalar plantas de fabricación de electrolizadores con una capacidad de entre 500 a 1.000 MW anuales. Estas también consideraron inversiones estimadas entre US\$ 50 millones y US\$ 100 millones, en tecnologías de electrolizadores alcalinos (ALK), de membrana polimérica protónica (PEM) y de óxido sólido (SOEC).</p> <p>1.2.2 BID, Innovación y desarrollo tecnológico Cadena de Valor H2V Chile, 2023.</p> <p>Dentro de las recomendaciones del estudio del BID están las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atraer compañías internacionales para que instalen capacidad manufacturera más sofisticada a largo plazo en Chile generaría –en condiciones adecuadas– polos de capacidades que capturarían más valor de la cadena del HV y habilitarían a su vez nuevos productos y servicios en la cadena. • Se podría movilizar o incentivar a estos actores para que generen joint ventures con empresas locales con el objetivo de fomentar la transferencia de capacidades (lo que puede ser incluso un requisito al que determinado apoyo público podría estar condicionado). En particular, dos actividades en las que se podría invertir para este objetivo son: i) la integración de stacks de electrólisis en sistemas de electrólisis, en particular de la tecnología PEM (aunque sin excluir otras opciones), y ii) la fabricación de rectificadores e inversores. <p>Generar capacidades para producir estos equipos a nivel local resolvería cuellos de botella en las cadenas de suministro internacionales en las próximas décadas y aprovecharía el relativo “aislamiento” en el Espacio de Productos, en comparación con otros equipos y sistemas más complejos y, por tanto, más difíciles de comenzar a producir.</p>

Subsector	Alcance Subsector
<p>1.3 Sistemas de tuberías y válvulas: diseño y fabricación de tuberías de alta presión para el transporte seguro de hidrógeno y derivados.</p>	<p>1.3.1 BID, Innovación y desarrollo tecnológico Cadena de Valor H₂V Chile, 2023: Respaldar la expansión de capacidades de empresas en Chile que podrían generar productos en la cadena de suministro de hidrógeno con una necesidad de know-how y menor maquinaria reduciría el riesgo de cuello de botella de las cadenas internacionales, encadenaría con capacidades locales para capturar mayor valor y adaptaría soluciones técnicas a proyectos específicos en Chile. Entre estos productos se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> i. Mezcladores de gases. Estos son sistemas compuestos por tuberías (piping), válvulas, controladores, instrumentación, entre otros componentes, que empresas chilenas con experiencia en el manejo.
<p>1.4 Equipos de almacenamiento</p>	<p>1.4.1 BID, Innovación y desarrollo tecnológico Cadena de Valor H₂V Chile, 2023</p> <ul style="list-style-type: none"> ii. Tanques de Almacenamiento Tipo I. La industria metalmecánica en Chile manufactura tanques de almacenamiento de combustibles líquidos y gaseosos, pero no cuenta hoy con la maquinaria ni la experiencia adecuadas para producir estanques de hidrógeno y/o amoníaco. No obstante, su know-how puede extrapolarse a esta industria con determinadas capacidades nuevas. iii. Tube trailers. Por otra parte, profundizar el apoyo a la generación de servicios de reacondicionamiento de vehículos con celdas de combustible contribuiría a generar mayor demanda temprana de hidrógeno a bajo costo de inversión. de gases podrían diseñar e integrar. En particular, equipos industriales móviles livianos (como grúas horquilla) y vehículos de transporte en ruta (como buses y camiones).

Fuente: Elaboración propia, con información obtenida de CORFO y BID.

La manufactura de componentes para proyectos de H₂V y sus derivados abarca distintos niveles de sofisticación tecnológica, desde servicios mecánicos tradicionales hasta procesos de manufactura avanzada con requerimientos de precisión, automatización e integración digital. Esta diversidad implica que no todos los subsectores son abordables desde la oferta productiva actual del territorio, por lo que se hace necesario distinguir entre aquellos que podrían ser asumidos localmente en el corto plazo y aquellos que requerirían transferencia tecnológica, reconversión productiva y atracción de inversión y de capacidades especializadas externas.

En función del análisis desarrollado durante este estudio, se identificaron diversos subsectores dentro de la industria manufacturera que podrían presentar algún grado de vinculación con la cadena de valor del H₂V. Para cada uno de ellos,

se propone una categorización preliminar que considera su posible viabilidad de desarrollo local, a partir de una revisión general de capacidades productivas existentes en el territorio, y el nivel estimado de sofisticación tecnológica requerido. Esta aproximación busca orientar futuras estrategias de desarrollo productivo, atracción de inversiones y transferencia tecnológica, priorizando sectores donde la articulación entre oferta local y necesidades proyectadas sea más factible o estratégica.

La tabla siguiente (18) resume estos subsectores, sus ejemplos principales y su clasificación según las variables mencionadas. Se trata de una categorización de carácter exploratorio, elaborada con base en observación territorial, revisión de literatura y entrevistas a actores clave, y que constituye un insumo inicial para etapas posteriores de análisis técnico o levantamiento de campo más específico.

Tabla 18. Subsectores de manufactura: caracterización exploratoria y vinculación con el H2V

Subsector	Ejemplos principales	Viabilidad de desarrollo local a corto plazo	Grado de sofisticación tecnológica
Fabricación de estructuras metálicas	Torres, soportes, marcos, racks	Alta	Baja
Fabricación de skids y piping	Conjuntos preensamblados de cañerías	Moderada	Media
Fabricación de estanques y recipientes	Estanques de almacenamiento, recipientes a presión	Baja	Alta
Componentes eléctricos y tableros	Tableros de control, sistemas de automatización	Baja	Alta
Fabricación de piezas mecánicas menores	Brackets, soportes, piezas de sujeción	Moderada	Media
Hormigón prefabricado o armado	Fundaciones, piezas de soporte	Alta	Baja
Reparación de embarcaciones	Estructuras flotantes, buques de suministro	Moderada	Media
Maestranzas generales (potenciales)	Adaptables a diversas funciones	Moderada (fragmentada)	Media

Fuente: Trimestre ASO 2024, ENE.

La tabla anterior entrega una síntesis exploratoria de los principales subsectores con potencial de vinculación hacia la industria del H2V, considerando su viabilidad de desarrollo local y el grado de sofisticación tecnológica requerido. Como complemento a esta visión general, se han elaborado fichas específicas para algunos de estos subsectores como fabricación de componentes específicos, infraestructura eléctrica, mantenimiento, electrólisis, integración de stacks, mezcladores de gases, estanques de almacenamiento tipo 1 y tube trailers, las cuales se presentan en el Anexo 8.

Estas fichas entregan una primera aproximación a las cadenas de suministro específicas asociadas a cada subsector, identificando ejemplos de componentes relevantes, una necesidad tipo por cubrir, potenciales servicios que podrían desarrollarse en el territorio y algunos actores o empresas que podrían asumir dichas funciones.

4.1.4. Transición hacia una manufactura estratégica para el H2V

Por su parte, la manufactura avanzada constituye una oportunidad estratégica para elevar la competitividad del sector manufacturero, al responder de manera más eficiente y sustentable a los nuevos desafíos tecnológicos e industriales. Su incorporación puede traducirse en mejoras sustantivas en productividad, calidad, trazabilidad y adaptabilidad de procesos, factores clave frente a los estándares exigidos por industrias como la del H2V. Estos pueden resumirse en cuatro aspectos principales (*Industry 4.0. How to navigate digitization of the manufacturing sector, McKinsey, 2015*):

- **Nuevas oportunidades de negocio:** habilitadas por la incorporación de nuevas tecnologías y modelos de negocio que permitirán a las empresas manufactureras ampliar las ventas de sus productos existentes o nuevos, tanto en mercados actuales como en nuevos.
- **Mayor eficiencia y eficacia de producción:** permiten aumentar la eficiencia de producción (reduciendo costos laborales, insumos, energía, inventarios, etc.), y aumentar la eficacia (mejorando la capacidad de los procesos, optimizando los tiempos de respuesta, o mejorando la calidad).
- **Mayor sustentabilidad:** oportunidades de lograr una producción más sustentable, generando oportunidades de mercado o permitiendo operar a la empresa cumpliendo o sobrepasando normas reglamentarias para operar (economía circular, remanufactura, industria cero emisiones, etc.).
- **Capital humano:** oportunidades para mejorar la seguridad de las operaciones, mejorar la calidad de vida de los trabajadores, o bien captar a las personas más capacitadas y generar ventajas competitivas en el mercado.

El fortalecimiento de capacidades manufactureras en Magallanes requerirá avanzar de manera progresiva, articulando esfuerzos entre el sector público, privado y académico. Más que un proceso inmediato de reconversión se trata de una transición que combine inversión en infraestructura, transferencia tecnológica, formación de capital humano y diseño de políticas industriales orientadas a sectores estratégicos. Li-

neamientos como los propuestos por la Estrategia Industrial 2030 de ASIMET pueden servir como referentes útiles, siempre que se adapten a la escala, condiciones y proyecciones del territorio.

En este escenario, una estrategia factible para impulsar capacidades locales podría consistir en fomentar, en una primera etapa, el ensamblaje de partes, piezas y componentes. Esta práctica, menos intensiva tecnológicamente que la manufactura completa, permite generar experiencia técnica en la manipulación de estándares industriales, activar vínculos entre proveedores y desarrolladores de proyectos, y establecer una base progresiva sobre la cual escalar hacia procesos más complejos. Un caso ilustrativo es el de la industria de autopartes en Durango, México, donde el ensamblaje permitió activar capacidades locales en torno a un sector altamente exigente, habilitando con el tiempo procesos de fabricación con mayor valor agregado.

Aplicado al contexto del H2V, este enfoque no solo podría reducir brechas técnicas y logísticas en el corto plazo, sino también preparar a las empresas regionales para integrarse de forma más sólida a las cadenas de suministro de largo plazo.

Adicionalmente, el desarrollo de una manufactura adaptada a la industria del H2V en Magallanes no se limita a la modernización de capacidades tradicionales. Implica también habilitar una senda de evolución tecnológica que integre progresivamente nuevas herramientas, modelos de negocio y competencias especializadas, en línea con los principios de la industria 4.0. Para ello, será clave el fortalecimiento de ecosistemas de innovación aplicada, particularmente a través de la implementación efectiva del Centro Tecnológico de H2V, actualmente en su fase inicial, así como el rol activo de universidades, centros de formación técnica y redes científicas regionales, nacionales e internacionales que puedan promover investigación orientada a procesos productivos y tecnologías habilitantes. Esto permitirá avanzar hacia una Manufactura Avanzada, entendida como aquella que integra ciencia, ingeniería y tecnologías de la información para desarrollar nuevos materiales, productos y procesos, utilizando herramientas de alta precisión, fuerza laboral calificada y modelos de negocio innovadores (Institute for Defense Analysis, 2012).



4.2. Conformación y abastecimiento de campamentos

El desarrollo de proyectos de H2V y derivados en Magallanes demandará la instalación de campamentos temporales y permanentes que permitan albergar a los trabajadores involucrados en las fases de construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura asociada. Dado que estos proyectos se emplazarán en zonas remotas y con condiciones climáticas adversas, el diseño y gestión de los campamentos debe garantizar su autosuficiencia, eficiencia y sostenibilidad, minimizando sus impactos ambientales y optimizando el bienestar de los trabajadores, sin afectar significativamente la calidad de vida de los habitantes y del entorno.

Para ello, se requiere una planificación detallada en aspectos como infraestructura, logística, abastecimiento y servicios complementarios, asegurando condiciones de habitabilidad adecuadas y alineadas con estándares de seguridad, salud y calidad de vida laboral. A continuación, se presentan las áreas principales en las que se enmarcan los bienes y servicios que serían demandados para el suministro de los campamentos.

4.2.1. Diseño y construcción de campamentos modulares

Los campamentos deben diseñarse con una capacidad ajustable a las necesidades dinámicas de cada proyecto. Basado en la información presentada por el proyecto HNH Energy en su EIA, se estima que para un proyecto de 1 GW de capacidad eólica instalada, la fase de construcción requerirá un promedio de 1.747 trabajadores en obra con máximos del orden de 2.856 personas, mientras que la fase de operación demandará 1.051 personas en promedio, con máximos del orden de 1.269 personas.

Con base a estas cifras, los campamentos modulares deben contar con la siguiente infraestructura:

- **Dormitorios modulares:** Diseñados para alojar entre 1.000 y 4.000 personas, con opciones de ocupación individual o compartida (2 a 4 personas por unidad).
- **Áreas de alimentación:** Comedores con capacidad para atender 600 a 2.000 comidas por turno, considerando rotaciones de personal.
- **Zonas de esparcimiento:** Instalaciones recreativas, gimnasios, bibliotecas y salas de descanso para mejorar la calidad de vida de los trabajadores.
- **Servicios de salud:** Postas médicas con capacidad para atender emergencias y consultas primarias, incluyendo ambulancias y telemedicina.
- **Infraestructura sanitaria:** Baños, duchas y lavanderías diseñadas para cumplir con estándares de eficiencia hídrica y gestión sostenible de las aguas.
- **Centros de capacitación:** Aulas y talleres para formación técnica en seguridad, operación y mantenimiento.
- Otras instalaciones.

Los servicios específicos vinculados a estas actividades serían:

- **Fabricación e instalación de campamentos modulares:**
 - » Proveedores especializados en arquitectura modular, con capacidad de diseñar y fabricar estructuras prefabricadas y desmontables adaptadas a las condiciones climáticas extremas de Magallanes.
 - » Empresas de ingeniería y construcción, responsables del montaje, habilitación y adecuación del terreno para la instalación de los módulos.
- **Servicios de habilitación y acondicionamiento:**
 - » Empresas proveedoras de equipamiento y mobiliario (camas, calefacción, duchas, iluminación, etc.).
 - » Servicios de aislamiento térmico para minimizar el consumo energético en calefacción y mejorar el confort de los trabajadores.

4.2.2. Abastecimiento de insumos y suministros

Para garantizar la operatividad de los campamentos, se requerirá un suministro constante de alimentos, agua potable, combustible y suministros médicos, lo que demanda una logística robusta y coordinada con proveedores locales y nacionales.

Tomando en cuenta los siguientes supuestos de consumo por trabajador:

- **Agua potable:** 150 litros por persona/día
- **Alimentos:** 3 comidas diarias por persona
- **Combustible para calefacción y transporte:** 5 litros/día de diésel o gas .
- **Suministros médicos:** Kits de primeros, auxilios, medicamentos básicos y equipos de emergencia.

Los siguientes serían los consumos promedio y máximo para las fases de construcción y operación:

Tabla 19. Consumos promedio y máximo para las distintas fases

Parámetro	Construcción (Promedio)	Construcción (Máximo)	Operación (Promedio)	Operación (Máximo)
Consumo de Agua (litros/día)	262.050	428.400	157.650	190.350
Raciones de Comida (raciones/día)	5.241	8.568	3.153	3.807
Consumo de Combustible (litros/día)	8.735	14.280	5.255	6.345

Fuente: Elaboración propia

Los servicios específicos vinculados a estas actividades serían:

- Abastecimiento de alimentos y agua potable:
 - » Empresas proveedoras de insumos frescos y no perecibles con capacidad de distribución en zonas remotas como Magallanes.
 - » Servicios de catering industrial, encargados de la preparación y distribución de comidas bajo estándares sanitarios y de calidad.
 - » Empresa de tratamiento y suministro de agua, asegurando la potabilización y almacenamiento seguro.
- Suministro de combustible y energía:
 - » Proveedores de combustibles y lubricantes para equipos de calefacción, transporte y generación de energía.
 - » Empresas de energía renovable, con soluciones de generación distribuida para reducir la dependencia de combustibles fósiles.
- Suministros médicos y servicios de salud ocupacional:
 - » Proveedores de equipos médicos y fármacos.
 - » Empresas especializadas en seguridad laboral y salud ocupacional, brindando servicios de control de riesgos y atención médica en sitio.

³ Se considera la opción de utilizar alternativas que no dependan de combustibles fósiles, como la electrificación de consumos o el uso de eDiesel o eGLP.

Ejemplo referencial: operación de campamentos en Mina Invierno

Un caso ilustrativo que permite dimensionar los requerimientos de servicios de alimentación y alojamiento es el de Mina Invierno, proyecto minero ubicado en la isla Riesco que operó hasta 2020. Durante su funcionamiento, la empresa Sodexo fue responsable de proveer los servicios de alimentación y hotelería para los trabajadores en faena.

Según registros de 2018, el promedio mensual de trabajadores alojados y alimentados en campamento fue de aproximadamente 372 personas, generando un total anual de casi 430.000 raciones, incluyendo desayuno,

almuerzo, cena y colaciones (ver tabla 20). Y si bien la escala de trabajadores involucrados en el caso de Mina Invierno es significativamente menor a la que proyectan los desarrollos asociados a la industria del H2V, esta experiencia representa uno de los referentes de mayor envergadura que ha tenido la región en términos de operación de campamentos. El análisis de esta experiencia puede servir para dimensionar requerimientos logísticos concretos en torno a alimentación, alojamiento y servicios asociados, aportando insumos valiosos para proyectar necesidades futuras.

Tabla 20. Consumo mensual de alimentos para trabajadores de Mina Invierno - 2018

Mes	Desayuno + Cena Madrugada	Almuerzo	Cena	Colaciones Ref. + Mejorada	Total Raciones	Personas Alimentadas
Ene	9.960	6.767	7.901	9.733	34.361	349
Feb	9.066	5.858	6.928	8.610	30.462	352
Mar	10.981	7.500	8.207	10.635	37.323	382
Abr	10.674	6.916	7.949	10.215	35.754	384
May	10.458	6.924	8.287	10.437	36.106	365
Jun	10.148	6.904	7.693	9.851	34.596	366
Jul	10.068	6.815	7.787	9.851	34.521	353
Ago	11.057	7.431	8.657	10.928	38.073	385
Sep	10.671	6.905	8.290	10.178	36.044	384
Oct	11.062	7.591	8.340	10.647	37.640	385
Nov	10.760	7.722	8.413	10.897	37.792	387
Dic	10.648	7.079	8.121	10.928	36.776	371
Total	125.553	84.412	96.573	122.910	429.448	Prom: 372

Fuente: Elaboración propia con información facilitada por empresas

4.2.3. Gestión de residuos y sostenibilidad

Los campamentos deberán contar con soluciones integrales para la gestión de residuos, alineadas con estándares ambientales y normativas locales.

Tomando en cuenta los siguientes supuestos de producción de residuos por trabajador y por día:

- **Residuos sólidos domésticos:** 0,5 kg por persona/día.
- **Residuos orgánicos:** 0,3 kg por persona/día.
- **Residuos peligrosos (aceites, solventes, etc.):** 0,05 kg persona/día.

Los siguientes serían los residuos promedio y máximo generados para las fases de construcción y operación:

Tabla 21. Residuos promedio y máximo para las distintas fases

Parámetro	Construcción (Promedio)	Construcción (Máximo)	Operación (Promedio)	Operación (Máximo)
Residuos Sólidos Domésticos (kg/día)	874	1.428	526	634
Residuos Orgánicos (kg/día)	524	857	316	381
Residuos Peligrosos (kg/día)	87	143	53	64

Fuente: Elaboración propia

Los servicios específicos vinculados a estas actividades serían:

- **Manejo de residuos sólidos y reciclaje:**
 - » Empresas de recolección, separación y disposición final de residuos.
 - » Servicios de gestión de residuos industriales y peligrosos bajo estándares ambientales.
- **Sistemas de tratamiento de aguas residuales:**
 - » Implementación de plantas modulares de tratamientos de efluentes, reduciendo el impacto ambiental.
 - » Proveedores de tecnologías de reúso de agua para optimizar el consumo en los campamentos.
- **Soluciones de economía circular:**
 - » Empresas dedicadas al compostaje de residuos orgánicos y reutilización de materiales.
 - » Proveedores de bioenergía que permitan valorizar residuos y generar energía para los propios campamentos.

4.2.4. Infraestructura energética

Dado el aislamiento geográfico de estos proyectos, se requerirá un sistema energético autónomo y eficiente, basado en energías renovables para minimizar la dependencia de combustibles fósiles como es el caso del gas natural.

- **Consumo energético estimado:** 500-800 kWh/día por cada 100 trabajadores.
- **Opciones de generación renovable factibles de implementar:**
 - » Sistemas fotovoltaicos híbridos con baterías para iluminación y equipos de baja demanda.
 - » Miniparques eólicos para generación complementaria en zonas con viento moderado.
 - » Plantas de biomasa utilizando los residuos orgánicos propios del campamento y residuos forestales proveniente del manejo sostenible (sujeto a disponibilidad) como fuente de energía térmica.

Los servicios específicos vinculados a estas actividades serían:

- **Proveedores de infraestructura energética:**
 - » Empresas de diseño e instalación de sistemas fotovoltaicos y eólicos adaptados a campamentos modulares.
 - » Proveedores de almacenamiento energético (baterías de litio o celdas de combustible a hidrógeno) para optimizar el uso de energía renovable.
 - » Servicios de mantenimiento y monitoreo remoto de sistemas energéticos en zonas aisladas.

4.2.5. Logística y transporte

La ubicación remota de los proyectos exigirá una gestión eficiente del transporte de personal, insumos y materiales.

Los servicios específicos vinculados a estas actividades serían:

- **Transporte de trabajadores:**
 - » Empresas de transporte terrestre con flotas adecuadas para condiciones extremas.
 - » Servicios de transporte aéreo y marítimo para traslados en distancias largas.
- **Logística de abastecimiento:**
 - » Operadores logísticos con capacidad de almacenamiento, distribución y manejo de inventarios en zonas remotas.
 - » Proveedores de servicios de última milla para entrega de suministros en campamentos.

La conformación y abastecimiento de campamentos representará un desafío multidimensional, que involucrará integrar infraestructura, logística, seguridad, energía, salud y sostenibilidad. El desarrollo temprano y planificado de un ecosistema de proveedores locales especializados permitirá garantizar la eficiencia operativa, el bienestar de los trabajadores y la minimización del impacto ambiental, consolidando una cadena de suministro robusta y adaptada a las particularidades de la región. El desarrollo específico de políticas públicas que permitan lograr esto será abordado más adelante.

4.2.6. Funcionamiento tradicional y dinámica del mercado de servicios para campamentos

Por lo general, los campamentos de faena representan una solución logística consolidada para grandes proyectos industriales que operan en parques industriales, territorios aislados o de baja densidad poblacional. Su objetivo principal es garantizar condiciones adecuadas de alojamiento, alimentación, aseo y bienestar general para trabajadores que se desempeñan en turnos rotativos y bajo condiciones ambientales exigentes. Con el tiempo, la operación de estos espacios ha evolucionado hacia modelos altamente profesionalizados, donde los servicios no son gestionados directamente por la empresa mandante, sino externalizados a compañías especializadas que ofrecen soluciones integrales.

Este modelo, conocido como de provisión “llave en mano”, permite que un solo proveedor se haga cargo de toda la operación del campamento, incluyendo la administración del recinto, la gestión de casinos, habitaciones, lavandería, aseo, mantenimiento menor, suministro de insumos logísticos y sanitarios, e incluso servicios complementarios como gimnasios, espacios recreativos o atención médica básica. En otras modalidades, las empresas mandantes optan por licitar servicios de forma segmentada, adjudicando de manera separada la alimentación, el aseo, la hotelería industrial o la gestión de residuos.

El mercado nacional de operación de campamentos se caracteriza por una alta concentración y un nivel de madurez significativo. Empresas como Sodexo, Aramark, Compass Group e ISS dominan el rubro, compitiendo principalmente en faenas mineras y de infraestructura de gran escala. Estas compañías han desarrollado capacidades logísticas robustas, sistemas de trazabilidad alimentaria, protocolos sanitarios estandarizados, certificaciones internacionales (como ISO 22000, HACCP, OHSAS, entre otras), y una red de proveedores que les permite responder ante aumentos de demanda o emergencias operacionales. Su experiencia en contratos simultáneos a nivel nacional también les otorga ventajas en términos de economías de escala, algo fundamental en un sector donde los márgenes de eficiencia están estrechamente vinculados al volumen.

Esta estructura, si bien garantiza altos niveles de cumplimiento, también establece barreras estructurales para nuevos actores, especialmente para empresas regionales o locales. La escala requerida, la necesidad de contar con certificaciones específicas, la capacidad de almacenamiento, de mantener un stock permanente y los niveles de cumplimiento contractual exigidos en licitaciones públicas y privadas dificultan la participación de proveedores más pequeños. En este sentido, si bien la industria de operación de campamentos ha alcanzado una eficiencia notable en términos logísticos, también presenta una lógica que tiende a excluir a quienes no cuentan con las capacidades estructurales para competir bajo esas condiciones.

A esto se suma que el modelo vigente está optimizado para escenarios de operación prolongada y volúmenes importantes, lo cual refuerza el dominio de los actores consolidados. No obstante, sería recomendable revisar este modelo a la luz de los desafíos de desarrollo local y sostenibilidad. En particular, en territorios como Magallanes, donde se proyectan operaciones a gran escala vinculadas al H2V, se abre una oportunidad estratégica para repensar parte de la cadena de suministro asociada a servicios logísticos como alimentación y alojamiento. La forma en que estos servicios se articulen podría marcar una diferencia sustantiva en términos de encadenamientos productivos regionales y generación de empleo.

4.2.7. Desafíos y oportunidades para la inclusión de proveedores locales en la operación de campamentos

Dado el contexto altamente concentrado y maduro del mercado de servicios para campamentos, la inclusión de proveedores locales representa un desafío estructural que requiere abordajes deliberados y adaptativos. En regiones como Magallanes, donde la proyección de operaciones vinculadas al H2V podría superar con creces la escala de experiencias previas, este desafío se transforma en una oportunidad estratégica para rediseñar mecanismos de contratación, generar encadenamientos productivos y fortalecer capacidades locales.

Una de las principales estrategias para avanzar en este sentido es la segmentación de contratos. En lugar de licitar la totalidad de los servicios bajo un único modelo de provisión integral, las empresas mandantes pueden dividir la operación del campamento en componentes específicos, permitiendo que empresas regionales asuman funciones acotadas pero relevantes, como el suministro de alimentos frescos, servicios de mantenimiento, lavandería o transporte interno. Esta medida permite ampliar la base de participación sin comprometer la continuidad operativa ni los estándares exigidos.

Otra vía complementaria es el fomento de consorcios o alianzas productivas entre empresas locales, por ejemplo, de pequeños agricultores en cooperativas o entre estas y actores de mayor escala. Este tipo de asociaciones puede mejorar la capacidad de respuesta técnica y financiera de los proveedores regionales, facilitar el cumplimiento de requisitos normativos y compartir infraestructura crítica (como centros de acopio o logística compartida), abriendo paso a una participación más competitiva y sostenible.

Asimismo, existen experiencias de programas de desarrollo de proveedores que han demostrado ser eficaces en otras industrias, particularmente en la minería. Estos programas combinan asistencia técnica, formación en estándares y normativas, acceso a certificaciones clave (HACCP, ISO, etc.) y acompañamiento comercial para fortalecer la competitividad de actores locales. Su implementación en el contexto del

H2V en Magallanes podría contribuir a generar una oferta más robusta y alineada con los requerimientos de la industria.

En paralelo, la incorporación de cláusulas de contenido local en licitaciones o contratos marco, complementadas por mecanismos de seguimiento y apoyo técnico, podría facilitar la participación territorial sin caer en rigideces administrativas. No se trata de imponer cuotas fijas, sino de generar incentivos y condiciones que permitan a los actores locales competir en mejores condiciones.

Finalmente, es importante considerar que muchas de las capacidades requeridas para la operación de campamentos pueden desarrollarse progresivamente. Fases como la construcción de infraestructura o la habilitación de servicios logísticos pueden representar momentos clave para la integración temprana de proveedores locales, generando una curva de aprendizaje que facilite su permanencia en etapas posteriores de operación.

En suma, si bien el modelo tradicional de operación de campamentos presenta barreras estructurales relevantes, también existen herramientas concretas para superarlas. La clave está en articular una estrategia deliberada de inclusión, apoyada por políticas públicas, decisiones empresariales y mecanismos colaborativos que reconozcan el valor de la participación local en el desarrollo de una industria sostenible y socialmente integrada.



4.3. Construcción de parques eólicos

El desarrollo de los parques eólicos constituye un pilar esencial para la producción de energía renovable en Magallanes, desempeñando un rol determinante en la transición hacia un sistema energético sostenible y descarbonizado. Este proceso involucra las etapas iniciales de análisis de factibilidad, que incluyen estudios aerodinámicos avanzados, modelado meteorológico de alta resolución y campañas prolongadas de mediciones in situ con LIDAR o anemómetros de torre. El diseño integral de los parques considera el uso de tecnologías de punta en aerogeneradores, como rotores de mayor diámetro y sistemas de control inteligentes optimizados para maximizar el rendimiento en condiciones climáticas desafiantes.

Por su parte, la construcción incluye movimientos de tierra precisos mediante maquinaria especializada, cimentaciones de tipo monopilote o multibase dependiendo de las características del suelo, y la instalación del cableado subterráneo de alta capacidad interconectado a subestaciones avanzadas. Finalmente, la puesta en marcha contempla simulaciones operativas, verificaciones de carga estructural y pruebas de interoperabilidad para garantizar la sincronización de los sistemas de transmisión locales, optimizando la integración energética y minimizando las pérdidas de transmisión.

Servicios vinculados:

- **En proyectos de ingeniería civil:** construcción de cimientos para aerogeneradores y caminos de acceso.
- **En el montaje de aerogeneradores:** ensamblaje e instalación de torres, palas y nacelles.
- **En infraestructura eléctrica:** tendido de líneas de transmisión, subestaciones y sistemas de control.
- **En el manejo de logística:** transporte de equipos de gran escala (carga sobredimensionada) a través de rutas locales.
- **En el mantenimiento preventivo y correctivo:** servicios de inspección y reparación de aerogeneradores en operación.

La construcción de los parques eólicos es una de las actividades de más exigencia considerando el despliegue de la construcción, cantidad de insumos requeridos y demanda de mano de obra. En la mayor parte de los casos los aerogeneradores serán importados en su totalidad, sin embargo, existen iniciativas que consideran la manufactura de torres en base a hormigón en el territorio. Lo que sí es claro es que la totalidad de los proyectos deberán realizar las fundaciones de los aerogeneradores in situ por lo cual, para los propósitos del presente estudio, es en esta área donde se concentrará el análisis. Para la proyección de requerimientos que serán exigidos en esta etapa se tomarán los escenarios expresados en la siguiente tabla:

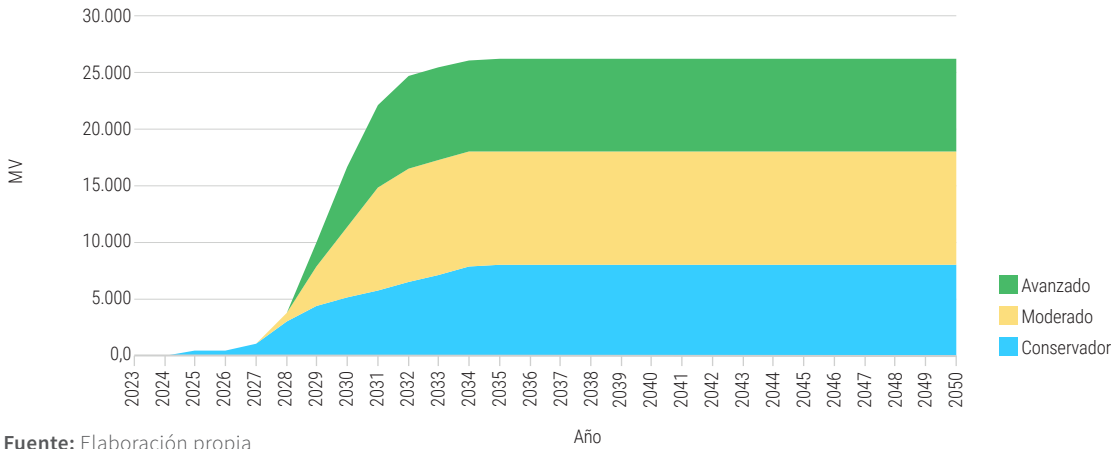
Tabla 22. Escenarios para proyección de requerimientos por capacidad instalada (MW)

Escenario	Capacidad instalada (MW)
Conservador	7.987,4
Moderado	18.087,4
Avanzado	26.237,4

Fuente: Elaboración propia

Para el ejercicio se considera que la construcción se realizará de forma escalonada para lo cual se contempla un máximo de 700 MW por proyecto, por año. De esta manera la capacidad de potencia instalada que se proyecta en el tiempo para cada uno de los escenarios es la que se presenta en el gráfico 2.

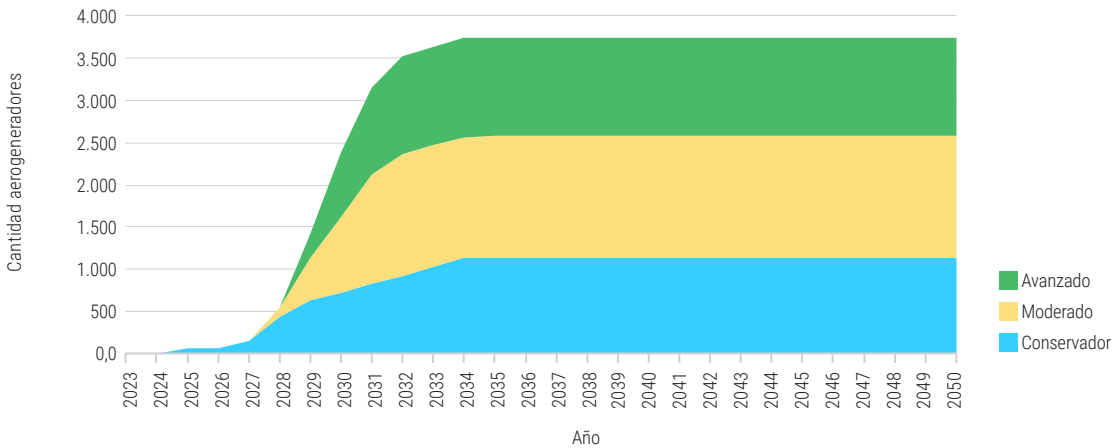
Gráfico 2. Capacidad de potencia instalada



Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, a partir de las entrevistas realizadas con los directores de los proyectos, se estima con mayor frecuencia que la potencia mínima de los aerogeneradores sería de 7 MW. Considerando esta potencia y la capacidad eólica instalada proyectada, se calcula que en el escenario conservador se requerirían aproximadamente 1.141 aerogeneradores; en el escenario moderado, 2.584; y en el escenario avanzado, hasta 3.748, en caso de que se desarrollen todas las iniciativas contempladas (Ver gráfico 3).

Gráfico 3. Cantidad proyectada de aerogeneradores (7MW)

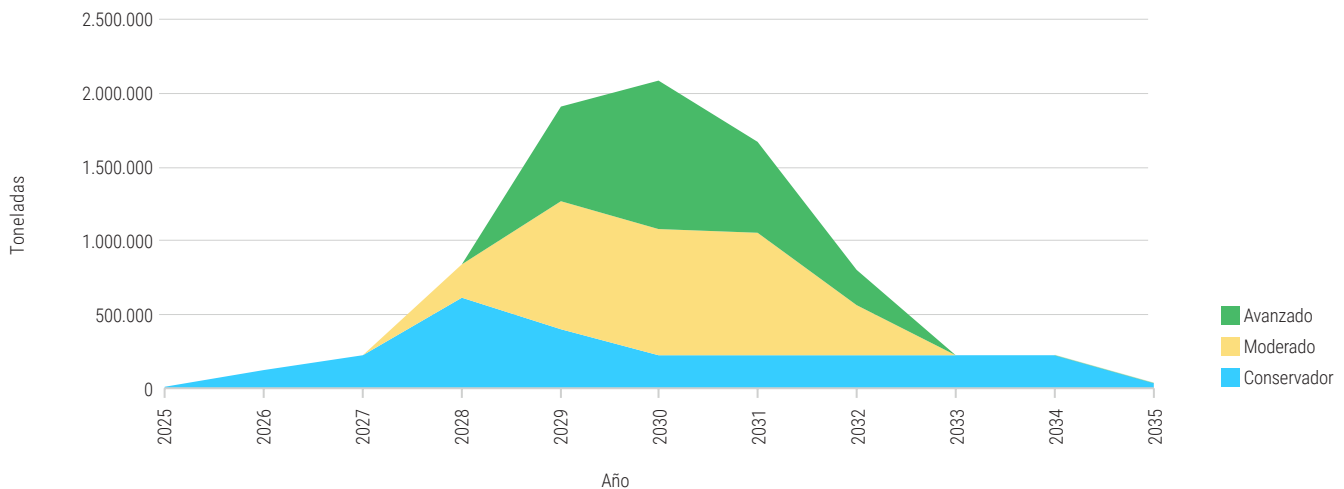


Fuente: Elaboración propia

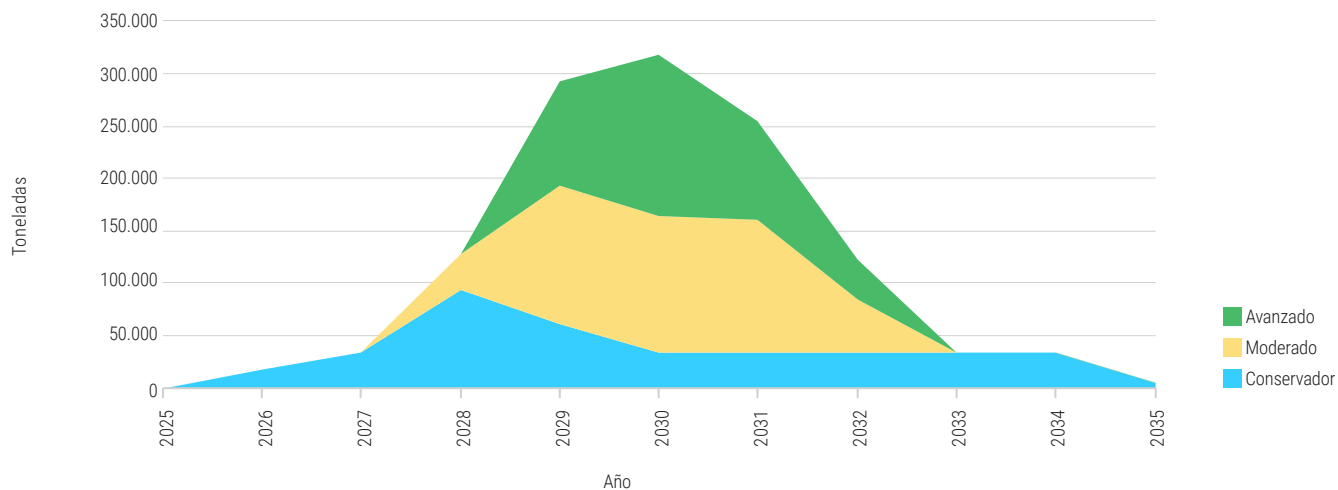
Para un aerogenerador de 7 MW, se estima que la fundación requiere aproximadamente 900 m³ de hormigón, lo que equivale, considerando las variaciones en densidades, a unas 2.160 toneladas por unidad. Un aspecto relevante a tener en cuenta es que la mayor parte de las obras civiles asociadas a la construcción de los parques eólicos se concentraría entre los años 2027 y 2033. En este contexto, la demanda proyectada de hormigón alcanzaría sus valores máximos según el escenario de desarrollo: en el escenario conservador, el peak sería de 617 mil toneladas en 2028; en el escenario moderado, de 1,27 millones de toneladas en 2029; y en el escenario avanzado, de 2 millones de toneladas en 2030. La proyección detallada se presenta en el gráfico 4..

El hormigón está compuesto principalmente por tres insumos esenciales: cemento, agua y áridos. En cuanto al cemento, se estima que por cada tonelada de hormigón se requieren aproximadamente 330 kg. Esto significa que, para cada fundación, la demanda total de cemento sería de alrededor de 713 toneladas. En el caso del escenario conservador la mayor demanda se concentraría el año 2028 alcanzando cerca de 200 mil toneladas. Para los escenarios moderado y avanzado, el peak se produciría entre los años 2029 y 2030, alcanzando una demanda máxima de más de 417 mil y 687 mil toneladas respectivamente (Ver gráfico 5).

Gráfico 4. Demanda de hormigón para fundaciones de aerogeneradores



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 5. Demanda de cemento para fundaciones de aerogeneradores

Fuente: Elaboración propia

En términos generales, el proceso de producción para la fabricación de cemento incluye la extracción de materias primas, la preparación de la mezcla, la calcinación en un horno y la molienda del clínker obtenido. Las materias primas más importantes son la piedra caliza y la arcilla. Las etapas del proceso son las siguientes (Thomas Mason, 2025) (Cemex, 2023):

- **Extracción de la materia prima:** La piedra caliza y la arcilla se extraen de canteras de roca. Los materiales excavados se transportan a la planta trituradora por camiones, vagones de ferrocarril, cintas transportadoras, teleféricos u otros.
- **Trituración:** La piedra de cantera se reduce en las trituradoras a trozos de aproximadamente 1 ½ pulgadas de tamaño.
- **Prehomogeneización:** Es la mezcla proporcional de los diferentes tipos de arcilla, calizas o cualquier otro material requerido.
- **Almacenamiento de materia prima:** Cada una de las materias primas se transporta por separado a silos, donde posteriormente se añade en cantidades específicas según el tipo particular de cemento que se produzca.
- **Molienda de la materia prima:** Esto se lleva a cabo en un molino vertical de acero, que muele el material a través de la presión ejercida por rodillos cónicos que giran sobre una

mesa de molienda giratoria. También se utilizan en esta fase molinos horizontales, en cuyo interior el material se pulveriza mediante bolas de acero.

- **Homogeneización de la harina cruda:** Este proceso se lleva a cabo en silos equipados para obtener una mezcla homogénea del material.
- **Calcinación:** Es la parte central del proceso, en la que entran en juego enormes hornos rotatorios. En el interior, aproximadamente a 1400 grados C°, la materia prima se transforma en clínker (pequeños nódulos de color gris oscuro de 3-4 centímetros de diámetro).
- **Molienda de cemento:** El clínker se muele con bolas de acero de diferentes tamaños mientras se abre paso a través de las cámaras del molino, y se añade yeso para prolongar los tiempos de fraguado del cemento.
- **Empaquetado y envío del cemento:** A continuación, el cemento se almacena en silos de almacenamiento, desde donde se extrae hidráulica o mecánicamente y se transporta a las instalaciones donde se envasará en sacos o se suministrará a granel. En cualquier caso, puede enviarse por vagón de ferrocarril, camión de carga o barco.

Cabe destacar que en la ciudad de Punta Arenas se encuentra ubicada la planta de la empresa Cementos Melón, aprobada para su funcionamiento el año 2019 con una inversión total de 45 millones de dólares, la cual cuenta con una capacidad de producción, en la actualidad, de 250 mil toneladas anuales con la posibilidad de activar su segunda planta logrando ampliar al doble su producción y llegando a las 500 mil toneladas anuales de cemento. Esta planta utiliza como materias primas clínker, yeso, puzolana natural y caliza en distintas proporciones los cuales son transportados desde las instalaciones de la empresa en la zona central del país.

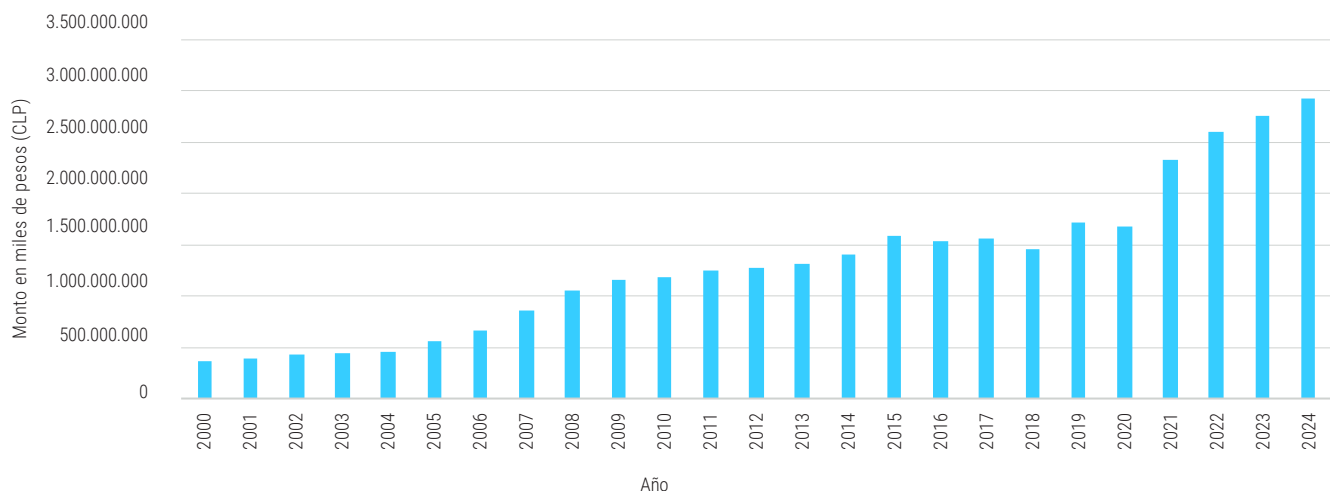
Lo anterior, significa que la mayor parte del proceso productivo no se realiza en Punta Arenas, ya que en la región no se explotan recursos naturales para la fabricación del cemento. En su lugar, lo que se instaló fue una planta de mo-

lienda que se encarga únicamente de la producción final a partir de materias primas previamente procesadas (SEIA, 2019). Este modelo presenta tanto desafíos como oportunidades en términos logísticos, dado que el abastecimiento de insumos depende de un transporte de larga distancia, condicionado por factores como la conectividad terrestre y marítima, la eficiencia en la cadena de suministro y los costos asociados. Al mismo tiempo, abre oportunidades para optimizar procesos logísticos, fomentar encadenamientos regionales en servicios de transporte y almacenamiento, e incluso evaluar, en el futuro, la viabilidad de producir parte de los insumos en el territorio si las condiciones geológicas y económicas lo permiten. Se estima que al día de hoy la planta correspondiente a su primera fase opera entre un 20% y un 40% de su capacidad, con demanda que proviene especialmente de obras públicas que se realizan en la región.

En este contexto, es importante señalar que la región de Magallanes ha incrementado de forma sustancial su presupuesto en infraestructura pública, alcanzando cifras que, considerando solo los últimos diez años, prácticamente se han duplicado (ver gráfico 6).

Adicionalmente, algunos proyectos específicos, no representativos de la estrategia general de la industria del hidrógeno verde en el territorio, contemplan la fabricación de torres de aerogeneradores en base a hormigón. Para este tipo de soluciones, se estima un requerimiento de aproximadamente 440 metros cúbicos de hormigón por torre, lo que equivale a cerca de 1.000 toneladas de concreto, incrementando la potencial demanda por insumos como cemento, áridos y agua. Bajo estas condiciones, es probable que la capacidad actual de producción en la región resulte insuficiente para cubrir los requerimientos proyectados.

Gráfico 6. Inversión en obras en Magallanes - Ministerio de Obras Públicas



Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Obras Públicas

Otro insumo clave en el proceso es el recurso hídrico, indispensable para la producción de hormigón, que constituye el foco de este ejercicio de proyección. No obstante, su demanda también se extiende a etapas previas, como el lavado de áridos. En un escenario conservador, se estima que la demanda anual de agua para la producción de hormigón alcanzaría su punto máximo en 2028, con algo más de 42.000 m³. En el escenario moderado, el peak se produciría en 2029, con una demanda levemente superior a los 87.000 m³. Finalmente, en el escenario avanzado, la demanda máxima anual proyectada sería de aproximadamente 144.000 m³ en 2030 (ver gráfico 7).

Se debe considerar que la totalidad del recurso hídrico necesario para el proyecto provendría del agua de mar, la cual sería desalada en plantas provisorias antes de la instalación de desaladoras definitivas destinadas a abastecer el proceso de electrólisis. Sin embargo, no se des-

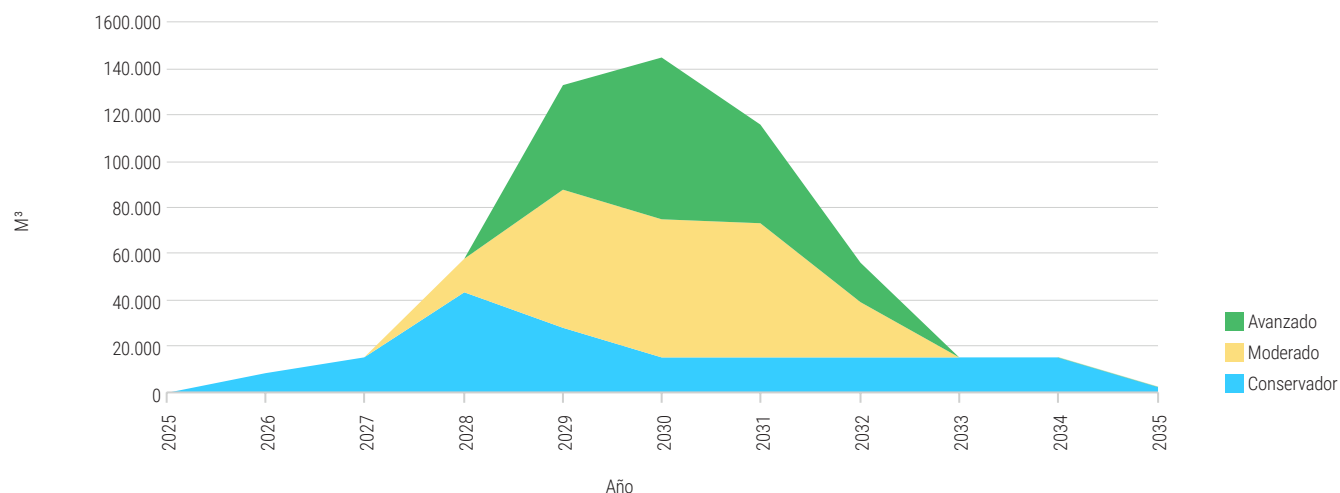
carta la posibilidad de explorar fuentes alternativas de abastecimiento, como el reúso de aguas servidas, cuyo potencial para su reutilización en procesos industriales es significativo.

Para contextualizar la demanda estimada de agua asociada a las fundaciones de aerogeneradores, resulta útil compararla con el consumo de plantas desaladoras de gran escala. Un caso relevante es la planta desaladora de Escondida (BHP, Chile), con una capacidad de 2.500 litros por segundo, equivalente a aproximadamente 79.000.000 m³ anuales. En este contexto, la demanda máxima proyectada, que se sitúa en torno a 140.000 m³ entre 2029 y 2030 según los tres escenarios evaluados, representa una fracción mínima de la capacidad de una planta desaladora de gran envergadura. Un análisis similar se puede aplicar a la planta desaladora de Antofagasta (Aguas Antofagasta), cuya capacidad alcanza los 1.000 litros por segundo, equivalentes a

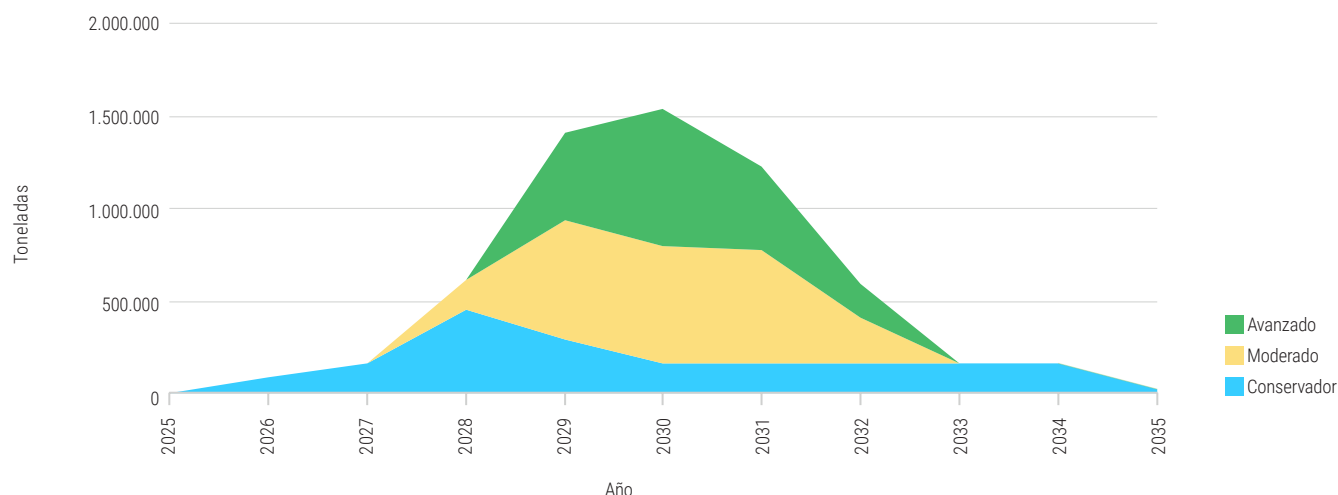
31.000.000 m³ anuales. En este caso, la demanda proyectada representa menos del 0,5% de su capacidad anual, lo que evidencia el bajo impacto relativo del requerimiento hídrico del proyecto en el contexto de la infraestructura de desalinización a gran escala.

En cuanto a los áridos, considerando grava, arena, piedra triturada, entre otros, es el principal material que se utiliza para la producción de hormigón. Así, para una estructura promedio, se estima que por cada fundación de aerogenerador (2.160 toneladas de hormigón), poco más del 70%, dependiendo de la densidad y otros elementos como las características de la superficie, correspondería a los áridos, es decir, unas 1.600 toneladas. De esta manera, para el escenario conservador, el peak de la demanda se produciría el año 2028 con 457 mil toneladas. Luego, para el escenario moderado el peak se produciría el año 2029 con 937 mil toneladas. Para el escenario avanzado, la demanda máxima anual, al 2030, llegaría a más de un 1,5 millones de toneladas (ver gráfico 8).

Gráfico 7. Demanda de agua para fundaciones de aerogeneradores



Fuente: Elaboración propia

Gráfico 8. Demanda de áridos para fundaciones de aerogeneradores

Fuente: Elaboración propia

La extracción de áridos es una actividad esencial para la industria de la construcción y otros sectores productivos. Sin embargo, la falta de un marco regulatorio unificado ha generado diferencias en su fiscalización y gestión, con impactos ambientales y territoriales que requieren atención. Actualmente, los criterios de regulación varían entre comunas, lo que ha dificultado la supervisión de la actividad, la implementación de medidas de restauración y la trazabilidad del material extraído.

En respuesta a esta situación, la Cámara de Diputados despachó recientemente a tercer trámite, debiendo pasar por el Senado, un proyecto que busca normar la extracción de áridos mediante la implementación de procedimientos más estrictos de trazabilidad, fiscalización y planes de cierre de faenas. La iniciativa establece la creación de un Registro

Público de Extracción de Áridos, que documentará las actividades autorizadas y su cumplimiento normativo. Además, obliga a los titulares de proyectos a obtener certificaciones de origen del material, garantizar su trazabilidad y ejecutar medidas de compensación ambiental en las áreas intervenidas. El proyecto de ley también otorga mayores facultades de fiscalización y sanción para prevenir extracciones irregulares que puedan afectar el equilibrio hidrológico, la estabilidad del suelo y la calidad del agua subterránea (MOP, 2024).

En paralelo, el Programa Transforma H2V Magallanes ha impulsado un proceso de unificación de las ordenanzas municipales con el fin de armonizar criterios sobre la extracción de áridos en la región. Actualmente, las normativas comunales presentan diferencias en cuanto a los requisitos de autorización,

la gestión de excedentes y las medidas de restauración post-explotación, lo que ha generado incertidumbre y dificultades en su fiscalización. La iniciativa busca establecer estándares comunes, fortalecer la supervisión de las faenas extractivas, mejorar la trazabilidad de los materiales y gestionar los pasivos ambientales de manera coordinada. La integración de estas regulaciones municipales con el marco normativo nacional permitiría contar con un sistema de control más eficiente y homogéneo para la actividad extractiva en Magallanes.

La necesidad de una regulación más robusta se hace evidente cuando no se aplican los controles adecuados en las faenas extractivas. Casos recientes han demostrado que la ausencia de planes de restauración efectiva y la falta de medidas de mitigación pueden generar

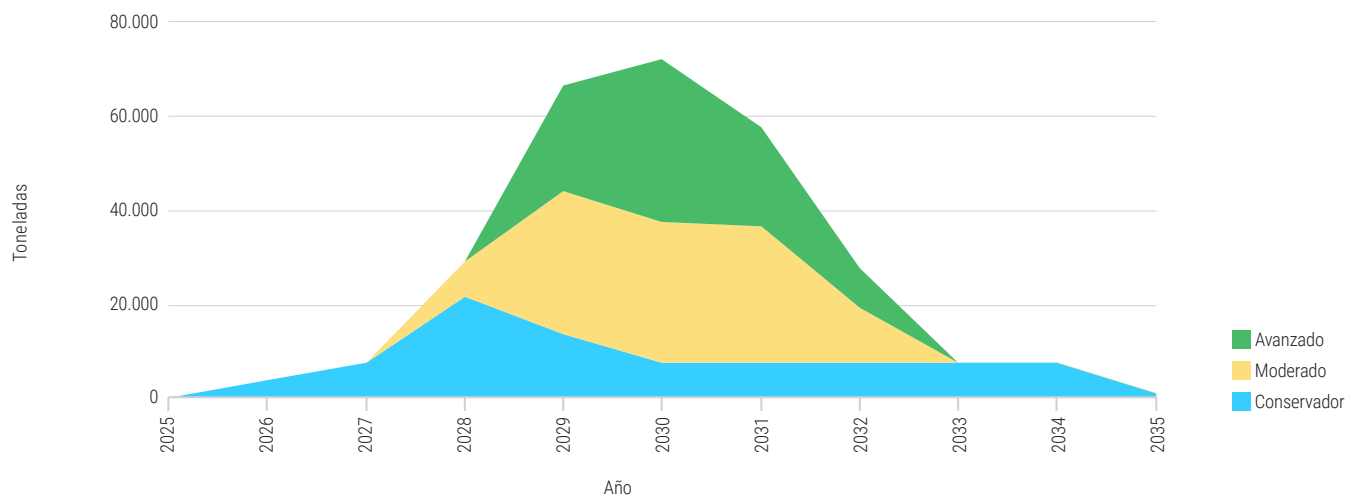
impactos significativos en el territorio, tales como alteraciones en la estabilidad del suelo, contaminación de cuerpos de agua y afectaciones a la biodiversidad local. En contextos donde no se han implementado mecanismos de fiscalización oportunos, se han identificado excavaciones abandonadas sin recuperación de la cobertura vegetal, acumulación de agua sin drenaje adecuado y ausencia de criterios claros sobre la disposición de excedentes de excavación. Estos antecedentes reflejan la importancia de contar con normativas precisas que prevengan efectos adversos y exijan la restauración de los espacios intervenidos (SMA, 2024).

Resultaría recomendable avanzar en una regulación más rigurosa sin incrementar la cantidad de permisos o requerimientos administrativos, sino que a través de una modernización de estándares operativos que facilite su cumplimiento con mecanismos de fiscalización eficientes y sanciones ejemplificadoras. Esto garantizará que las normativas no solo sean aplicables, sino también efectivas en la protección del territorio y en la promoción de un desarrollo sostenible.

Finalmente, otro insumo relevante para las fundaciones de los aerogeneradores es el acero y que, para un equipo de las dimensiones ya señaladas, de acuerdo

con información provista por una de las empresas de H2V con proyectos en Magallanes, la demanda sería de 75 toneladas. Así, para el escenario conservador el peak de demanda de este insumo sería de poco más de 21 mil toneladas en 2028, para el escenario moderado el peak sería de casi 44 mil toneladas al 2029 y para el escenario avanzado el máximo sería alrededor de 72 mil toneladas al año 2030 (ver gráfico 9).

Gráfico 9. Demanda de acero para fundaciones de aerogeneradores



Fuente: Elaboración propia

Los antecedentes recientemente expuestos presentan una condición altamente demandante considerando que las fundaciones de los aerogeneradores deben construirse in situ, lo que implica un desafío logístico y de abastecimiento de materiales dentro de la región. La construcción de parques eólicos es una de las actividades de mayor exigencia

debido al despliegue de obras a gran escala, el alto consumo de materiales (hormigón, acero, áridos, agua) y la intensa demanda de mano de obra con una concentración de actividades entre 2027 y 2034. Adicionalmente, existen iniciativas paralelas que podrían demandar una mayor cantidad de materiales como los ya mencionados, esto

hace referencia a las obras públicas para caminos, puertos, vivienda y aeropuertos y obras privadas asociadas principalmente a puertos y torres de aerogeneradores en base a hormigón, entre otras. Algunas de las obras proyectadas asociadas al desarrollo de la industria son las que se presentan en la tabla 21.

Tabla 21. Obras proyectadas que podrían implicar mayor demanda de materiales

Nombre / Empresa	Ubicación	Condición de la infraestructura	Tipo de obra	Año estimado inicio obras
J. Mardones EPA Austral	Punta Arenas	Ampliación / remodelación	Refuerzo de la losa	2026
J. Mardones EPA Austral	Punta Arenas	Ampliación / remodelación	Capacidad de atraque e importación / exportación	2026
Laredo ENAP	Bahía Laredo	Ampliación / remodelación	Importación de equipos con artefacto naval	2026
Cabo Negro ENAP	Cabo Negro	Ampliación / remodelación	Estudio exportación amoníaco	S/I
Gregorio ENAP	San Gregorio	Ampliación / remodelación	Importación y exportación	S/I
Otway Otway G. E.	Seno Otway	Ampliación / remodelación	Importación y exportación	2028
HNH Energy	San Gregorio	Nueva infraestructura	Importación y exportación	2027
Total Energies	Bahía Posesión	Nueva infraestructura	Importación y exportación	2028
TEG Chile	Gente Grande	Nueva infraestructura	Importación	2028
TEG Chile	Gente Grande	Nueva infraestructura	Exportación	2028
Llaquedona	Gente Grande	Nueva infraestructura	Exportación Monoboya	S/I
Acciona - Nordex	Punta Catalina	Nueva infraestructura	Exportación Monoboya	S/I
Armonía	Bahía Inútil	Nueva infraestructura	Importación, exportación y servicios	S/I

Fuente: Estudio de hubs industriales adyacentes al H2V en Magallanes, GIZ, Grupo Singular, 2025

El principal desafío que se observa es que la construcción de los parques eólicos, y otras obras aledañas, tienen una demanda intensiva de insumos (cemento, áridos, acero, hormigón, etc.) durante un período de tiempo relativamente acotado (2027-2034). Luego, la demanda podría disminuir drásticamente, dejando capacidades productivas sobredimensionadas. Esto podría generar dificultades en la sostenibilidad de nuevas inversiones en infraestructura productiva si los retornos esperados dependen de una extensión en el tiempo superior al de la demanda puntual y riesgos de capacidad instalada ociosa si no hay continuidad de demanda en el tiempo.

Como en toda gran obra, la eficiencia en la construcción es fundamental para poner en operación los proyectos en el menor tiempo posible dentro de lo razonable. Sin embargo, este proceso puede estresar la demanda de insumos y mano de obra, generando desafíos en la disponibilidad, logística y costos. Sin embargo, este escenario también presenta una oportunidad estratégica para transformar y fortalecer el ecosistema productivo regional. La creciente necesidad de insumos y servicios especializados puede abrir espacios para diversificar la oferta, fortalecer la competitividad y atraer nuevos actores al mercado, impulsando un entorno más dinámico y eficiente. Esto no solo permitiría elevar los estándares de calidad y optimización de recursos, sino que también fomentaría un desarrollo más equitativo del sector productivo en la región.

La inserción de nuevos competidores, la búsqueda de eficiencia y la necesidad de ejecutar las obras en plazos relativamente breves pueden actuar como catalizadores para la innovación, la investigación y el desarrollo tecnológico si se toman las medidas pertinentes. Estos avances no solo impactarán a la industria del hidrógeno verde, sino que también generarán externalidades positivas en la construcción, infraestructura pública y sectores productivos tradicionales, promoviendo una economía más resiliente y adaptable a los nuevos desafíos.



4.4. Sistemas de monitoreo y seguimiento ambiental

Los sistemas de monitoreo, seguimiento y reportabilidad ambiental comprenden un conjunto de tecnologías, servicios y procedimientos destinados a evaluar, controlar y reportar los impactos que generan o no los proyectos sobre los distintos componentes del medio natural y humano. El seguimiento ambiental también es la forma de acreditar el cumplimiento de las exigencias y compromisos ambientales voluntarios establecidos en la Resolución de Calificación Ambiental (RCA), este último es el documento del estado de Chile que otorga el permiso para la ejecución de un proyecto con la incorporación del componente ambiental. Su propósito central es garantizar el cumplimiento de la normativa ambiental vigente, permitir la gestión proactiva de riesgos y aportar evidencia objetiva sobre el desempeño ambiental de los proyectos a lo largo de su ciclo de vida.

En el contexto del desarrollo de proyectos de H2V y sus derivados, estos sistemas adquieren una importancia crítica. La magnitud, duración y dispersión territorial de este tipo de iniciativas implica una afectación potencial a múltiples dimensiones y componentes ambientales del entorno, desde la calidad del aire y el agua, hasta la biodiversidad, el paisaje y el patrimonio cultural. A su vez, el cumplimiento de los compromisos establecidos en las RCA y la necesidad de construir legitimidad social en territorios sensibles como Magallanes refuerzan la necesidad de contar con sistemas robustos, transparentes y confiables de monitoreo, seguimiento y reportabilidad.

A diferencia de otros servicios especializados que se concentran en etapas puntuales en el ciclo de vida de los proyectos, el monitoreo ambiental es una actividad transversal y recurrente. Inicia con los estudios de factibilidad y línea base ambiental durante la fase de planificación, se intensifica en la etapa de construcción y se mantiene durante la operación

y el cierre, dependiendo de la naturaleza y localización del proyecto. Esta condición lo convierte en un nicho de alto potencial para el desarrollo de capacidades técnicas y empresariales permanentes en el territorio.

La implementación de esta actividad requiere una combinación de instrumentos tecnológicos ambientales de soporte (laboratorios, cámaras, radares, sensores ambientales, plataformas de captura, análisis y reportabilidad de datos, tecnologías de visualización), y servicios profesionales especializados en múltiples disciplinas que además permitan identificar, categorizar, coordinar e implementar las exigencias y compromisos ambientales voluntarios, adaptarlos a las nuevas condiciones, reportarlos y mantener una coordinación entre la industria, comunidad, ONG's y las autoridades ambientales (MMA, SEA, SMA, SBAF, etc). Entre ellas se incluyen la ecología, meteorología, geología, sociología, arqueología, acústica, geoespacialidad, limnología, cambio climático y modelación predictiva, entre otras. Además, el diseño y operación de estos sistemas deben considerar las condiciones particulares del territorio, como el clima extremo, la amplitud o extensión de la zona, la alta sensibilidad ecológica, la baja densidad de infraestructura en zonas rurales o costeras y las relaciones socio ambientales de la región de Magallanes y de la Antártica Chilena.

En este escenario, el seguimiento y monitoreo ambiental no solo cumple una función de control, sino que representa una oportunidad estratégica para diversificar la matriz productiva regional, fortalecer los encadenamientos locales y consolidar un ecosistema de servicios ambientales orientado al desarrollo sostenible.

Los sistemas de monitoreo y seguimiento ambiental comprenden una amplia gama de servicios especializados que permiten observar, medir y analizar el comportamiento de variables ambientales clave durante todo el ciclo de vida de los proyectos productivos. En la industria del H2V, estos servicios se vuelven especialmente relevantes dado el alto estándar técnico, ambiental y social que demandan los inversionistas, financieristas, las comunidades y los reguladores tanto nacionales como internacionales.

A continuación, en la tabla 24, se presentan los principales grupos de servicios que integran esta actividad, organizados según las áreas ambientales más comúnmente abordadas en el marco del SEIA como medio abiótico, medio biótico, medio humano, paisaje y patrimonio cultural, y que han sido priorizadas en función de su pertinencia para los proyectos de H2V en Magallanes. Cada uno de estos componentes demanda tecnologías, equipamiento, profesionales especializados y protocolos de trabajo que hoy están mayoritariamente concentrados en proveedores externos a la región, salvo tres entidades en particular que han estado prestando servicios a proyectos de H2V, en algunos casos desde hace más de 4 años (EINAS, GEA-UMAG y Gestión Patagonia).

Tabla 24. Principales grupos de servicios ambientales

Componente	Áreas de análisis habituales	Servicios derivados
Medio abiótico	Calidad del aire, monitoreo de agua superficial y subterránea, ruido, vibraciones, luminosidad, clima, oceanografía, sombra intermitente, etc.	Instalación y operación de estaciones de monitoreo; muestreo y análisis de agua y aire, de emisiones, suelos y contaminantes; modelación de dispersión; estudios meteorológicos y oceanográficos; monitoreo acústico y lumínico.
Medio biótico	Flora, fauna terrestre y marina, entomofauna, hongos y líquenes, relaciones ecosistémicas, restauración ecológica.	Inventarios y censos biológicos; monitoreo con drones y cámaras trampa; bioacústica; análisis de biodiversidad y ecosistemas; planes de restauración y seguimiento post-intervención.
Medio humano	Salud, calidad de vida, percepción del riesgo, actividades económicas, uso del territorio.	Estudios de línea base social; encuestas y focus group; monitoreo de condiciones socioeconómicas; evaluación participativa y percepción social y grupos de interés.
Paisaje	Impacto visual, valor escénico, percepción del entorno.	Modelación visual 3D; fotomontajes y análisis de visibilidad; evaluación de percepción y valor paisajístico mediante instrumentos participativos.
Patrimonio cultural	Arqueología terrestre y subacuática, paleontología, patrimonio histórico y cultural.	Prospección arqueológica; monitoreo de hallazgos fortuitos; estudios paleontológicos; levantamiento de patrimonio inmaterial.
Otras	Particularmente asociadas a H2V.	Charlas antes de inicio de construcción sobre aves, arqueología, entre otras.

Fuente: Elaboración propia

En complemento a la clasificación anterior basada en los componentes del medio, la tabla 25 presenta una caracterización de los principales sistemas de monitoreo ambiental requeridos en cada etapa del ciclo de vida de un proyecto de H2V y sus derivados. Esta mirada funcional permite identificar oportunidades específicas para el desarrollo de capacidades locales según la fase del proyecto y el tipo de infraestructura involucrada.

Tabla 25. Subsectores y alcance del monitoreo ambiental

Subsector	Alcance Subsector
Ingeniería y construcción de parques eólicos Sistema de Monitoreo de Impacto Ambiental en la Fase de Construcción	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de la calidad del aire (material particulado, gases) con sensores remotos y estaciones meteorológicas. • Monitoreo de la calidad del agua (superficial y subterránea) con análisis de laboratorio y sensores in situ. • Monitoreo de la fauna (aves, mamíferos marinos) con radares de aves 1, cámaras trampa y observación directa. • Control de la erosión y sedimentación con inspecciones visuales y análisis de suelos. • Gestión de residuos con sistemas de clasificación y cuantificación de residuos.
Generación de energía eólica Sistema de Monitoreo de la Operación del Parque Eólico	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de la producción de energía eólica con sistemas SCADA e integración de parámetros ambientales en este tipo de plataformas para monitorear en tiempo real variables como la velocidad del viento, la humedad y la calidad del aire. • Monitoreo de la biodiversidad: uso de drones, cámaras, radares y sensores acústicos para evaluar el impacto en la fauna, especialmente en especies en peligro de extinción. • Monitoreo del ruido con sonómetros y sistemas de análisis acústico. • Monitoreo de las condiciones meteorológicas con estaciones meteorológicas y sensores remotos.
Producción de H2V Sistema de Monitoreo de Emisiones y Eficiencia Energética	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de las emisiones de la planta de electrólisis (oxígeno, hidrógeno) con sensores de gases y sistemas de análisis de datos. • Monitoreo del consumo de agua y energía con medidores inteligentes y sistemas de gestión de la energía. • Evaluación de la eficiencia de la electrólisis con análisis de rendimiento y optimización de procesos. • Modelos predictivos basados en IA: desarrollo de algoritmos avanzados para identificar riesgos ambientales y proponer medidas preventivas.
Conversión a Amoníaco y e-fuels Sistema de Monitoreo de Seguridad Industrial y Emisiones	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de la Calidad del aire en la planta de conversión (emisiones de amoniaco) con sensores de gases y sistemas de alerta temprana. • Sensores de calidad hídrica y suelo: implementación de sensores para analizar contaminantes y otros indicadores de cuerpos de agua y suelos cercanos a las operaciones de los proyectos. • Monitoreo de fugas y derrames con sensores y sistemas de contención. • Monitoreo satelital: utilización de imágenes de alta resolución para supervisar cambios en el uso de suelo y la vegetación circundante. • Control de la seguridad industrial con sistemas de vigilancia y protocolos de emergencia.
Almacenamiento y transporte Sistema de Monitoreo de la Integridad de la Infraestructura	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de la integridad de tanques de almacenamiento con sensores de presión, temperatura y nivel. • Monitoreo de ductos y sistemas de transporte con tecnologías de inspección no destructiva. • Control de la seguridad en el transporte con sistemas de geolocalización y seguimiento de rutas.
Exportación Sistema de Monitoreo de la Calidad del Producto y Cumplimiento Normativo	<ul style="list-style-type: none"> • Control de la calidad del H2V, amoniaco y e-fuels con análisis de laboratorio y certificaciones. • Auditorías medioambientales: servicios de verificación independientes para garantizar el cumplimiento de normativas ambientales locales e internacionales para la exportación de los productos.
Cierre del Proyecto y Remediación Ambiental Sistema de Monitoreo de la Recuperación Ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de la calidad del suelo y del agua después del cierre de las instalaciones. • Control de la revegetación y la recuperación de la biodiversidad. • Gestión de pasivos ambientales con tecnologías de remediación.

Fuente: Elaboración propia

4.4.1. Contexto nacional del monitoreo ambiental en proyectos productivos

El monitoreo, seguimiento y reportabilidad ambiental se ha consolidado en Chile como una industria en expansión, reflejando tanto el fortalecimiento del marco regulatorio como la creciente complejidad técnica de los proyectos de inversión. Este proceso ha dado lugar a un ecosistema de servicios ambientales cada vez más sofisticado, compuesto por empresas consultoras, universidades, centros de análisis, laboratorios, tecnologías de captura y modelación de datos, así como profesionales especializados en múltiples disciplinas ambientales y sociales.

Durante el año 2024, el SEA calificó un total de 332 proyectos de inversión, respondió 2.645 Consultas de Pertinencia, resolvió 19 recursos administrativos, y ejecutó 121 procesos de Participación Ciudadana, además de seis procesos de Consulta Indígena finalizados con acuerdo. Asimismo, alcanzó una ejecución presupuestaria del 99,32%, equivalente a MM\$21.259, con una dotación total de 399 funcionarios, lo que da cuenta de una institucionalidad activa y en expansión con alta carga operativa (SEA, 2024).

A esta dinámica institucional se suma el auge que presenta la industria de consultorías ambientales para proyectos complejos como los de minería, infraestructura energética y, más recientemente, los asociados al desarrollo del H2V, lo que ha implicado un alza sostenida de los costos de los estudios. Mientras un Estudio de Impacto Am-

biental (EIA) sencillo puede costar desde US\$500 mil, uno de complejidad media bordea el millón de dólares, y los de gran envergadura, como ocurre en proyectos de H2V que integran plantas de electrólisis, puertos, centrales eólicas y ductos, pueden alcanzar entre US\$30 y US\$80 millones. En el caso de las Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA), los montos fluctúan entre UF 2.000 y UF 5.000, con costos que se han triplicado en los últimos 5 a 7 años debido al mayor número de requerimientos técnicos y legales (normativas, guías, instructivos y nuevos criterios técnicos) instrumentos de monitoreo, participación ciudadana y profesionales involucrados. Al año 2024 se contabilizaban al menos 63 consultoras acreditadas ante el SEA (Litoral Press y Diario Financiero, 2024).

Este auge se explica, entre otros factores, por el aumento en los estándares técnicos, las nuevas exigencias normativas y la mayor especialización requerida para abordar subcomponentes ambientales específicos. Por ejemplo, los estudios deben incluir caracterizaciones detalladas de fauna diferenciada por grupos taxonómicos, vegetación y flora nativa e introducida, invertebrados, relaciones ecosistémicas, arqueología terrestre y subacuática, paisaje, y medio humano con énfasis en salud, percepción y uso del territorio, por mencionar algunos.

Este contexto ha dado lugar a un mercado donde se requieren profesionales altamente especializados como ingenieros civiles, ambientales, técnicos ambientales, ecólogos, arqueólogos,

hidrólogos, modeladores espaciales, entre otros, y tecnologías avanzadas, como sensores remotos, plataformas de inteligencia ambiental, radares de aves, drones, imágenes satelitales de alta resolución y sistemas de modelación predictiva. Este nivel de especialización ha complejizado no solo la elaboración de los estudios, sino también su revisión y fiscalización, lo que plantea nuevos desafíos para la capacidad institucional del Estado y del ecosistema técnico nacional. En este escenario, si bien resulta fundamental asegurar altos estándares de evaluación y trazabilidad ambiental, también pudiera ser necesario resguardar que dichos requerimientos no se transformen en barreras de entrada para nuevas inversiones, particularmente en regiones alejadas de los centros de decisión, donde los recursos técnicos e institucionales pueden ser más limitados.

Adicionalmente, persisten brechas territoriales relevantes. La mayor parte de las consultoras ambientales se encuentra concentrada en la zona centro del país (Diario Financiero, 2025), lo que puede limitar la incorporación de conocimiento territorial específico, tácito y explícito, en los estudios que se realizan en zonas extremas como Magallanes. Esta desconexión potencial puede afectar la pertinencia de las caracterizaciones y la eficacia de los sistemas de monitoreo, especialmente en contextos donde la sensibilidad ecológica, la heterogeneidad climática y las dinámicas sociales requieren un conocimiento profundo del entorno.

4.4.2. Monitoreo y seguimiento ambiental en la región de Magallanes

La región de Magallanes y de la Antártica Chilena ha adquirido una relevancia sin precedentes en el ámbito de la evaluación ambiental a nivel nacional. Según lo informado en la cuenta pública del SEA, actualmente se encuentran en evaluación proyectos por un total aproximado de US\$108.000 millones en todo el país, de los cuales US\$28.000 millones, equivalentes a cerca del 26 % del total, corresponden exclusivamente a iniciativas de H2V emplazadas en Magallanes, lo cual debiese ir en crecimiento. Esta proporción sitúa a la región en el primer lugar nacional en términos de inversión en proceso de evaluación ambiental, representando alrededor de un cuarto de la inversión potencial a nivel país.

A esto resulta relevante añadir que una característica particular del territorio es que cerca del 60 % de la superficie regional se encuentra bajo alguna categoría de protección ambiental, incluyendo parques nacionales, reservas o monumentos naturales y áreas marinas protegidas, entre otras. Esta condición convierte al monitoreo y seguimiento ambiental en Magallanes en un ámbito especialmente exigente, pero al mismo tiempo ofrece una oportunidad estratégica para posicionar a la región como un referente en sostenibilidad, promoviendo un modelo de desarrollo que armonice la conservación ambiental con la implementación de proyectos productivos de gran escala.

Actualmente, el monitoreo y seguimiento ambiental se desarrolla en la región con relativa intensidad, particularmente en la etapa de levantamiento de líneas base de los proyectos que han ingresado o se prevé que ingresen al SEA en los próximos años. En este sentido existen competencias locales relevantes, incluyendo instituciones académicas, centros de investigación y consultoras regionales, que han comenzado a posicionarse en esta área y muestran un desarrollo creciente. No obstante, aún no se configura una oferta local consolidada que permita responder de manera sostenida a la creciente demanda de servicios especializados, en particular durante las fases de construcción y operación de los proyectos.

Adicionalmente la disponibilidad de formación especializada en la región aún presenta desafíos. Si bien existen instituciones que han desarrollado líneas académicas y de investigación vinculadas a aspectos ambientales, la oferta formativa local todavía no cubre de forma sistemática todas las competencias requeridas para el monitoreo y seguimiento ambiental de grandes proyectos, presentando espacios de mejora en cobertura, profundidad y actualización de avances tecnológicos.

El análisis de información proporcionada por los propios proyectos en evaluación revela una marcada preferencia por la contratación de consultoras con base en otras regiones del país, principalmente en la zona centro, o en el extranjero. Esta condición refleja tanto los elevados estándares técnicos requeridos por la normativa ambiental como la necesidad de fortalecer las capacidades locales. En este escenario, la expansión del monitoreo ambiental en Magallanes representa una oportunidad estratégica para el desarrollo de capacidades empresariales, formativas y tecnológicas en la región, con miras a avanzar hacia una mayor autonomía en la ejecución de esta función crítica y recurrente dentro del ciclo de vida de los proyectos.

4.4.3. Oportunidades para el fortalecimiento del monitoreo y seguimiento ambiental en Magallanes

A partir del contexto previamente descrito, se observa que el monitoreo y seguimiento ambiental en Magallanes se posiciona como un sector con alto potencial de desarrollo regional, tanto por la magnitud de los proyectos en evaluación como por las condiciones particulares del territorio. Esta combinación genera una demanda creciente de servicios técnicos especializados que, si bien en la actualidad son parcialmente cubiertos en la región, representan una oportunidad concreta para la consolidación de capacidades locales en distintas dimensiones.

Con el objetivo de orientar este proceso, se presenta a continuación una evaluación preliminar de algunas de las actividades más recurrentes por componente ambiental, considerando tres dimensiones: permanencia del monitoreo en el tiempo teniendo en cuenta el ciclo de vida de los proyectos; intensidad o frecuencia con la que ese servicios sería demandando y; relevancia estratégica del componente en el contexto del despliegue de proyectos productivos en Magallanes y las características que presenta el territorio. Dado que no existe un catastro formal y actualizado de proveedores especializados en monitoreo, seguimiento y reportabilidad ambiental en la región, este ejercicio debe entenderse como una aproximación técnica inicial para orientar decisiones futuras.

Tabla 26. Evaluación preliminar por componente y área de monitoreo ambiental

Componente del medio	Área de monitoreo	Permanencia	Intensidad / Frecuencia	Relevancia estratégica
Medio físico	Calidad del aire	Alta	Alta	Alta
	Calidad del agua	Alta	Alta	Alta
	Suelo y erosión	Media	Media	Media
	Ruido y vibraciones	Alta	Media	Media-Alta
	Meteorología	Alta	Alta	Alta
Medio biótico	Fauna y avifauna	Alta	Media	Media
	Flora y vegetación	Alta	Alta	Alta
	Restauración ecológica	Media	Alta	Alta
Medio humano	Percepción social	Media	Media	Alta
	Salud ambiental	Media	Media	Baja-Media
	Actividades productivas	Media	Media	Media
Paisaje	Evaluación y seguimiento	Baja	Media	Baja-Media
Patrimonio cultural	Prospección y rescate	Media	Baja	Alta

Fuente: Elaboración propia

A partir del análisis estratégico por componente del medio, es posible identificar no solo brechas y áreas prioritarias para el fortalecimiento de capacidades locales, sino también oportunidades emergentes asociadas a actividades complementarias como la economía circular y la gestión sostenible de residuos. En el contexto de los proyectos de H2V y sus derivados, estas oportunidades se expresan en diversas etapas del ciclo de vida, particularmente en aquellas donde se generan residuos industriales, emisiones controladas o subproductos susceptibles de valorización.

Uno de los ámbitos más relevantes en esta línea es el reúso de la salmuera resultante del proceso de desalinización. Aunque actualmente se le considera un residuo industrial, su composición podría permitir usos alternativos bajo ciertos estándares de tratamiento y monitoreo, especialmente en zonas donde se busca minimizar el impacto sobre cuerpos de agua o ecosistemas sensibles. Esta situación abre el camino para investigaciones aplicadas y desarrollos tecnológicos enfocados en el reaprovechamiento de este tipo de efluentes.

También destaca la gestión avanzada de residuos sólidos (peligrosos, domiciliarios y asimilables a domiciliarios) y líquidos industriales, particularmente durante la fase de construcción y operación de los proyectos, donde la generación de residuos puede alcanzar volúmenes significativos. Estrategias orientadas a la minimización en origen, segregación eficiente, trazabilidad y disposición final controlada, además de cumplir con exigencias regulatorias, abren espacio al desarrollo de servicios especializados y emprendimientos tecnológicos de base regional.

En la misma línea, la valorización de subproductos como el oxígeno generado en el proceso de electrólisis, cuya utilización en procesos industriales, sanitarios o acuícolas podría ser explorada como parte de un modelo de simbiosis industrial que favorezca la sostenibilidad y eficiencia de los proyectos.

Asimismo, la restauración de la capa vegetal en las áreas intervenidas será una actividad crítica dentro de los compromisos de mitigación ambiental. Como referencia, para un proyecto que contempla una superficie de 3.500 hectáreas aproximadamente, alrededor de un 10% sería intervenido y

estaría destinado a la restauración de capa vegetal. Este proceso demanda la presencia de profesionales y técnicos especialistas que monitoreen y aseguren la recuperación de vegetación nativa. Actualmente, según proveedores regionales entrevistados, existe una disponibilidad limitada de profesionales de estas características en la zona.

Por otra parte, las evaluaciones ambientales de los proyectos contemplan servicios arqueológicos y paleontológicos para la identificación y gestión de hallazgo de valor patrimonial, lo cual es un servicio costoso y escaso. En la industria minera, por ejemplo, la dotación de profesionales dedicados al área de desarrollo ambiental representa entre un 3% y un 5% del personal. Para un proyecto de la magnitud de los que se están desarrollando en Magallanes, esta proporción podría implicar la necesidad de contar con entre 50 y 100 profesionales especializados en temas ambientales.

Un aspecto a destacar es que entidades locales han participado activamente en el desarrollo de las líneas base de los proyectos de H2V en la región. Esto ha permitido la formación de un grupo de profesionales altamente capacitados y con un conocimiento profundo de los desafíos ambientales específicos de Magallanes. Sin embargo, una de las preocupaciones expresadas por proveedores locales es el riesgo de que consultoras internacionales con mayor capacidad económica absorban este talento, dejando a las empresas regionales con dificultades para retener a su personal clave. Esta situación podría debilitar la competitividad del ecosistema de proveedores locales y afectar su capacidad de responder a la creciente demanda de servicios ambientales especializados.

Si bien existe una base de conocimiento técnico en la región, la brecha en la disponibilidad de especialistas en restauración ecológica, arqueología y monitoreo ambiental, junto con la competencia por la retención de talento, representan desafíos para el fortalecimiento de la cadena de valor local. Es fundamental que se implementen estrategias que incentiven la formación y retención de capital humano en la región, permitiendo así que los proveedores locales puedan consolidarse como actores estratégicos en el desarrollo sustentable de la industria del H2V en Magallanes.

4.4.4. Proyecciones para el fortalecimiento del monitoreo y seguimiento ambiental en Magallanes

El análisis desarrollado en este capítulo ha permitido identificar que, si bien existe una base inicial de conocimiento técnico y participación local en el levantamiento de líneas base, persisten importantes brechas en la cobertura y profundidad de los servicios disponibles, especialmente para lo que se proyecta en las fases de construcción, operación y cierre de proyectos. Las condiciones climáticas extremas, la heterogeneidad ecosistémica, la presencia significativa de áreas protegidas y la distancia respecto de los principales centros de servicios especializados configuran un entorno que exige soluciones adaptadas, tecnologías avanzadas y un conocimiento territorial específico.

Frente a este escenario, resulta necesario avanzar en una estrategia integral que promueva el fortalecimiento de capacidades locales, impulsando la formación de técnicos y profesionales especializados en áreas críticas como restauración ecológica, arqueología, modelación ambiental y tecnologías de sensores remotos. Este proceso requiere de una articulación efectiva entre instituciones de educación superior, centros de investigación y proveedores, así como del estímulo al desarrollo de empresas regionales que puedan consolidarse como actores estratégicos en la prestación de servicios ambientales de alta calidad, con criterios de adaptación territorial y cumplimiento normativo.

Asimismo, la diversificación de los servicios hacia modelos de economía circular representa una oportunidad relevante, especialmente a partir de la valorización de subproductos industriales como la salmuera y el oxígeno generado en la electrólisis, además del diseño de soluciones integradas para la gestión de residuos y la restauración ambiental. Junto con ello, será clave establecer instancias de coordinación entre organismos públicos, desarrolladores de proyectos y consultoras locales que permitan alinear estándares, anticipar requerimientos y generar conocimiento compartido.

Finalmente, un desafío crítico identificado es la retención de talento especializado. La creciente demanda por profesionales altamente calificados en monitoreo ambiental podría ten-

sionar la capacidad del ecosistema regional para mantener a su capital humano, especialmente ante la competencia de consultoras nacionales e internacionales con mayor capacidad de contratación. En este contexto, se hace necesario diseñar mecanismos de incentivo que favorezcan la permanencia, desarrollo y valorización del talento regional como eje central para una estrategia de sostenibilidad ambiental y fortalecimiento productivo de largo plazo.

5. Conclusiones y recomendaciones de programas y políticas de fomento

El desarrollo de la industria del H2V en Magallanes representa una oportunidad histórica para diversificar la matriz económica regional, generar nuevos encadenamientos productivos y posicionar a Chile como referente internacional en energías limpias. Su despliegue proyectado, con inversiones de escala global, alianzas tecnológicas avanzadas y exigencias ambientales crecientes, sitúa a la región en el centro de una transformación industrial sin precedentes y de largo alcance.

Sin embargo, la concreción de estos beneficios no está garantizada y dependerá, en buena medida, de la capacidad de anticipar desafíos, planificar estratégicamente y movilizar recursos para fortalecer el ecosistema productivo local.

El estudio evidencia que, si bien existen capacidades empresariales e institucionales relevantes en sectores como energía, construcción, manufactura ligera y servicios ambientales, estas no son actividades consolidadas, en la mayor parte de los casos presentan bajos niveles de especialización y escasa articulación entre actores. A ello se suman brechas estructurales vinculadas a la infraestructura logística, la formación de capital humano, la disponibilidad de información sectorial y los mecanismos de financiamiento. Estas condiciones limitan, por el momento, la posibilidad de que empresas regionales participen en forma activa y sostenida en las distintas etapas de los proyectos en desarrollo.

Por su parte, la industria del H2V en Magallanes se encuentra aún en una fase inicial. Con los primeros proyectos ingresando a procesos de evaluación ambiental, el grueso de las inversiones productivas no se ha materializado, y subsisten grados importantes de incertidumbre técnica, regulatoria y de mercado. Esta situación abre una ventana de oportunidad para incidir en el diseño de políticas habilitantes y construir mecanismos que promuevan la participación de proveedores locales. Sin una estrategia deliberada en esta etapa, la experiencia internacional y nacional sugiere que las oportunidades tienden a concentrarse en grandes actores externos, marginando a empresas regionales y reduciendo el impacto territorial del proceso.

Aún no se observan estrategias claramente consolidadas por parte de los desarrolladores para integrar proveedores regionales, lo que es comprensible dada la fase preliminar de los proyectos y el contexto de alta complejidad técnica y normativa que enfrentan. Este escenario abre, precisamente, una oportunidad para construir de forma conjunta mecanismos de integración temprana, en los que actores públicos, privados y académicos puedan contribuir a reducir incertidumbres, identificar capacidades existentes en el territorio y favorecer una mayor articulación entre oferta y demanda desde etapas iniciales.

Del lado de la oferta, la preparación empresarial para enfrentar los estándares técnicos, ambientales y de trazabilidad exigidos por los proyectos aún es limitada, lo que subraya la necesidad de avanzar en procesos de fortalecimiento progresivo, con foco en la mejora continua y la certificación de competencias.

En este contexto, se vuelve imprescindible avanzar hacia un marco de políticas públicas, instrumentos de fomento y programas de articulación que permitan a los proveedores locales no solo adaptarse a las condiciones de una industria emergente, sino también participar activamente en su construcción. La coordinación entre actores públicos, privados y académicos será clave para reducir asimetrías de información, generar capacidades estratégicas, y monitorear de forma permanente las oportunidades reales de integración productiva.

5.1. Hacia una estrategia de integración productiva regional

A la luz del diagnóstico realizado, el desarrollo de encadenamientos productivos en torno a la industria del H2V en Magallanes requiere avanzar desde una lógica de oportunidad potencial hacia una estrategia deliberada de fortalecimiento del ecosistema regional. Esto implica reconocer que, si bien la mayoría de los proyectos aún se encuentra en fase de tramitación o diseño, las decisiones que se adopten en el presente serán determinantes para definir los márgenes de integración futura de actores locales.

Fortalecer la base de proveedores locales en este contexto va mucho más allá de una medida de fomento económico: constituye una estrategia clave para asegurar que los beneficios de esta nueva industria permeen el tejido social y productivo del territorio. La integración de empresas regionales permite capturar mayor valor agregado, generar empleos de calidad, dinamizar procesos de innovación y fomentar la transferencia tecnológica. Además, contribuye a la resiliencia de las cadenas de suministro, reduce la dependencia de actores externos y facilita la adaptación a estándares internacionales de sostenibilidad, gobernanza y trazabilidad. En el caso particular de Magallanes, el desarrollo de proveedores locales también representa una herramienta concreta para enfrentar la centralización económica, promover la equidad territorial y fortalecer una identidad productiva con sentido regional.

El enfoque propuesto parte de una visión pragmática y territorializada: no se trata de forzar procesos de participación local, sino de crear las condiciones habilitantes para que esta ocurra de forma progresiva, competitiva y sostenible. Esto implica combinar medidas de corto plazo, como acceso temprano a información técnica, procesos formativos específicos y facilitación de alianzas, con mecanismos estructurales que apunten a consolidar infraestructura habilitante, capital humano calificado y entornos propicios para la innovación. En este sentido, el rol de articuladores intermedios se vuelve central, y resulta relevante destacar la labor que ha venido desarrollando el Programa Transforma Hidrógeno Verde, im-

pulsado por Corfo y el Gobierno Regional de Magallanes, en conjunto con la Seremi de Energía y la Asociación de Productores H2V Magallanes, entre otros, como plataforma de coordinación público-privada para alinear expectativas, prioridades y acciones. El avance hacia una gobernanza compartida, con roles definidos y mecanismos efectivos de seguimiento, permitirá construir confianzas, reducir asimetrías de información y promover una acción coordinada.

No se propone una hoja de ruta rígida ni prescriptiva, sino un marco de trabajo flexible, adaptable a las dinámicas reales del sector y orientado por principios de sostenibilidad, pertinencia territorial y agregación de valor. Esta perspectiva permite asumir que no todas las oportunidades serán capturadas localmente, pero que existen márgenes significativos para incidir si se actúa con antelación, visión estratégica y articulación efectiva.

5.2. Recomendaciones

A continuación, se presentan las recomendaciones organizadas en torno a los cuatro segmentos estratégicos identificados y un bloque de medidas transversales.

Manufactura y/o ensamblaje de componentes, partes y piezas.

Contexto y desafíos específicos: Magallanes cuenta con capacidades y experiencias relevantes, especialmente en sectores adyacentes como petróleo, gas y metalmecánica, que pueden ser aprovechadas para el desarrollo de manufactura y ensamblaje de componentes para la industria del H2V. Sin embargo, persisten brechas en la adaptación tecnológica, certificaciones, escala y acceso a financiamiento, que limitan la integración efectiva de proveedores locales en esta etapa crítica de la cadena de valor.

Recomendaciones específicas

- **Fomentar la transferencia tecnológica y adaptación de capacidades locales**

Objetivo: Aprovechar y reconvertir la experiencia industrial existente para cumplir con los estándares técnicos y de calidad requeridos por la industria H2V.

Acciones sugeridas: Programas de capacitación técnica, alianzas con empresas líderes y centros tecnológicos, desarrollo de misiones tecnológicas y apoyo para la incorporación de tecnologías habilitantes.

Referencias: Experiencias de reconversión industrial en la industria minera del norte de Chile.
- **Desarrollar programas de formación técnica y certificación especializada**

Objetivo: Elevar las competencias técnicas y asegurar el cumplimiento de normas internacionales para facilitar la participación en cadenas globales de valor.

Acciones sugeridas: Diseño e implementación de cursos técnicos, diplomados y certificaciones en colaboración con centros de formación técnica y universidades.

Referencias: La “Aceleradora H2V” de la Agencia de Sostenibilidad Energética ofrece cursos especializados en regulación, gestión de permisos y aspectos técnicos para proyectos de hidrógeno verde, fortaleciendo las competencias profesionales clave para la industria.
- **Impulsar alianzas público-privadas para el escalamiento productivo**

Objetivo: Facilitar la creación de consorcios y modelos cooperativos que permitan a pymes locales acceder a proyectos de mayor escala y complejidad.

Acciones: Promover convocatorias, fondos concursables y plataformas de networking para fomentar la asociatividad estratégica.

Referencias: Los Programas Tecnológicos de CORFO han movilizadoinversiones privadas significativas para proyectos de H2V, apoyando la transferencia y adopción tecnológica mediante consorcios empresariales.
- **Facilitar el acceso a financiamiento especializado para manufactura**

Objetivo: Apoyar la modernización tecnológica y la adquisición de equipos asociado al desarrollo de manufactura local.

Acciones: Establecer líneas de crédito blandas, garantías estatales y fondos de inversión público-privados.

Referencias: CORFO ofrece diversas líneas de financiamiento para proyectos tecnológicos lo cual podría ser adaptado para promover el desarrollo de manufactura local.
- **Promover la fabricación local y/o ensamble de componentes específicos**

Objetivo: Por medio de pilotajes, desarrollar capacidades productivas locales para fabricar y/o ensamblar partes y piezas específicas que no requieran una manufactura altamente automatizada, pero sí estandarizada.

Acciones: Incentivos a la inversión en líneas productivas locales para componentes como torres de hormigón, anclajes, skids u otros. Programas de transferencia tecnológica con empresas internacionales. Evaluación de escalabilidad de productos locales para el mercado nacional o de exportación.

Referencias: Corfo cuenta con programas nacionales sobre manufactura avanzada, este tipo de iniciativas podrían ser adaptadas a una región como Magallanes con foco en H2V.

Sistemas de monitoreo y seguimiento ambiental

Contexto y desafíos específicos: La industria del H2V en Magallanes, dada su escala y complejidad, demanda un sistema robusto de monitoreo ambiental que garantice la sostenibilidad de los proyectos y la protección de los ecosistemas locales. Los gigaproyectos en desarrollo involucran actividades con potenciales impactos sobre la calidad del aire, suelo, agua, biodiversidad y comunidades cercanas, lo que exige una vigilancia continua y transparente. Actualmente, existen iniciativas públicas y privadas que han comenzado a implementar sistemas de monitoreo ambiental, pero persisten desafíos en la integración de datos, cobertura territorial, capacitación técnica local y acceso a tecnologías avanzadas. La dispersión geográfica y las condiciones climáticas extremas de la región también dificultan la operación y mantenimiento de equipos de monitoreo.

Recomendaciones específicas

- **Fortalecer, de forma sistemática, las capacidades técnicas locales en monitoreo ambiental**

Objetivo: Desarrollar un capital humano especializado que permita operar, interpretar y gestionar sistemas de monitoreo ambiental con estándares internacionales.

Acciones: Implementar programas breves en sostenibilidad.

Referencias: Programas viraliza como los de Corfo en descarbonización y desarrollo sostenible son buenos ejemplos pero que no logran ser permanentes.

- **Promover la creación de startups en áreas de desarrollo ambiental**

Objetivo: Fomentar la oferta local de servicios de monitoreo, análisis y gestión ambiental para proyectos H2V, generando nuevos negocios y fortaleciendo la economía regional.

Acciones: Apoyar la creación de consorcios empresariales y alianzas con centros tecnológicos para desarrollar soluciones innovadoras.

Referencias: Programas de Corfo en sostenibilidad o startup ciencia de Anid han impulsado la creación de startups y que podrían establecer un foco en soluciones de monitoreo remoto y análisis de datos ambientales en Magallanes.

- **Implementar plataformas tecnológicas integradas para captura y reporte de datos ambientales**

Objetivo: Garantizar la transparencia, trazabilidad y acceso en tiempo real a información ambiental para autoridades, empresas y comunidades.

Acciones: Desarrollar sistemas digitales interoperables que integren sensores, bases de datos y reportes automatizados.

Referencias: La Universidad de Magallanes cuenta con sistemas de datos atmosféricos lo cual podría ser expandido a otras áreas con acceso público.

- **Facilitar el acceso a financiamiento y asistencia técnica para tecnologías de monitoreo**

Objetivo: Apoyar la adquisición, instalación y mantenimiento de equipos de monitoreo ambiental con alta precisión y confiabilidad.

Acciones: Crear líneas de financiamiento específicas y programas de asistencia técnica para proveedores locales.

Referencias: CORFO, a través de distintos instrumentos de fomento a la innovación, ha respaldado el desarrollo de soluciones basadas en visión computacional e Internet de las Cosas (IoT), especialmente en el sector agrícola. Un caso destacado es Instacrops, plataforma tecnológica que permite monitorear variables como clima, humedad y temperatura en tiempo real, enviando alertas preventivas a los agricultores ante eventos críticos como heladas tardías, contribuyendo así a una toma de decisiones más oportuna y eficiente⁴. Asimismo, el Programa de Difusión Tecnológica de Internet de las Cosas Industrial (PDT I-IoT),

⁴ <https://www.df.cl/tendencias/df-lab/instacrops-la-tecnologia-que-alerta-de-heladas-tardias-suma-nuevas>

financiado por CORFO y ejecutado por el Centro para la Industria 4.0 de la Universidad de Concepción (C4i-UdeC), brindó asistencia técnica a emprendimientos y pymes de distintos sectores productivos para el desarrollo de soluciones IoT adaptadas a sus necesidades específicas⁵. Este tipo de capacidades puede ser escalado y adaptado al monitoreo de variables ambientales críticas en zonas industriales o remotas, como aquellas donde se desarrollarán proyectos de hidrógeno verde, permitiendo la implementación de sistemas predictivos y de alerta temprana frente a riesgos ambientales o de operación.

- **Incentivar la valorización de subproductos y modelos de economía circular en la gestión ambiental**

Objetivo: Promover prácticas sostenibles que aprovechen subproductos como salmuera y oxígeno, minimizando potenciales impactos.

Acciones: Desarrollar programas de investigación aplicada y pilotos de economía circular vinculados a la industria H2V.

Referencias: En el marco del Desafío de Innovación Abierta 2024, liderado por CORFO en alianza con Aguas Andinas, Polpaico Soluciones fue seleccionada como la propuesta ganadora gracias a una solución innovadora para potenciar la economía circular en la industria del agua. Su propuesta reutiliza residuos generados por tuberías en desuso y escombros como materias primas valoradas: por un lado, transforma las cañerías plásticas y pavimento en áridos reciclados para uso en hormigones; por otro, convierte estos residuos en combustible alternativo para la producción de clínker en cemento, lo que permitiría reducir hasta 60 toneladas de CO₂ al año. El proyecto es escalable y apunta a la valorización energética y reciclaje de áridos como insumos para la producción de cemento y hormigón.⁶

⁵ (<https://noticias.udec.cl/udec-impulsa-innovacion-en-pymes-locales-con-tecnologia-de-monitoreo-en-tiempo-real/>)

⁶ (<https://www.latercera.com/pulso/noticia/polpaico-soluciones-gana-desafio-de-innovacion-abierta-de-corfo-y-aguas-andinas-con-solucion-que-potencia-la-economia-circular/JLL5QTANZVF73B355TQ3VZ5X3M/>)

- **Promover una gestión sostenible y trazable de la extracción de áridos en proyectos de H2V**

Objetivo: Asegurar la sostenibilidad ambiental, la trazabilidad y la gobernanza efectiva en la extracción y uso de áridos utilizados, por ejemplo, en la construcción de parques eólicos y otras infraestructuras asociadas a proyectos de hidrógeno verde, mediante la actualización normativa y la incorporación de tecnologías de monitoreo en tiempo real.

Acciones: Actualizar y armonizar las normativas ambientales y de extracción de áridos a nivel regional, incorporando criterios de sostenibilidad, trazabilidad y economía circular.

Implementar mecanismos tecnológicos de monitoreo en tiempo real, como sensores GPS y sistemas RFID en camiones, para registrar rutas, volúmenes extraídos y destinos.

Integrar los datos generados a plataformas públicas de monitoreo ambiental para consulta y fiscalización por parte de autoridades y comunidades.

Establecer reportes periódicos y auditables sobre el origen, volumen y destino de los áridos utilizados en las distintas etapas constructivas.

Referencias: El programa Transforma H2V Magallanes se encuentra realizando un estudio de estandarización de normativa y gestión de áridos para municipalidades, lo que representa una oportunidad para avanzar hacia una estrategia 2.0 en el contexto del despliegue de parques eólicos y otras obras vinculadas a la industria del hidrógeno verde y derivados en la región.

Referencias: El programa Transforma H2V Magallanes se encuentra realizando un estudio de estandarización sobre áridos para municipalidades lo que podría ser una buena oportunidad para avanzar hacia un desarrollo 2.0.

Construcción de parques eólicos

La construcción de estos parques eólicos implica desafíos técnicos y logísticos relevantes, incluyendo la provisión de materiales (hormigón, acero, áridos), transporte y montaje de torres y aerogeneradores, gestión ambiental y coordinación con comunidades locales.

Recomendaciones específicas

- **Articular la oferta local con grandes contratistas y desarrolladores**

Objetivo: Promover que grandes empresas puedan contar con políticas de proveedores locales y dar un acceso preferencial a pilotajes o pequeños paquetes de suministro para la provisión de insumos y servicios clave durante la construcción, como suministro de hormigón, áridos, transporte y logística.

Acciones sugeridas: Crear mesas de trabajo público-privadas para coordinar demanda y oferta, promover acuerdos marco con proveedores locales y generar plataformas digitales de vinculación.

Referencias: Las políticas de pago impulsadas por grandes empresas mineras, como el Programa de Compra Local de BHP, representan esfuerzos relevantes por mejorar la relación con proveedores locales, facilitando el acceso a contratos, condiciones financieras más favorables y procesos de homologación simplificados las cuales podrían ser readaptadas por empresas de H2V en la región.

- **Continuar fortaleciendo mecanismos de coordinación público-privada para evitar cuellos de botella logísticos**

Objetivo: Optimizar el uso de infraestructura portuaria, vial y de almacenamiento para responder a la alta demanda durante la construcción.

Acciones sugeridas: Planificación conjunta de cronogramas, inversión en infraestructura logística y seguimiento continuo de la cadena de suministro.

Referencias: El programa Transforma H2V junto con el Ministerio de OOPP y Energía, entre otros, viene trabajando junto con la asociación de productores de H2V en una hoja de ruta conjunta para infraestructura habilitante y logística lo cual debiese ser fortalecido y quizás extendido a la relación con otros sectores productivos.

- **Incentivar la inversión en infraestructura productiva y logística regional**

Objetivo: Analizar soluciones modulares para fortalecer plantas productoras de materiales y servicios logísticos para responder a la demanda intensiva.

Acciones sugeridas: Apoyar modernización tecnológica, financiamiento para ampliación de capacidad, fortalecimiento de corredores logísticos y analizar factibilidad de explotar materiales necesarios para la producción de cemento o verificar estabilidad y/o riesgos de cadenas de suministro al respecto.

Referencias: Acuerdos de infraestructura compartida como los firmados por desarrolladores con Enap pueden ser buenas prácticas que podrían ser extendidas a otras áreas.

- **Prospectar modelos para la concesión de canteras de áridos a cooperativas**

Objetivo: Fomentar la competencia y un acceso más equilibrado y sostenible a fuentes de áridos mediante concesiones destinadas a cooperativas o asociaciones de proveedores locales, asegurando beneficios económicos compartidos y trazabilidad ambiental.

Acciones sugeridas: Identificar zonas aptas para extracción de áridos con bajo impacto ambiental mediante catastros y evaluaciones previas. Diseñar mecanismos especiales de concesión para cooperativas o asociaciones legalmente constituidas. Acompañar con programas de fortalecimiento organizacional, financiamiento inicial y asesoría en gestión operativa y ambiental. Establecer convenios entre estas entidades y empresas desarrolladoras para asegurar demanda y estándares.

Referencias: Sercotec cuenta con programas y numerosas experiencias en la implementación de programas que promueven el cooperativismo. Asimismo, otras entidades públicas cuentan con programas de concesión de terrenos para la promoción de actividades productivas, sobre todo en zonas aisladas.

Conformación y abastecimiento de campamentos

Contexto y desafíos específicos: La construcción y operación de los proyectos de H2V en Magallanes, implican una demanda significativa de infraestructura temporal para alojar y abastecer a miles de trabajadores durante la fase de construcción, que puede extenderse por una década. Estos campamentos requieren servicios integrales que incluyen alimentación, mantenimiento, logística, transporte y gestión de residuos, entre otros.

El desafío principal radica en articular la participación de proveedores locales en la provisión de estos servicios, garantizando estándares de calidad, seguridad y sostenibilidad, y al mismo tiempo generando impactos positivos en el desarrollo económico regional. La dispersión geográfica, las condiciones climáticas extremas y la necesidad de cumplir con normativas ambientales y laborales estrictas aumentan la complejidad de esta tarea.

Recomendaciones específicas

- **Diseñar modelos de contratación segmentada con enfoque en proveedores locales**

Objetivo: Facilitar la participación de empresas regionales en la provisión de servicios para campamentos, adaptando las licitaciones para que sean accesibles a pymes locales.

Acciones sugeridas: Establecer cláusulas de contenido local en contratos, promover licitaciones por lotes o por servicios específicos, y fomentar la creación de consorcios entre proveedores regionales.

Referencias: Empresas de diferentes rubros, como BHP en la minería, establece un compromiso explícito con el empleo local y la integración de proveedores regionales en la cadena de abastecimiento, lo que puede servir como modelo para la contratación segmentada y responsable.

- **Fomentar la formación de consorcios y cooperativas entre proveedores locales particularmente en el área agroalimentaria**

Objetivo: Mejorar la capacidad técnica, financiera y administrativa de las pymes o pequeños agricultores regionales para responder a las exigencias de los proyectos.

Acciones sugeridas: Apoyar mediante programas públicos y privados la creación de alianzas estratégicas, brindar asistencia técnica y capacitación en gestión empresarial.

Referencias: La Agencia de Sustentabilidad y Cambio Climático, así como la agencia alemana GIZ, han respaldado procesos de diálogo y acuerdos voluntarios de participación temprana (AVPT), con empresas de H2V lo cual incluye el fortalecimiento de proveedores locales mediante asociatividad.

- **Implementar programas de desarrollo de proveedores certificados**

Objetivo: Asegurar que los proveedores locales cumplan con certificaciones clave (HACCP para alimentación, ISO para calidad, OHSAS para seguridad) que les permitan competir en licitaciones.

Acciones sugeridas: Promover cursos de capacitación, subsidios para certificación y acompañamiento técnico.

Referencias: Programas de certificación técnica y sanitaria en sectores alimentarios y servicios, impulsados por SENCE y CORFO, pueden ser adaptados para las necesidades específicas de la industria del H2V en Magallanes.

- **Facilitar la integración de pymes y pequeños agricultores en iniciativas productivas comunitarias**

Objetivo: Apoyar la instalación y operación de invernaderos o viveros en terrenos o áreas habilitadas por empresas de H2V, mediante la integración de pymes o pequeños productores locales. Estas iniciativas pueden orientarse al desarrollo de actividades con impacto comunitario, incluyendo abastecimiento local, restauración ecológica o producción de alimentos.

Acciones sugeridas: Establecer acuerdos de colaboración entre empresas desarrolladoras y actores locales para facilitar el uso compartido de infraestructura, energía y recursos hídricos. Crear líneas de financiamiento, subsidios o programas de co-inversión destinados a equipamiento, capacitación y operación de estos espacios productivos. Promover modelos de gobernanza participativa que aseguren la sostenibilidad y apropiación social del proyecto.

Referencias: Estas iniciativas pueden ser potenciadas vinculando su desarrollo con programas de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), Inia Kampenaike, universidades o Conadi, entre otras.

Medidas transversales

Contexto y desafíos generales: El desarrollo de la industria del H2V en Magallanes requiere no solo intervenciones específicas por segmento, sino también medidas transversales que fortalezcan el ecosistema productivo, social y ambiental en su conjunto. Estas medidas deben abordar aspectos clave como la gobernanza, la formación de capacidades, el financiamiento, la digitalización, la regulación y la planificación territorial, asegurando la coherencia y sostenibilidad del proceso.

Actualmente, el Programa Transforma H2V Magallanes y la Mesa Regional de Hidrógeno Verde han definido líneas estratégicas para avanzar en estas áreas, pero persisten desafíos en la coordinación interinstitucional, la actualización regulatoria, y la integración efectiva de proveedores locales y comunidades.

Recomendaciones específicas

- **Difusión y capacitación en estándares técnicos, normativos y de sostenibilidad**

Objetivo: Mejorar la comprensión de los estándares técnicos, normativos y de sostenibilidad aplicables a la industria H2V, y facilitar instancias de articulación técnica entre empresas desarrolladoras, proveedores y entidades públicas.

Acciones sugeridas: Crear un registro público de estándares y requisitos técnicos asociados a los proyectos H2V en Magallanes; organizar talleres, guías técnicas, manuales y material divulgativo adaptado al perfil de proveedores locales; y facilitar rondas de negocios y encuentros técnico-comerciales.

Referencias: Iniciativas como el Programa Transforma H2V Magallanes se encuentran en constante intercambio de información con empresas desarrolladoras y servicios públicos lo que podría facilitar este proceso y avanzar en la estandarización.

- **Desarrollo de plataformas digitales para el registro, vinculación y trazabilidad de proveedores locales**

Objetivo: Fortalecer la articulación entre proveedores regionales y grandes proyectos asociados al H2V, a través de herramientas digitales que mejoren la transparencia, trazabilidad y eficiencia en los procesos de evaluación, contratación y toma de decisiones públicas y privadas.

Acciones sugeridas: Diseñar e implementar una plataforma digital interoperable, orientada al registro de proveedores regionales, que integre información sobre capacidades productivas, especialización técnica, certificaciones, desempeño e historial de cumplimiento.

Incorporar funcionalidades de vinculación directa con empresas desarrolladoras y contratistas, permitiendo una interacción fluida y trazable entre la oferta y la demanda de servicios.

Establecer un sistema permanente de actualización del directorio regional de proveedores, que permita también orientar políticas públicas y estrategias de fomento productivo desde un enfoque territorial.

Referencias: Esta propuesta puede inspirarse en iniciativas como la plataforma de “matchmaking” de CORFO para el sector H2V o Orienta H2 del Ministerio de Energía y la Agencia de Sostenibilidad Energética. Sin embargo, se advierte que los registros nacionales suelen tener baja representatividad de empresas locales, por lo que se recomienda impulsar desarrollos o adaptaciones propias en Magallanes. Un modelo útil para análisis sectoriales y trazabilidad es el de SICEP en la industria minera del norte de Chile.

- **Políticas de financiamiento preferencial para MIPY-MES locales**

Objetivo: Facilitar el acceso de micro, pequeñas y medianas empresas regionales a recursos financieros destinados a modernización tecnológica, certificaciones, capital de trabajo y escalamiento productivo, en el marco de su participación en la cadena de valor del hidrógeno verde.

Acciones sugeridas: Establecer líneas de crédito con condiciones preferenciales (blandas), garantías estatales y fondos de inversión público-privados focalizados en proveedores locales del ecosistema H2V. Incluir instrumentos que contemplen financiamiento de capital de trabajo, anticipos y factoring, considerando los ciclos de pago extensos propios de proyectos industriales. Promover la adopción de buenas prácticas de grandes empresas desarrolladoras, como cartas de respaldo, contratos marco o convenios de colaboración, que permitan a las pymes mejorar su perfil de riesgo y acceder a financiamiento bancario o no bancario. Fortalecer los mecanismos de educación financiera y asesoría técnica, en alianza con instituciones públicas, asociaciones gremiales y actores financieros regionales.

Referencias: Programas como FOGAPE y FOGAIN de CORFO y BancoEstado han sido adaptados para sectores estratégicos como la minería o la energía. En la industria minera, existen casos documentados donde grandes empresas otorgan cartas de compromiso o garantías para respaldar a proveedores en procesos de licitación y financiamiento. Este enfoque podría replicarse en Magallanes con el apoyo del Programa Transforma H2V y el sector privado.

- **Fomento de la asociatividad estratégica como clústeres regionales**

Objetivo: Potenciar la competitividad, capacidad de innovación y proyección nacional e internacional de las empresas regionales mediante la formación de clústeres, consorcios y modelos cooperativos, orientados al desarrollo de soluciones y servicios vinculados a la industria del H2V y sus derivados.

Acciones sugeridas: Apoyar la articulación de clústeres temáticos en áreas clave como logística, manufactura avanzada, monitoreo ambiental, servicios tecnológicos y soluciones para campamentos. Financiar el desarrollo de hojas de ruta, gobernanzas colaborativas y agendas de innovación regional dentro de los clústeres. Estimular la participación de universidades, centros tecnológicos, empresas desarrolladoras y pymes locales en proyectos conjuntos de innovación aplicada, I+D y pilotaje de soluciones. Conectar los clústeres con redes internacionales de conocimiento, eventos globales y programas de internacionalización.

Referencias: Experiencias de asociatividad en la industria minera que han permitido escalar capacidades y acceder a mercados internacionales. Además, existen experiencias internacionales de interés como el clúster de energías renovables de Hamburgo o el clúster de H2 en Baviera.

- **Articulación educativa en la formación TP con las demandas del sector H2V**

Objetivo: Alinear la oferta educativa técnico-profesional (TP) de la región con los perfiles, competencias y estándares requeridos por la industria del H2V, fortaleciendo la empleabilidad, la promoción del emprendimiento, la pertinencia territorial y la contribución de las instituciones formativas al desarrollo productivo.

Acciones sugeridas: Actualizar los currículos de carreras técnicas en áreas como electromecánica, automatización, energías renovables, soldadura especializada, monitoreo ambiental, seguridad industrial y operación portuaria, incorporando criterios de sostenibilidad y enfoque de género. Fomentar la formación dual, pasantías y prácticas tempranas en empresas vinculadas a proyectos H2V, promoviendo modelos de aprendizaje basados en la experiencia real. Impulsar programas de capacitación continua, certificación de competencias laborales y formación modular, que permitan a trabajadores y técnicos reconvertirse según los requerimientos de la industria. Fortalecer las capacidades docentes y la vinculación sistemática entre instituciones TP, empresas desarrolladoras, gremios y organismos públicos, a través de consejos sectoriales o mesas técnicas. Promover la creación de nuevos emprendimientos y la transferencia tecnológica entre centros de formación y empresas, mediante el uso compartido de equipamiento, proyectos de innovación aplicada y pilotos tecnológicos.

Referencias: En 2025, el Ministerio de Educación encargó la elaboración de una hoja de ruta en innovación y transferencia tecnológica para la formación TP en Magallanes, que incluyó un diagnóstico regional y la identificación de proyectos estratégicos enfocados en la adaptación curricular, la formación docente y el fortalecimiento de trayectorias en sectores como el hidrógeno verde, logística y servicios técnicos especializados. Esta iniciativa constituye un precedente concreto para implementar medidas de articulación formativa adaptadas al desarrollo industrial de la región.

- **Visibilizar casos de éxito de empresas regionales integradas a la cadena de valor del H2V**

Objetivo: Reconocer, comunicar y escalar experiencias exitosas de empresas locales que han logrado integrarse a proyectos de hidrógeno verde, fortaleciendo su legitimidad, estimulando nuevas oportunidades de negocios y generando aprendizajes para otros actores del ecosistema productivo.

Acciones sugeridas: Documentar y difundir casos de éxito mediante plataformas digitales, medios de comunicación regionales y encuentros sectoriales. Incorporar módulos de relato empresarial en actividades de formación y vinculación organizadas por instituciones públicas y privadas. Establecer reconocimientos o premios regionales a buenas prácticas en integración de proveedores.

Referencias: Un ejemplo de este tipo de prácticas es lo que realiza Avoni y que podría ser adaptado a la región y la industria del H2V.

- **Implementar un sistema de monitoreo y evaluación para políticas de desarrollo de proveedores locales con foco en inteligencia de negocios**

Objetivo: Evaluar de manera sistemática la efectividad de políticas públicas, programas de fomento e iniciativas privadas dirigidas al desarrollo de proveedores en torno al H2V, integrando herramientas de inteligencia de negocios que fortalezcan la toma de decisiones, la coordinación público-privada y la atracción de nuevas inversiones.

Acciones sugeridas: Diseñar un sistema de monitoreo que utilice fuentes de información agregadas para analizar el desempeño del ecosistema proveedor regional, incluyendo indicadores como evolución sectorial, cumplimiento de metas programáticas, comportamiento del mercado laboral, demanda proyectada por segmento y oportunidades que no logran ser cubiertas.

Incorporar un módulo de inteligencia de negocios orientado a visualizar oportunidades emergentes, tendencias

tecnológicas, cambios normativos y estándares internacionales, con foco en habilitar decisiones informadas tanto para instituciones públicas como para empresas, inversionistas y centros formativos.

Facilitar el acceso público y segmentado a esta información mediante dashboards y reportes periódicos que aporten insumos a la formulación de políticas, estrategias de inversión, orientación curricular y decisiones comerciales.

Referencias: El Observatorio de Proveedores del Programa Alta Ley en la industria minera es una experiencia referencial que combina seguimiento de políticas sectoriales con análisis estratégico del ecosistema. Una herramienta de este tipo, adaptada al contexto de Magallanes, permitiría articular mejor los esfuerzos públicos y privados para posicionar a la región como un territorio competitivo en el desarrollo de proveedores asociados al H2V.

- **Fomentar la atracción de proveedores nacionales e internacionales especializados en tecnologías H2V**

Objetivo: Acelerar la instalación de capacidades productivas y tecnológicas en la región mediante la atracción de proveedores con experiencia en componentes críticos de la industria del hidrógeno verde, complementando la oferta local y generando nuevas oportunidades de encañamiento.

Acciones sugeridas: Definir segmentos tecnológicos estratégicos para atraer proveedores clave, como fabricantes de electrolizadores, sistemas de control, aerogeneradores, compresores e instrumentación industrial. Convocar procesos tipo RFP (Request for Proposals) desde el Estado o alianzas público-privadas para atraer inversiones productivas específicas. Ofrecer condiciones habilitantes como terrenos, incentivos tributarios, acceso preferente a energía renovable o apoyo a la instalación de centros de servicios y ensamblaje. Facilitar la vinculación de estas empresas con actores regionales para

promover la transferencia tecnológica y la articulación con proveedores locales.

Referencias: Los llamados RFP impulsados por CORFO en los últimos años para electrolizadores y aerogeneradores han permitido atraer a fabricantes internacionales con compromisos de instalación productiva en Chile. Este enfoque puede replicarse para atraer inversiones estratégicas con foco en Magallanes.

Tabla 27. Tabla resumen de recomendaciones propuestas

Segmento estratégico	Nombre de la iniciativa	Objetivo / resumen	Plazo estimado	Instituciones involucradas
Manufactura y/o ensamblaje	Fomentar la transferencia tecnológica y adaptación de capacidades locales	Reconvertir la experiencia industrial regional para cumplir con estándares técnicos de la industria H2V.	Corto - mediano plazo	CORFO, empresas tractoras, centros tecnológicos, universidades
	Desarrollar programas de formación técnica y certificación especializada	Elevar competencias técnicas para cumplir normas internacionales y facilitar la participación en cadenas globales.	Corto plazo	SENCE, MINEDUC, instituciones TP, centros de formación, AgenciaSE
	Impulsar alianzas público-privadas para el escalamiento productivo	Crear consorcios y modelos cooperativos que faciliten el acceso de pymes a proyectos industriales complejos.	Mediano plazo	CORFO, gremios, asociaciones empresariales, empresas H2V
	Facilitar el acceso a financiamiento especializado para manufactura	Apoyar la modernización tecnológica y adquisición de equipos para manufactura local.	Corto plazo	CORFO, BancoEstado, fondos de inversión público-privados
	Promover la fabricación local y/o ensamble de componentes específicos	Desarrollar pilotajes para ensamblar componentes como torres de hormigón o anclajes, escalables en el mercado nacional.	Mediano plazo	CORFO, empresas tecnológicas, ProChile, asociaciones industriales
Monitoreo ambiental	Fortalecer capacidades técnicas locales en monitoreo ambiental	Desarrollar capital humano especializado en operación y análisis de sistemas de monitoreo ambiental.	Corto plazo	CORFO, universidades, AgenciaSE, centros tecnológicos
	Promover la creación de startups en áreas de desarrollo ambiental	Fomentar servicios locales innovadores en monitoreo y gestión ambiental.	Corto - mediano plazo	CORFO, ANID, GORE, incubadoras, GIZ
	Implementar plataformas tecnológicas para captura de datos ambientales	Garantizar trazabilidad y acceso en tiempo real a información ambiental.	Mediano plazo	Ministerio del Medio Ambiente, Universidad de Magallanes, SEA
	Financiamiento para tecnologías de monitoreo	Apoyar la adquisición y mantención de tecnologías de monitoreo con alta precisión.	Corto plazo	CORFO, GORE, fondos de innovación tecnológica
	Incentivar valorización de subproductos y economía circular	Desarrollar pilotos de uso productivo de subproductos como salmuera u oxígeno.	Mediano plazo	CORFO, Ministerio del Medio Ambiente, centros de I+D
	Trazabilidad en tiempo real para extracción de áridos	Monitorear en tiempo real la extracción, transporte y destino de áridos.	Corto - mediano plazo	Municipalidades, SEA, Ministerio de Energía, empresas desarrolladoras
Parques eólicos	Articular oferta local con grandes contratistas y desarrolladores	Facilitar el acceso de proveedores locales a paquetes de suministro en obras de gran escala.	Corto plazo	Empresas H2V, gremios, CORFO, MINECON
	Fortalecer coordinación público-privada para logística	Optimizar uso de infraestructura ante alta demanda durante la construcción.	Corto - mediano plazo	MOP, Ministerio de Energía, Transforma H2V, Asociación de Productores H2V
	Actualizar normativas ambientales y de extracción de áridos	Revisar y armonizar regulaciones para garantizar sostenibilidad en extracción de materiales.	Mediano plazo	SEA, MMA, municipios, MOP
	Incentivar inversión en infraestructura productiva y logística regional	Modernizar capacidades para responder a la demanda intensiva de materiales e insumos.	Mediano plazo	ENAP, CORFO, empresas privadas, GORE
	Concesión de canteras de áridos a cooperativas	Fomentar acceso equitativo a los recursos, beneficiando a asociaciones locales.	Mediano plazo	SERCOTEC, Bienes Nacionales, GORE, empresas desarrolladoras

Segmento estratégico	Nombre de la iniciativa	Objetivo / resumen	Plazo estimado	Instituciones involucradas
Campamentos	Contratación segmentada con enfoque en proveedores locales	Adaptar procesos de licitación para que sean accesibles a pymes regionales.	Corto plazo	Empresas H2V, SERCOTEC, MINECON, gobiernos locales
	Fomentar consorcios y cooperativas agroalimentarias	Mejorar capacidades de pymes mediante alianzas estratégicas en servicios alimentarios.	Corto plazo	GIZ, ASCC, SERCOTEC, Fundación Chile
	Programas de proveedores certificados	Asegurar cumplimiento de estándares en servicios ofrecidos (HACCP, ISO, OHSAS).	Corto plazo	SENCE, CORFO, consultoras, asociaciones empresariales
	Integrar pymes y agricultores a iniciativas comunitarias	Desarrollar viveros o invernaderos comunitarios en terrenos habilitados por empresas de H2V.	Mediano plazo	FIA, INIA, CONADI, empresas desarrolladoras, municipalidades
Transversales	Difusión y capacitación en estándares técnicos y sostenibilidad	Promover comprensión de estándares H2V y facilitar articulación técnica.	Corto plazo	Transforma H2V, CORFO, AgenciaSE, asociaciones empresariales
	Plataformas digitales para registro y vinculación de proveedores	Crear sistemas que conecten y visibilicen oferta regional de proveedores.	Corto - mediano plazo	CORFO, Transforma H2V, gobiernos regionales
	Financiamiento preferencial para MIPYMES locales	Facilitar acceso a capital de trabajo, modernización y escalamiento.	Corto plazo	BancoEstado, CORFO, empresas tractoras, asociaciones gremiales
	Fomento de clústeres y asociatividad estratégica	Consolidar capacidades territoriales mediante clústeres sectoriales y consorcios.	Mediano plazo	CORFO, GORE, universidades, empresas, Transforma H2V
	Articulación educativa TP con demandas del H2V	Actualizar currículos, fortalecer formación dual y trayectorias de especialización técnico-productiva.	Mediano plazo	MINEDUC, IP y CFT, CORFO, empresas desarrolladoras
	Mantener actualizado un directorio regional de proveedores	Disponer de información estratégica para toma de decisiones y articulación público-privada.	Corto plazo	CORFO, SICEP, Transforma H2V
	Visibilizar casos de éxito de empresas regionales	Reconocer y comunicar buenas prácticas que inspiren y fortalezcan el ecosistema productivo local.	Corto plazo	ProChile, CORFO, medios locales, Transforma H2V
	Cláusulas de contenido local en licitaciones	Asegurar integración efectiva de proveedores mediante exigencias o incentivos en procesos de compra.	Corto plazo	ChileCompra, empresas desarrolladoras, MINECON, GORE
	Monitoreo y evaluación de políticas con inteligencia de negocios	Evaluar resultados de políticas de desarrollo de proveedores y proveer inteligencia sectorial.	Mediano plazo	CORFO, Transforma H2V, Ministerio de Energía, GORE
	Atracción de proveedores nacionales e internacionales	Acelerar la instalación de capacidades tecnológicas complementarias a la industria H2V en Magallanes.	Mediano plazo	CORFO, ProChile, Ministerio de Economía, GORE, empresas desarrolladoras

Fuente: Elaboración propia

Referencias

- Agencia Alemana de Cooperación Internacional (GIZ) - Grupo Singular (2023). *Encadenamientos Productivos de la industria del hidrógeno verde y derivados en Magallanes y la Antártica Chilena*. Disponible en: <https://h2lac.org/archivos/encadenamientos-productivos-de-la-industria-de-hidrogeno-verde-y-derivados-en-magallanes-y-la-antartica-chilena/>
- AngloAmerican (2015). *Caso de estudio de AngloAmerican para desarrollo local*. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://southafrica.angloamerican.com/~media/Files/A/Anglo-American-Group/South-Africa/media/presentation/2015-02-7-leveraging-local-procurement-to-drive-shared-value-a-presentation-by-clive-govender.pdf>
- ASIMET (2013). *Propuesta para el desarrollo de la Industria Metalúrgica Metalmecánica en Chile, Econsult-ASIMET*. Disponible en: <https://www.asimet.cl/informes/>
- ASIMET (2019). *Política desarrollo industrial*. Disponible en: <https://www.asimet.cl/informes/>
- ASIMET (2021). *Línea base para definir una estrategia de empleabilidad para trabajadores de la industria manufacturera en Chile*. Disponible en: <https://www.asimet.cl/informes/>
- ASIMET (2022). *Estrategia Industrial para Chile 2030*. Disponible en: <https://www.asimet.cl/informes/>
- DCCEW (2024). *Estrategia Nacional de Hidrógeno Australia*. Disponible en: <https://www.dccew.gov.au/energy/publications/australias-national-hydrogen-strategy>
- Banco Central de Chile (2023). *Producto interno bruto por región, precios corrientes, series empalmadas, referencia 2018 (miles de millones de pesos)*. Disponible en: https://si3.bcentral.cl/Siete/ES/Siete/Cuadro/CAP_CCNN/MN_CCNN76/CCNN2018_PIB_REGIONAL_T/637801731286774106
- Bavarian Initiative of Economic Affairs, Regional Development and Regional Development and Energy (2024). *Clústeres tecnológicos Bavaria*. Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.stmwi.bayern.de/fileadmin/user_upload/stmwi/publikationen/pdf/2024_01-24_Cluster_Initiative_Bavaria_2020.pdf

- BID (2023). *Innovación y desarrollo tecnológico Cadena de Valor H2V Chile*. Disponible en: <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Innovacion-y-desarrollo-tecnologico-para-la-cadena-de-valor--del-hidrogeno-verde-en-Chile.pdf>
- Boston Consulting Group (2021). *The Green Tech Opportunity in Hydrogen*. Disponible en: <https://www.bcg.com/publications/2021/the-green-tech-opportunity-in-hydrogen>
- Centro de inteligencia territorial (2024). *Índice de Bienestar Humano*. Universidad Adolfo Ibáñez. Disponible en: <https://matrizbht.cl/>
- CORFO (2023). *Programa Transforma CORFO Manufactura Avanzada*. Disponible en: <https://www.corfo.cl/sites/cpp/programas-transforma>
- CORFO (2024). *Hidrógeno verde: Corfo abre llamado para impulsar fabricación de electrolizadores en Chile y anuncia Centro Tecnológico en Magallanes*. Disponible en: https://www.CORFO.cl/sites/cpp/sala_de_prensa/nacional/17_05_2024_electrolizadores
- Expande – Fundación Chile y Asociación de Industriales de Iquique (2024). *Caracterización de Proveedores Locales, Región de Tarapacá*. Disponible en: <https://industriales.cl/sitio/presentan-estudio-proveedores-locales/>
- GIZ (2023). *Disponibilidad del recurso hídrico en el desarrollo del H2V y sus derivados en Chile*. Disponible en: <https://h2lac.org/wp-content/uploads/2023/11/Disponibilidad-del-recurso-hidrico-en-el-desarrollo-del-H2V-y-sus-Derivados-en-Chile.pdf>
- Gobierno de Australia (2024). *Australia National Hydrogen Strategy*. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.dcceew.gov.au/sites/default/files/documents/national-hydrogen-strategy-2024.pdf>
- Gobierno de Chile - Ministerio de Energía (2024). *Plan de Acción de Hidrógeno 2023-2030*. Disponible en: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/plan_de_accion_hidrogeno_verde_2023-2030.pdf
- HyNet UK (2020). *HyNet Northwest economic impacts report*. Disponible en: <https://www.hynet.co.uk>
- Industry Capability Network (ICN) (2024). *Mapeo de la cadena de suministro de hidrógeno - Australia Meridional*. Disponible en: <https://perspective.icn.org.au/report/95>
- Institute for Defense Analyses (2012). *Emerging Global trends in Advanced Manufacturing*. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Bhavya-Lal/publication/268291945_Emerging_Global_Trends_in_Advanced_Manufacturing/links/5561d21208ae86c06b65ea81/Emerging-Global-Trends-in-Advanced-Manufacturing.pdf

- Instituto Nacional de Estadística (2017). *Censo de Población y Vivienda*. Disponible en: <https://www.ine.gob.cl/estadisticas/sociales/censos-de-poblacion-y-vivienda/censo-de-poblacion-y-vivienda>
- Instituto Nacional de Estadística (2024). *Boletín ASO Encuesta Nacional de Empleo*. Disponible en: <https://regiones.ine.cl/magallanes/estadisticas-regionales/sociales/mercado-laboral/ocupacion-y-desocupacion>
- IRENA (2024). *A Guide to Design Green Hydrogen Strategy*. Disponible en: <https://www.irena.org/Publications/2024/Jul/Green-hydrogen-strategy-A-guide-to-design>
- IRENA (2024). *Shaping Sustainable H₂ Value Chains*. Disponible en: <https://www.irena.org/Publications/2024/Sep/Shaping-sustainable-international-hydrogen-value-chains>
- Kraljic, Peter (1983). *Purchasing must become supply management*, Harvard Business Review. Disponible en: <https://hbr.org/1983/09/purchasing-must-become-supply-management>
- McKinsey (2015). *Industry 4.0. How to navigate digitization of the manufacturing sector*. Disponible en: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/industry-four-point-o-how-to-navigate-the-digitization-of-the-manufacturing-sector>
- OCDE (2020). *Green hydrogen opportunities for emerging and developing economies*. Disponible en: https://www.oecd.org/en/publications/green-hydrogen-opportunities-for-emerging-and-developing-economies_53ad9f22-en.html
- H₂V Magallanes (2024). *Programa Transforma Regional H₂V Magallanes*. Disponible en: <https://h2vmagallanes.com/proyecto/>
- Servicio de Impuestos Internos (2024). *Estadística de empresas*. Disponible en: https://www.sii.cl/sobre_el_sii/estadisticas_de_empresas.html
- UK Hydrogen (2023). *Anchoring UK hydrogen supply chains: setting out an industry visión*. Disponible en: https://hydrogen-uk.org/wp-content/uploads/2023/12/Hydrogen_UK_Supply_Chains_Report_23.pdf
- UK Hydrogen (2023). *UK Hydrogen Supply Chain Strategic Assessment*. Disponible en: <https://hydrogen-uk.org/hydrogen-uk-unveils-strategy-to-propel-hydrogen-economy-and-boost-uk-jobs-and-skills/>

7. Anexos



7.1. Matriz de levantamiento de datos

1.5.1 Matriz de datos demanda

Compañía desarrolladora	
Nombre proyecto	
Etapas del ciclo de vida del proyecto	
Etapas cadena de valor	

Potencia máxima total eólica	<i>Mw</i>
Capacidad máxima electrólisis	<i>Mw</i>
Producción Anual estimada de H ₂ V	<i>Toneladas</i>
Producción Anual estimada de Producto final	<i>Litros/ e-fuel</i>
	<i>Litros/ metanol</i>
Generación empleo fase peak construcción	<i>Empleos</i>
Generación empleo fase peak operación	<i>Empleos</i>

ESCENARIO ESPERADO				
Demanda de bienes y servicios (tomando como base la referencia 1 Gigawatt de generación de energía eólica)				
Actividad económica	Clave <i>(Servicios, insumos, equipos) (i)</i>	Descripción <i>(j)</i>	Unidad de medida	Frecuencia suministro
I.1 Estudios de planificación e ingeniería de diseño				
I.2 Adquisición, arriendo o usufructo de terrenos				
I.3. Estudios de prefactibilidad				
I.4. Levantamiento de líneas bases				
I.5. Sistemas de monitoreo y seguimiento ambiental				
I.6. Elaboración de EIA´s y tramitación de permisos				
II.1 Manufactura de componentes, partes y piezas				
II.2 Ensamblaje de componentes partes y piezas				
II.3 Conformación y abastecimiento y de campamentos				
II.4 Construcción de parques eólicos				
II.5 Construcción de plantas químicas				
II.6 Construcción de plantas desaladoras				
II.7 Logística de componentes mayores				
III.1 Generación de electricidad				
III.2 Mantenimiento de parques eólicos				
III.3 Líneas de transmisión aéreas o subterráneas				
III.4 Sistemas de almacenamiento				
III.5 Sistemas de backup de energía				
III.6 Gestión de servidumbres				
IV.1 Abastecimiento de agua o desalación				
IV.2 Electrólisis				
IV.3 Purificación, compresión y licuefacción de H2				
IV.4 Obtención de CO2 y conversión a e-fuels				
IV.5 Obtención de N2 y conversión a amoníaco				
IV.6 Conversión a otros carriers				
IV.7 Certificaciones de producción				
IV.8 Mantenimiento de plantas y gestión de residuos				
V.1 Almacenamiento de H2 gaseoso a altas presiones				
V.2. Almacenamiento de H2 líquido				
V.3 Almacenamiento de amoníaco				
V.4 Almacenamiento de combustibles sintéticos				
V.5 Almacenamiento de otros derivados de H2				
V.6 Transporte en tuberías				
V.7 Transporte terrestre y marítimo				
V.8 Mantenimiento de ductos y equipos de transporte				
VI.1 Electromovilidad				
VI.2 Generación de calor				
VI.3 Conexión a sistemas de red eléctrica				
VI.4 Exportación de H2V y derivados				
VI.5 Uso de combustibles sintéticos				
VI.6 Control planes de mitigación, reparación y/o compensación				
VI.7 Gestión de residuos y desmantelamiento				

ESCENARIO ESPERADO			
Demanda de bienes y servicios (tomando como base la referencia 1 Gigawatt de generación de energía eólica)			
Actividad económica	Capacidades existentes	Oportunidad de Compra Local	Importancia estratégica y riesgo Cadena de Suministro
I.1 Estudios de planificación e ingeniería de diseño			
I.2 Adquisición, arriendo o usufructo de terrenos			
I.3. Estudios de prefactibilidad			
I.4. Levantamiento de líneas bases			
I.5. Sistemas de monitoreo y seguimiento ambiental			
I.6. Elaboración de EIA´s y tramitación de permisos			
II.1 Manufactura de componentes, partes y piezas			
II.2 Ensamblaje de componentes partes y piezas			
II.3 Conformación y abastecimiento y de campamentos			
II.4 Construcción de parques eólicos			
II.5 Construcción de plantas químicas			
II.6 Construcción de plantas desaladoras			
II.7 Logística de componentes mayores			
III.1 Generación de electricidad			
III.2 Mantenimiento de parques eólicos			
III.3 Líneas de transmisión aéreas o subterráneas			
III.4 Sistemas de almacenamiento			
III.5 Sistemas de backup de energía			
III.6 Gestión de servidumbres			
IV.1 Abastecimiento de agua o desalación			
IV.2 Electrólisis			
IV.3 Purificación, compresión y licuefacción de H2			
IV.4 Obtención de CO2 y conversión a e-fuels			
IV.5 Obtención de N2 y conversión a amoniaco			
IV.6 Conversión a otros carriers			
IV.7 Certificaciones de producción			
IV.8 Mantenimiento de plantas y gestión de residuos			
V.1 Almacenamiento de H2 gaseoso a altas presiones			
V.2. Almacenamiento de H2 líquido			
V.3 Almacenamiento de amoniaco			
V.4 Almacenamiento de combustibles sintéticos			
V.5 Almacenamiento de otros derivados de H2			
V.6 Transporte en tuberías			
V.7 Transporte terrestre y marítimo			
V.8 Mantenimiento de ductos y equipos de transporte			
VI.1 Electromovilidad			
VI.2 Generación de calor			
VI.3 Conexión a sistemas de red eléctrica			
VI.4 Exportación de H2V y derivados			
VI.5 Uso de combustibles sintéticos			
VI.6 Control planes de mitigación, reparación y/o compensación			
VI.7 Gestión de residuos y desmantelamiento			

	OPERACIÓN	ESCENARIO PESIMISTA	ESCENARIO OPTIMISTA
	Inicio esperado	% desviación producción esperada	% desviación producción esperada
Actividad económica	Demanda actual anual ^(j)	Demanda futura anual ^(j)	Demanda futura anual ^(j)
I.1 Estudios de planificación e ingeniería de diseño			
I.2 Adquisición, arriendo o usufructo de terrenos			
I.3. Estudios de prefactibilidad			
I.4. Levantamiento de líneas bases			
I.5. Sistemas de monitoreo y seguimiento ambiental			
I.6. Elaboración de EIA´s y tramitación de permisos			
II.1 Manufactura de componentes, partes y piezas			
II.2 Ensamblaje de componentes partes y piezas			
II.3 Conformación y abastecimiento y de campamentos			
II.4 Construcción de parques eólicos			
II.5 Construcción de plantas químicas			
II.6 Construcción de plantas desaladoras			
II.7 Logística de componentes mayores			
III.1 Generación de electricidad			
III.2 Mantenimiento de parques eólicos			
III.3 Líneas de transmisión aéreas o subterráneas			
III.4 Sistemas de almacenamiento			
III.5 Sistemas de backup de energía			
III.6 Gestión de servidumbres			
IV.1 Abastecimiento de agua o desalación			
IV.2 Electrólisis			
IV.3 Purificación, compresión y licuefacción de H2			
IV.4 Obtención de CO2 y conversión a e-fuels			
IV.5 Obtención de N2 y conversión a amoníaco			
IV.6 Conversión a otros carriers			
IV.7 Certificaciones de producción			
IV.8 Mantenimiento de plantas y gestión de residuos			
V.1 Almacenamiento de H2 gaseoso a altas presiones			
V.2. Almacenamiento de H2 líquido			
V.3 Almacenamiento de amoníaco			
V.4 Almacenamiento de combustibles sintéticos			
V.5 Almacenamiento de otros derivados de H2			
V.6 Transporte en tuberías			
V.7 Transporte terrestre y marítimo			
V.8 Mantenimiento de ductos y equipos de transporte			
VI.1 Electromovilidad			
VI.2 Generación de calor			
VI.3 Conexión a sistemas de red eléctrica			
VI.4 Exportación de H2V y derivados			
VI.5 Uso de combustibles sintéticos			
VI.6 Control planes de mitigación, reparación y/o compensación			
VI.7 Gestión de residuos y desmantelamiento			

1.5.2 Estrategia de abastecimiento

Compañía desarrolladora	<i>Ejemplo</i>
Nombre proyecto	<i>Ejemplo</i>
Etapas del ciclo de vida del proyecto	<i>Operación</i>
Etapas cadena de valor	<i>IV. Producción y acondicionamiento de H₂V y derivados</i>

ESTRATEGIA DE ABASTECIMIENTO			
SITUACIÓN ACTUAL			
N° total de proveedores registrados para el suministro de todos los nichos en sus BBDD	% total de proveedores nacionales exceptuando Magallanes	% total de proveedores región de Magallanes	% total de proveedores internacionales
100	70	0	30

SITUACIÓN FUTURA			
¿Qué grado de madurez tiene en su proyecto la promoción de una mayor participación de proveedores de la región de Magallanes?	¿Cómo evalúa la prioridad de promover la participación de proveedores locales en su cadena de suministro?	¿Qué tipo de estrategia de encadenamiento productivo se está considerando para promover la instalación de capacidades locales?	¿Cómo evalúa la prioridad de implementar tempranamente algún tipo de estrategia para su cadena de suministro?
Estamos diseñando una estrategia para el MP	Alta	Alianzas Estratégicas (Strategic Alliances)	Alta

1.5.3 Proveedores actuales

Compañía desarrolladora	<i>Ejemplo</i>
Nombre proyecto	<i>Ejemplo</i>
Etapa del ciclo de vida del proyecto	<i>Operación</i>

ESTRATEGIA DE ABASTECIMIENTO				
SITUACIÓN ACTUAL				
Nombre del proveedor	Etapa cadena de valor	Actividad económica	Segmentación proveedor	Tipo de encadenamiento
	II. Manufactura y construcción de infraestructura	II.1 Manufactura de componentes, partes y piezas	Estratégico	Alianzas Estratégicas (Strategic Alliances)

7.2. Pauta Entrevistas

Ejecución y sistematización de entrevistas a ejecutivos claves del portafolio de proyectos y grandes proveedores. Se realizaron entrevistas mediante una pauta semiestructurada a los gerentes funcionales responsables de los proyectos en cada etapa y complementariamente a los gerentes generales y/o de asuntos corporativos, abastecimiento, proyectos, para identificar desafíos, brechas y oportunidades para el encadenamiento de las cadenas de valor identificadas en el estudio de GIZ.

Compañía desarrolladora	<i>Ejemplo</i>
Nombre proyecto	<i>Ejemplo</i>
Etapas del ciclo de vida del proyecto	<i>Operación</i>
Etapas cadena de valor	<i>IV. Producción y acondicionamiento de H₂V y derivados</i>
Nombre ejecutivo	
Cargo	
E-mail	
Fecha entrevista	

Dimensiones	Preguntas	Respuestas
Compromiso corporativo (Dimensión 1)	1. Liderazgo. ¿La gerencia tiene un compromiso visible con el encadenamiento productivo en Magallanes, por ejemplo, con foco en la Compra Local de bienes y servicios?, ¿Qué grado de madurez tiene en su proyecto la promoción de una mayor participación de proveedores de la región de Magallanes?, ¿Cómo evalúa la prioridad de promover la participación de proveedores locales en su cadena de suministro en el CP y MP?	Inexistente
	2. Staff. ¿Cuenta con un equipo bien entrenado para soportar estos procesos? ¿Cuántos profesionales están dedicados al encadenamiento?	(0)
	3. Presupuesto. ¿Hay recursos financieros adecuados para este proceso y qué horizonte de tiempo consideran (CP, MP, LP)?	En formación
Planificación (Dimensión 2)	1. Política e incentivos. ¿La compañía tiene una política declarada de compra local ?, Cómo están alineados los incentivos?	(1 A 2)
	2. Oportunidades. ¿La compañía tiene considerado mapear el tamaño de las oportunidades comerciales, actividades económicas y horizontes de tiempo (CP, ¿MP y LP) ?, ¿Se conocen las capacidades locales en la región?, Mapeo de partners locales. ¿Se conocen los partners locales y sus capacidades?	En formación
	3. Estrategia y objetivos. ¿Existe un programa de compras locales activo u otro mecanismo de encadenamiento productivo, con objetivos (la respuesta es en función del estado del proyecto), ¿Qué tipo de estrategia han identificado?, ¿Qué gerencia es responsable de este tema?,Cuál es el estatus y prioridad del diseño e implementación en su cadena de suministro?, ¿En qué etapa del ciclo de vida del proyecto consideran implementarlo?	(1 A 2)
Oportunidades de gestión (Dimensión 3)	1. Segmentación de la demanda. ¿Están segmentadas las oportunidades para cada fase del proyecto?, ¿Se evalúa la criticidad de la oportunidad y la complejidad de la ejecución?, ¿Se mapea el resultado con todas las oportunidades por fase de desarrollo del proyecto?, ¿Cómo se involucra a los usuarios finales y contratistas grandes?	Inexistente
	2. Desarrollo de nuevas oportunidades. ¿Cómo se incorporan de forma sistemática nuevas oportunidades más allá de la segmentación?, ¿Cuál es el proceso y quiénes participan?	(0)
	3. Gestión de Riesgos. ¿Tienen identificados los riesgos asociados a la compra local; brechas y capacidades de las Pymes?, ¿Cómo son mitigados desde la gestión de contratos u otros apoyos?	Inexistente (0)
Gestión de contratos (Dimensión 4)	Licitaciones. ¿Cómo es el proceso de licitación para los proveedores locales?	Inexistente (0)
	Comunicación PYMES. ¿Cuál es la forma de contacto actual con el proyecto, y cuál es proceso en caso de no adjudicarse (vía portal, en persona, etc.) ?, Cuáles son los sistemas de contacto para nuevos y potenciales PPLL?	Inexistente
	Gestión de desempeño. ¿Cómo se acuerdan las métricas entre las partes involucrada en cada contrato (PPLL, abastecimiento, usuarios finales, soporte para PPLL, etc.)? ¿Cómo se incentiva a los PPLL para que excedan las métricas?	Inexistente
Engagement PPLL ´s (Dimensión 5)	BBDD proveedores. ¿Tienen una base de datos de proveedores que incluya los PPLL ?, ¿Qué información se gestiona (¿datos básicos, capacidades, ventas, contratos, financieros, entrenamiento?, ¿Cómo se mantiene actualizada, y qué uso se le da?	Inexistente
	Comunicación de las oportunidades. ¿Cuáles son los sistemas de comunicación para las oportunidades?, ¿Cómo se comunican los requerimientos (compliance, estándares,etc)?, ¿Con qué anticipación 6 o 12 meses se realizan los llamados para que se puedan preparar,¿i A los PPLL se les informa y apoya para poder participar oportunamente en los requerimientos de información/estándares?	Inexistente
	Evaluación de PPLL. ¿Cuál es el proceso de evaluación completo (previo al contrato, durante y posterior a éste) ?, ¿Los PPLL son precalificados, y evaluados regularmente para promover su desarrollo en un proceso continuo de mejora?, ¿Cómo se incorporan en los criterios de evaluación Buenas Prácticas internacionales?, ¿Qué evidencia hay que las evaluaciones lideran la mejora de desempeño de los PPLL?	Inexistente

Dimensiones	Preguntas	Respuestas
Desarrollo PPLL (Dimensión 6)	Excelencia de negocios. ¿Qué clases de programa (coaching, mentoring, etc.) tiene implementado para apoyar a los PPLL y desarrollar sus capacidades de negocios?, ¿El foco de los programas es sobre PPLL y proveedores potenciales?, ¿Cómo se encargan estos programas de soporte de cerrar las brechas identificadas por el área de abastecimiento y usuarios final?, ¿Cuál es el grado de involucramiento y contribución de los grandes proveedores a los programas de mentoring, coaching u otros de instalación de capacidades?	Inexistente
	Excelencia Técnica. ¿Qué clases de programa (coaching, mentoring, etc.) tiene implementado para apoyar a los PPLL y desarrollar sus capacidades técnicas?, ¿El foco de los programas es sobre PPLL y proveedores potenciales?, ¿Cómo se encargan estos programas de soporte de cerrar las brechas identificadas por el área de abastecimiento y usuarios final?, ¿Cuál es el grado de involucramiento y contribución de los grandes proveedores a los programas de mentoring, coaching u otros de instalación de capacidades?	Inexistente
	Financiamiento. ¿Qué tipo de mecanismo ad-hoc de financiamiento se ha puesto a disposición de los PPLL por parte de la compañía e instituciones financieras?	Inexistente
Abastecimiento Sustentable (Dimensión 7)	Estrategia Sustentable. ¿Qué estrategia de abastecimiento sustentable tiene considerado en su cadena de suministro? ¿Cuál es el grado de madurez que tiene actualmente en su proyecto?, ¿Tienen metas de CP, MP y LP para los proveedores alcanzar algún estándares verificables y auditables?	Inexistente
	Segmentación. ¿Existe una segmentación de bienes y servicios que son deseables que provengan de proveedores con prácticas, procesos productivos y estándares sustentables?	Inexistente
	Plan. ¿Qué medidas está tomando su empresa para asegurar la sostenibilidad en su cadena de suministro? Señales las 3 más relevantes.	Inexistente
Colaboración (Dimensión 8)	Espacios de colaboración. ¿En qué etapa de la cadena de valor del H2V su proyecto considera estratégico colaborar con otros actores para contar con un ecosistema de proveedores diversificado y sofisticado en la región?	Inexistente
	Sinergias. ¿En qué actividades económicas considera que es natural colaborar para contar con proveedores certificados en el LP?	Inexistente
	Plataformas colaborativas. ¿Su proyecto ha visualizado el diseño e implementación de herramientas colaborativas que permitan conocer las capacidades existentes de proveedores locales?, ¿Qué tipos de herramientas serían útiles para su cadena de suministro?	Inexistente

Preguntas abiertas:

Barreras y habilitantes (Dimensión 9)	Barreras. ¿Qué barreras o desafíos enfrenta su cadena de suministro respecto a las capacidades locales disponibles en la región de Magallanes en el CP, MP y LP? . Favor nombrar a lo menos 3 factores.
	Habilitantes. A su juicio, ¿Cuáles son los factores habilitarán el encadenamiento productivo con empresas locales? Favor nombrar a lo menos 3 factores.
	Actividades prioritarias. ¿Cuáles son las 3 actividades económicas prioritarios o críticas? (según listado ad hoc de su cadena de suministros), ¿Dónde estarán enfocados sus esfuerzos de desarrollo local en el CP, MP y LP?
Innovación (Dimensión 10)	Cadena de Suministro. ¿Qué tan importante es la innovación en su cadena de suministro para satisfacer los requerimientos actuales y futuros de las compañías desarrolladoras
	Prácticas innovadoras. ¿Qué tecnologías o prácticas innovadoras ha implementado su empresa para mejorar el encadenamiento productivo? (Seleccione todas las que apliquen)
	Oportunidades. ¿Cuáles son las principales oportunidades de mejora que ve en su cadena de suministro en los próximos 5 años?
Cierre entrevista	¿Hay algo más que le gustaría añadir sobre el encadenamiento productivo en la industria del hidrógeno verde?

7.3. Mapa de actores

Identificación

Nº	Actor	Sector	Sub-sector	Tipo de Actor	Área de desempeño
1	Acciona	Privado	Privado	Empresa	Desarrollador H2V
2	Adec Ingeniería	Privado	Privado	Empresa	Servicios de ingeniería
3	Advantge Austria	Privado	Sociedad Civil	Agencia internacional	Agencia internacional
4	Aerorescate	Privado	Privado	Empresa	Logística y Transporte Aéreo
5	Aerovías DAP	Privado	Privado	Empresa	Logística y Transporte Aéreo
6	Aes Chile	Privado	Privado	Empresa	Generación y transmisión eléctrica
7	Agencia Alemana de Cooperación Internacional GIZ	Público	Público	Cooperación internacional	Agencia internacional
8	Agencia de Aduanas Alejandro Etcheverry	Privado	Privado	Empresa	Agencia de aduanas
9	Agencia de Sostenibilidad Energética	Privado	Privado	ONG / Fundación / Corporación	Fundación para el uso sostenible de la energía
10	Agencia Española de Cooperación Internacional	Público	Público	Cooperación internacional	Agencia internacional
11	Agencia Ian Taylor	Privado	Privado	Empresa	Logística y Transporte Portuario
12	Agromarín	Privado	Privado	Empresa	Ganadería ovina
13	Agrupación Ecológica Tres Puentes	Privado	Sociedad Civil	ONG / Fundación / Corporación	Conservación
14	Aguas Magallanes	Privado	Privado	Empresa	Servicios básicos
15	Aguas Nuevas	Privado	Privado	Empresa	desalinización
16	Agunsa S.A.	Privado	Privado	Empresa	Logística y Transporte Portuario
17	AHK Chile-Alemania	Privado	Privado	Gremio	Cámara chileno-alemana
18	Air Liquide	Privado	Privado	Empresa	Fabricante de electrolizadores
19	Alfanar	Privado	Privado	Empresa	Desarrollo de proyectos de energías renovables
20	Andes Mining Energy	Privado	Privado	Empresa	Generación y transmisión eléctrica
21	Anglo American	Privado	Privado	Empresa	Desarrollador H2V
22	Antartic Punta Arenas Logistics APAL	Privado	Privado	Gremio	Expediciones antárticas
23	Antártica XXI	Privado	Privado	Empresa	Turismo antártico
24	Antofagasta Minerals	Privado	Privado	Empresa	Minería
25	Aramark	Privado	Privado	Empresa	Casinos de comidas
26	Aseet Magallanes	Privado	Privado	Gremio	Turismo mujeres empresarias
27	Asenav	Privado	Privado	Empresa	Logística y Transporte Portuario
28	Asmar	Privado	Privado	Empresa	Logística y Transporte Portuario
29	Asociación Chilena de Energías Renovables ACERA	Privado	Privado	Gremio	Proveedores cadena de valor EERR
30	Asociación Chilena del H2V - H2 Chile	Privado	Privado	Gremio	Industria del H2
31	Asociación de Armadores ARMASUR	Privado	Privado	Gremio	Armadores de naves
32	Asociación de desalinizadoras Acades	Privado	Privado	Gremio	Recurso hídrico
33	Asociación de empresas para el H2V - Gehma	Privado	Privado	Gremio	Prestadores para el H2V
34	Asociación de Ganaderos de Magallanes	Privado	Privado	Gremio	Ganadería ovina

Nº	Actor	Sector	Sub-sector	Tipo de Actor	Área de desempeño
35	Asociación de Ganaderos de Tierra del Fuego	Privado	Privado	Gremio	Ganadería ovina
36	Asociación de Industriales de Tierra del Fuego	Privado	Privado	Gremio	Multisectorial
37	Asociación de investigadores Río Seco	Privado	Sociedad Civil	ONG / Fundación / Corporación	Conservación
38	Asociación de municipalidades AMUMAG	Privado	Público	ONG / Fundación / Corporación	Asociación de municipios
39	Asociación de Operadores de Bacalao AOBAC	Privado	Privado	Gremio	Extracción de bacalao
40	Asociación de Productores H2V Magallanes	Privado	Privado	Gremio	Asociación de productores H2V
41	Asociación de Salmonicultores de Magallanes	Privado	Privado	Gremio	Acuicultura
42	Asociación de turismo Austro Chile	Privado	Privado	Gremio	Turismo
43	Asociación del Transporte de Punta Arenas AGTPA	Privado	Privado	Gremio	Transporte y almacenamiento
44	Asociación Gremial de Dueños de Camiones	Privado	Privado	Gremio	Transporte y almacenamiento
45	Asociación hoteleros Torres del Paine	Privado	Privado	Gremio	Turismo Torres del Paine
46	Astilleros Detroit	Privado	Privado	Empresa	Logística y Transporte Portuario
47	Austria Energy	Privado	Privado	Empresa	Desarrollador H2V
48	Banco Interamericano de Desarrollo	Privado	Privado	Banca multilateral	Banca multilateral
49	Banco Mundial	Privado	Privado	Banca multilateral	Banca multilateral
50	Banco para Latinoamérica y el Caribe	Privado	Privado	Banca multilateral	Banca multilateral
51	Bolt Ferretería Industrial	Privado	Privado	Empresa	Ferretería industrial
52	Cámara Chilena de la Construcción CChC	Privado	Privado	Gremio	Construcción
53	Cámara de Turismo de Timaukel	Privado	Privado	Gremio	Turismo Timaukel
54	Cámara de Turismo Última Esperanza	Privado	Privado	Gremio	Turismo Última Esperanza
55	Cámara Franca	Privado	Privado	Gremio	Zona Franca
56	Cementos Melón	Privado	Privado	Empresa	Cementos
57	Cementos Polpaico	Privado	Privado	Empresa	Cementos
58	Centro Bahía Lomas	Privado	Sociedad Civil	ONG / Fundación / Corporación	Conservación
59	Centro Tecnológico Antofagasta Cicitem	Privado	Academia	Centro de investigación	Investigación científica tecnológica
60	Cere Umag	Público	Academia	Universidad	Energía
61	CFT Magallanes	Público	Academia	Centro de Formación	Educación
62	Colbún	Privado	Privado	Empresa	Generación y transmisión eléctrica
63	Compass	Privado	Privado	Empresa	Casinos de comidas
64	Concremag	Privado	Privado	Empresa	Extracción de áridos y producción de hormigón
65	Consejo de la Sociedad Civil (COSOC)	Público	Sociedad Civil	Sociedad civil	Consejo ciudadano
66	Consejo Regional Comisión Fomento Regional	Público	Público	Gobierno Regional	Gobierno Regional
67	Consorcio Aeroportuario de Magallanes S.A.	Privado	Privado	Empresa	Logística y Transporte Portuario
68	Consorcio Eólico Austral	Privado	Privado	Empresa	Desarrollador H2V
69	Copec Voltex	Privado	Privado	Empresa	Electromovilidad
70	Copenhagen Infrastructure Partners CIP	Privado	Privado	Empresa	Desarrollador H2V
71	Corfo Chile	Público	Público	Servicio Público	Fomento productivo
72	Corfo Magallanes	Público	Público	Servicio Público	Fomento productivo
73	Corporación de Magallanes CORMAG	Privado	Privado	ONG / Fundación / Corporación	Desarrollo de Magallanes
74	CPC Magallanes	Privado	Privado	Gremio	Multisectorial
75	Cruceros Australes	Privado	Privado	Empresa	Logística y Transporte Portuario
76	Cummins	Privado	Privado	Empresa	Fabricante de electrolizadores
77	Delegación de Flandes	Privado	Sociedad Civil	Agencia internacional	Agencia internacional
78	Delegación Países Bajos para Chile	Privado	Sociedad Civil	Agencia internacional	Agencia internacional
79	Dirección de Planeamiento MOP Magallanes	Público	Público	Servicio Público	Vialidad
80	Dirección General de Aeronautica DGAC	Público	Público	Servicio Público	Aeronáutica civil
81	División de Fomento e Industrias	Público	Público	Gobierno Regional	Gobierno Regional
82	División de planificación DIPLADER	Público	Público	Gobierno Regional	Gobierno Regional

Nº	Actor	Sector	Sub-sector	Tipo de Actor	Área de desempeño
83	Econssa SA	Privado	Privado	Empresa	Concesiones sanitarias
84	Edelmag	Privado	Privado	Empresa	Servicios básicos
85	EDF Chile	Privado	Privado	Empresa	Desarrollador H2V
86	EDF Renewables	Privado	Privado	Empresa	Desarrollador H2V
87	Einas Consultoría Ambiental	Privado	Privado	Empresa	Consultoría ambiental
88	Empresa Nacional del Petróleo ENAP Magallanes	Público	Público	Empresa	Hidrocarburos, puertos y ductos
89	Empresa Nacional del Petróleo ENAP Magallanes	Público	Público	Empresa	Hidrocarburos, puertos y ductos
90	Empresa Portuaria Austral	Privado	Privado	Empresa	Transporte y almacenamiento
91	Enaex	Privado	Privado	Empresa	Fabricación de explosivos
92	Enel Green Power	Privado	Privado	Empresa	Generación y transmisión eléctrica
93	Engie Chile	Privado	Privado	Empresa	Generación y transmisión eléctrica
94	Estudio Lagos Maclean	Privado	Privado	Empresa	Servicios jurídicos
95	Ferrostaal	Privado	Privado	Empresa	Mantenimiento industrial
96	Fiscalía del Medio Ambiente (FIMA)	Privado	Privado	ONG / Fundación / Corporación	Conservación
97	Fondo Monetario Internacional	Privado	Privado	Banca multilateral	Banca multilateral
98	Free Power Group	Privado	Privado	Empresa	Desarrollador H2V
99	Frigorífico Simunovic	Privado	Privado	Empresa	Ganadería ovina
100	Fundación Cequa	Privado	Academia	Centro de investigación	Investigación científica tecnológica
101	Fundación Chile	Privado	Privado	ONG / Fundación / Corporación	Desarrollo socio económico
102	Fundación Mar y Ciencia	Privado	Sociedad Civil	ONG / Fundación / Corporación	Conservación
103	Galicia Shipping	Privado	Privado	Empresa	Logística y Transporte Portuario
104	Gasco Magallanes	Privado	Privado	Empresa	Servicios básicos
105	GE Renewable Energy	Privado	Privado	Empresa	Fabricante de electrolizadores
106	Generación Sustentable Tierra del Fuego				
107	Generadoras de Chile	Privado	Privado	Gremio	Asociación gremial de generadoras de Chile
108	Geotecnia Patagonia	Privado	Privado	Empresa	Servicios de geotecnia
109	GH Energy	Privado	Privado	Empresa	Desarrollador H2V
110	Globalpesca	Privado	Privado	Empresa	Logística y Transporte Portuario
111	Gobernación Marítima Directemar	Público	Público	Servicio Público	Marítima y marina mercante
112	Goldwind	Privado	Privado	Empresa	Fabricación de aerogeneradores
113	Gore Magallanes	Público	Público	Gobierno Regional	Gobierno Regional
114	Grip Ship	Privado	Privado	Empresa	Logística y Transporte Portuario
115	Haura Energy	Privado	Privado	Empresa	Servicios de ingeniería
116	HIF Chile	Privado	Privado	Empresa	Desarrollador H2V
117	Hive Energy	Privado	Privado	Empresa	Generación y transmisión eléctrica
118	HNH Energy	Privado	Privado	Empresa	Desarrollador H2V
119	Hub Fpyme Magallanes	Privado	Privado	Empresa	Hub empresarial
120	Inacap Punta Arenas	Privado	Academia	Instituto Profesional	Educación
121	Instituto Antártico Chileno INACH	Público	Academia	Centro de investigación	Investigación antártica
122	Instituto de Desarrollo Pesquero INDESPA	Público	Academia	Instituto de investigación	Pesca y acuicultura
123	Instituto de Fomento Pesquero	Público	Academia	Instituto de investigación	Investigación pesquera
124	Instituto de Investigaciones Agropecuarias	Público	Academia	Instituto de investigación	Investigación agraria
125	ITM Power	Privado	Privado	Empresa	Fabricante de electrolizadores
126	Kauyeken	Privado	Sociedad Civil	ONG / Fundación / Corporación	Conservación
127	Linde	Privado	Privado	Empresa	Suministro y transporte de gases
128	Llaquedona Green Hydrogen	Privado	Privado	Empresa	Desarrollador H2V
129	Maersk	Privado	Privado	Empresa	Transporte naviero
130	Mainstream Renewable Power	Privado	Privado	Empresa	Generación y transmisión eléctrica

Nº	Actor	Sector	Sub-sector	Tipo de Actor	Área de desempeño
131	Maqsa Austral SA	Privado	Privado	Empresa	Transporte y almacenamiento
132	Marval	Privado	Privado	Empresa	Logística y Transporte Portuario
133	McPhy	Privado	Privado	Empresa	Fabricante de electrolizadores
134	Mercosur Cargo	Privado	Privado	Empresa	Logística/ Transporte Terrestre
135	Methanex	Privado	Privado	Empresa	Producción y transformación de hidrocarburos
136	Ministerio de Economía	Público	Público	Servicio Público	Ministerio
137	Ministerio de Energía	Público	Público	Servicio Público	Ministerio
138	Mitsui & Co	Privado	Privado	Empresa	Intermediario para la comercialización
139	Municipalidad de Laguna Blanca	Público	Público	Municipalidad	Gobierno local
140	Municipalidad de Porvenir	Público	Público	Municipalidad	Gobierno local
141	Municipalidad de Primavera	Público	Público	Municipalidad	Gobierno local
142	Municipalidad de Punta Arenas	Público	Público	Municipalidad	Gobierno local
143	Municipalidad de Río Verde	Público	Público	Municipalidad	Gobierno local
144	Municipalidad de San Gregorio	Público	Público	Municipalidad	Gobierno local
145	Municipalidad de Timaukel	Público	Público	Municipalidad	Gobierno local
146	Nachipa	Privado	Privado	Empresa	Logística y Transporte Portuario
147	Navimag Ferries	Privado	Privado	Empresa	Logística y Transporte Portuario
148	Nel Hydrogen Electrolyser	Privado	Privado	Empresa	Fabricante de electrolizadores
149	Neltume Ports	Privado	Privado	Empresa	Construcción y operación puertos
150	Nexxo SA	Privado	Privado	Empresa	Mantenimiento industrial
151	Nordex/Acciona	Privado	Privado	Empresa	Desarrollador H2V
152	OkoWind	Privado	Privado	Empresa	Generación y transmisión eléctrica
153	Otway Energy	Privado	Privado	Empresa	Desarrollador H2V
154	Panel Ciudadano para el H2V	Privado	Sociedad Civil	ONG / Fundación / Corporación	Conservación
155	Patagonia Green	Privado	Privado	Empresa	Desarrollador H2V
156	Patagonia Wellboats	Privado	Privado	Empresa	Logística y Transporte Portuario
157	Pecket Energy	Privado	Privado	Empresa	Desarrollo de proyectos de energías renovables
158	Pesca Chile	Privado	Privado	Empresa	Logística y Transporte Portuario
159	Pontificia Universidad Católica de Chile	Privado	Academia	Universidad	Educación
160	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Privado	Academia	Universidad	Educación
161	Porsche	Privado	Privado	Empresa	Fabricación de vehículos
162	Prisma Austral	Privado	Sociedad Civil	ONG / Fundación / Corporación	Conservación
163	ProChile Magallanes	Público	Público	Servicio Público	Exportaciones
164	Prodeng	Privado	Privado	Empresa	Servicios de ingeniería
165	Programa de Desarrollo Sostenible	Público	Público	Servicio Público	Desarrollo sostenible
166	Proyecto H2 Magallanes (Total Energies)	Privado	Privado	Empresa	Desarrollador H2V
167	Reborn Electric Motors	Privado	Privado	Empresa	Fabricación de motores eléctricos
168	Recasur	Privado	Privado	Empresa	Venta y arriendo de maquinaria industrial
169	Representación de Bayern para Sudamérica	Público	Público	Cooperación internacional	Agencia internacional
170	RWE Renewables	Privado	Privado	Empresa	Desarrollador H2V
171	SAAM	Privado	Privado	Empresa	Logística y Transporte Portuario
172	Salfa	Privado	Privado	Empresa	Construcción y mantenimiento
173	Santo Tomás Punta Arenas	Privado	Academia	Instituto Profesional	Educación
174	Sercotec Magallanes	Público	Público	Servicio Público	Fomento productivo
175	Seremi Agricultura	Público	Público	Seremi	Agricultura
176	Seremi de Ciencias	Público	Público	Seremi	Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación

Nº	Actor	Sector	Sub-sector	Tipo de Actor	Área de desempeño
177	Seremi de la Mujer	Público	Público	Seremi	Mujer y equidad de género
178	Seremi Economía Magallanes	Público	Público	Seremi	Fomento productivo
179	Seremi Energía Magallanes	Público	Público	Seremi	Energía
180	Seremi Hacienda	Público	Público	Seremi	Hacienda
181	Seremi Medio Ambiente	Público	Público	Seremi	Medio Ambiente
182	Seremi Obras Públicas Magallanes	Público	Público	Seremi	Obras Públicas
183	Seremi Transportes y Telecom. Magallanes	Público	Público	Seremi	Transportes y telecomunicaciones
184	Seremi Vivienda y Urbanismo Magallanes	Público	Público	Seremi	Vivienda y Urbanismo
185	Sernatur Magallanes	Público	Público	Servicio Público	Turismo
186	Servicio Evaluación Ambiental	Público	Público	Servicio Público	Evaluación ambiental
187	Servicio Nacional de Aduanas	Público	Público	Servicio Público	Aduanas
188	Siderurgia Huachipato	Privado	Privado	Empresa	Siderurgia
189	Siemens Energy	Privado	Privado	Empresa	Fabricación de aerogeneradores
190	Siemens Gamesa	Privado	Privado	Empresa	Fabricante de electrolizadores
191	Soc. Naviera DAP Mares Ltda	Privado	Privado	Empresa	Logística y Transporte Portuario
192	Sociedad de inversiones Albatros	Privado	Privado	Empresa	Sociedad de inversiones
193	Sodexo	Privado	Privado	Empresa	Casinos de comidas
194	Statkraft	Privado	Privado	Empresa	Generación y transmisión eléctrica
195	TEG Chile	Privado	Privado	Empresa	Desarrollador H2V
196	Thyssenkrupp	Privado	Privado	Empresa	Fabricante de electrolizadores
197	Transbordadora Austral Broom (TABSA)	Privado	Privado	Empresa	Logística y Transporte Portuario
198	Transcargo Chile SpA	Privado	Privado	Empresa	Transporte y almacenamiento
199	Transmares	Privado	Privado	Empresa	Logística y Transporte Portuario
200	Transmarko	Privado	Privado	Empresa	Logística y Transporte Portuario
201	Transnav	Privado	Privado	Empresa	Logística y Transporte Portuario
202	Transporte Vilicic y Cía Ltda	Privado	Privado	Empresa	Transporte y almacenamiento
203	Transportes Barría	Privado	Privado	Empresa	Transporte de pasajeros
204	Transportes Carlos Estrada Ltda	Privado	Privado	Empresa	Transporte y almacenamiento
205	Transportes ConoSur	Privado	Privado	Empresa	Logística/ Transporte Terrestre
206	Transportes Fernández	Privado	Privado	Empresa	Transporte de pasajeros
207	Transportes Mladinic Ltda	Privado	Privado	Empresa	Transporte y almacenamiento
208	Transportes Sekulovic y Cía. Ltda	Privado	Privado	Empresa	Transporte y almacenamiento
209	Ulog	Privado	Privado	Empresa	Logística y Transporte Portuario
210	Ultramar	Privado	Privado	Empresa	Logística y Transporte Portuario
211	Ultraport Ltda	Privado	Privado	Empresa	Logística y Transporte Portuario
212	Universidad de Chile	Público	Academia	Universidad	Educación
213	Universidad de Concepción	Privado	Academia	Universidad	Educación
214	Universidad de la Santísima Concepción	Público	Academia	Universidad	Educación
215	Universidad de Magallanes	Público	Academia	Universidad	Educación
216	Vestas	Privado	Privado	Empresa	Fabricación de aerogeneradores
217	Volta	Privado	Privado	Empresa	Tratamiento residuos peligrosos
218	Vopak	Privado	Privado	Empresa	Almacenamiento de amoniaco
219	VTT Finlandia	Privado	Sociedad Civil	Agencia internacional	Agencia internacional
220	Wild Conservation Society WCS	Privado	Sociedad Civil	ONG / Fundación / Corporación	Conservación
221	WPD	Privado	Privado	Empresa	Generación y transmisión eléctrica

Presencia Territorial

Nº	Actor	Magallanes	Nacional	Internacional
1	Acciona		X	X
2	Adec Ingeniería	X		
3	Advantge Austria		X	X
4	Aerorescate	X		
5	Aerovías DAP	X	X	
6	Aes Chile		X	
7	Agencia Alemana de Cooperación Internacional GIZ		X	X
8	Agencia de Aduanas Alejandro Etcheverry	X		
9	Agencia de Sostenibilidad Energética		X	
10	Agencia Española de Cooperación Internacional		X	X
11	Agencia Ian Taylor	X	X	X
12	Agromarín	x		
13	Agrupación Ecológica Tres Puentes	X		
14	Aguas Magallanes	X		
15	Aguas Nuevas		x	
16	Agunsa S.A.	X	X	X
17	AHK Chile-Alemania		X	
18	Air Liquide		X	X
19	Alfanar		X	X
20	Andes Mining Energy		X	X
21	Anglo American		X	X
22	Antartic Punta Arenas Logistics APAL	X		
23	Antártica XXI	X	X	X
24	Antofagasta Minerals		X	X
25	Aramark	X	X	X
26	Aseet Magallanes	X		
27	Asenav		x	
28	Asmar	X	X	
29	Asociación Chilena de Energías Renovables ACERA		X	
30	Asociación Chilena del H2V - H2 Chile		X	
31	Asociación de Armadores ARMASUR	X	X	
32	Asociación de desalinizadoras Acades	X	X	
33	Asociación de empresas para el H2V - Gehma	X		
34	Asociación de Ganaderos de Magallanes	X		
35	Asociación de Ganaderos de Tierra del Fuego	X		
36	Asociación de Industriales de Tierra del Fuego	X		
37	Asociación de investigadores Río Seco	X		
38	Asociación de municipalidades AMUMAG	X		

Nº	Actor	Magallanes	Nacional	Internacional
39	Asociación de Operadores de Bacalao AOBAC	X	X	
40	Asociación de Productores H2V Magallanes	X		
41	Asociación de Salmonicultores de Magallanes	X		
42	Asociación de turismo Austro Chile	X		
43	Asociación del Transporte de Punta Arenas AGTPA	X		
44	Asociación Gremial de Dueños de Camiones	X		
45	Asociación hoteleros Torres del Paine	X		
46	Astilleros Detroit		X	
47	Austria Energy	X	X	X
48	Banco Interamericano de Desarrollo		X	X
49	Banco Mundial			X
50	Banco para Latinoamérica y el Caribe			X
51	Bolt Ferretería Industrial	X		
52	Cámara Chilena de la Construcción CChC	X	X	
53	Cámara de Turismo de Timaukel	X		
54	Cámara de Turismo Última Esperanza	X		
55	Cámara Franca	X		
56	Cementos Melón	X	X	
57	Cementos Polpaico	X	X	
58	Centro Bahía Lomas	X		
59	Centro Tecnológico Antofagasta Cicitem		X	
60	Cere Umag	X		
61	CFT Magallanes	X		
62	Colbún		X	X
63	Compass	X	X	X
64	Concremag	X		
65	Consejo de la Sociedad Civil (COSOC)	X		
66	Consejo Regional Comisión Fomento Regional	X		
67	Consorcio Aeroportuario de Magallanes S.A.	X		
68	Consorcio Eólico Austral	X	X	X
69	Copec Voltex	X	X	X
70	Copenhague Infrastructure Partners CIP	X	X	X
71	Corfo Chile		X	
72	Corfo Magallanes	X		
73	Corporación de Magallanes CORMAG	X		
74	CPC Magallanes	X		
75	Cruceros Australis	X	X	X
76	Cummins		X	X

Nº	Actor	Magallanes	Nacional	Internacional
77	Delegación de Flandes			X
78	Delegación Países Bajos para Chile		X	X
79	Dirección de Planeamiento MOP Magallanes	X		
80	Dirección General de Aeronautica DGAC	X	X	
81	División de Fomento e Industrias	X		
82	División de planificación DIPLADER	X		
83	Econssa SA		X	
84	Edelmag	X		
85	EDF Chile	X	X	X
86	EDF Renewables	X	X	X
87	Einas Consultoría Ambiental	X		
88	Empresa Nacional del Petróleo ENAP Magallanes	X	X	
89	Empresa Nacional del Petróleo ENAP Magallanes	X	X	
90	Empresa Portuaria Austral	X		
91	Enaex		X	X
92	Enel Green Power		X	X
93	Engie Chile		X	X
94	Estudio Lagos Maclean	X	X	
95	Ferrostaal	X	X	X
96	Fiscalía del Medio Ambiente (FIMA)	X	X	
97	Fondo Monetario Internacional			X
98	Free Power Group	X		
99	Frigorífico Simunovic	x		
100	Fundación Cequa	X		
101	Fundación Chile		X	
102	Fundación Mar y Ciencia	X		
103	Galicia Shipping	X	X	X
104	Gasco Magallanes	X	X	
105	GE Renewable Energy		X	X
106	Generación Sustentable Tierra del Fuego			
107	Generadoras de Chile		X	
108	Geotecnia Patagonia	X		
109	GH Energy		X	
110	Globalpesca	X		
111	Gobernación Marítima Directemar	X	X	
112	Goldwind		X	X
113	Gore Magallanes	X		
114	Grip Ship		x	

Nº	Actor	Magallanes	Nacional	Internacional
115	Haura Energy	X	X	
116	HIF Chile	X	X	X
117	Hive Energy		X	X
118	HNH Energy	X	X	X
119	Hub Fpyme Magallanes	X		
120	Inacap Punta Arenas	X	X	
121	Instituto Antártico Chileno INACH	X	X	
122	Instituto de Desarrollo Pesquero INDESPA	X	X	
123	Instituto de Fomento Pesquero	X	X	
124	Instituto de Investigaciones Agropecuarias	X	X	
125	ITM Power			X
126	Kauyeken	X		
127	Linde		X	X
128	Llaquedona Green Hydrogen	X		
129	Maersk		X	X
130	Mainstream Renewable Power		X	X
131	Maqsa Austral SA	X	X	X
132	Marval	X	X	X
133	McPhy			X
134	Mercosur Cargo	X	X	X
135	Methanex	X	X	X
136	Ministerio de Economía	X	X	
137	Ministerio de Energía	X	X	
138	Mitsui & Co		X	X
139	Municipalidad de Laguna Blanca	X		
140	Municipalidad de Porvenir	X		
141	Municipalidad de Primavera	X		
142	Municipalidad de Punta Arenas	X		
143	Municipalidad de Río Verde	X		
144	Municipalidad de San Gregorio	X		
145	Municipalidad de Timaukel	X		
146	Nachipa		x	
147	Navimag Ferries	X	X	X
148	Nel Hydrogen Electrolyser			X
149	Neltume Ports		X	X
150	Nexxo SA	X	X	
151	Nordex/Acciona		X	X
152	OkoWind			X

Nº	Actor	Magallanes	Nacional	Internacional
153	Otway Energy	X	X	X
154	Panel Ciudadano para el H2V	X		
155	Patagonia Green	X		
156	Patagonia Wellboats		x	
157	Pecket Energy	X		
158	Pesca Chile	X	X	
159	Pontificia Universidad Católica de Chile		X	
160	Pontificia Universidad Católica de Valparaíso		X	
161	Porsche		X	X
162	Prisma Austral	X		
163	ProChile Magallanes	X	X	
164	Prodeng	X		
165	Programa de Desarrollo Sostenible		X	
166	Proyecto H2 Magallanes (Total Energies)	X	X	X
167	Reborn Electric Motors		X	X
168	Recasur	X	X	
169	Representación de Bayern para Sudamérica		X	X
170	RWE Renewables	X	X	X
171	SAAM	X	X	X
172	Salfa	X	X	
173	Santo Tomás Punta Arenas	X	X	
174	Sercotec Magallanes	X	X	
175	Seremi Agricultura	X	X	
176	Seremi de Ciencias	X	X	
177	Seremi de la Mujer	X	X	
178	Seremi Economía Magallanes	X	X	
179	Seremi Energía Magallanes	X	X	
180	Seremi Hacienda	X	X	
181	Seremi Medio Ambiente	X	X	
182	Seremi Obras Públicas Magallanes	X	X	
183	Seremi Transportes y Telecom. Magallanes	X	X	
184	Seremi Vivienda y Urbanismo Magallanes	X	X	
185	Sernatur Magallanes	X	X	
186	Servicio Evaluación Ambiental	X	X	
187	Servicio Nacional de Aduanas	X	X	
188	Siderurgica Huachipato		X	
189	Siemens Energy		X	X
190	Siemens Gamesa		X	X

Nº	Actor	Magallanes	Nacional	Internacional
191	Soc. Naviera DAP Mares Ltda	X	X	X
192	Sociedad de inversiones Albatros	X	X	X
193	Sodexo	X	X	X
194	Statkraft		X	X
195	TEG Chile	X	X	X
196	Thyssenkrupp		X	X
197	Transbordadora Austral Broom (TABSA)	X		
198	Transcargo Chile SpA	X	X	
199	Transmares	X	X	X
200	Transmarko	X	X	X
201	Transnav	X	X	X
202	Transporte Vilicic y Cía Ltda	X	X	X
203	Transportes Barría	X		
204	Transportes Carlos Estrada Ltda	X		
205	Transportes ConoSur	X	X	
206	Transportes Fernández	X		
207	Transportes Mladinic Ltda	X		
208	Transportes Sekulovic y Cía. Ltda	X	X	
209	Ulog	X	X	X
210	Ultramar	X	X	X
211	Ultraport Ltda	X	X	X
212	Universidad de Chile		X	
213	Universidad de Concepción		X	
214	Universidad de la Santísima Concepción		X	
215	Universidad de Magallanes	X		
216	Vestas		X	X
217	Volta	x		
218	Vopak		X	X
219	VTT Finlandia			X
220	Wild Conservation Society WCS	X	X	X
221	WPD		X	X

7.4. Pauta de entrevista a grandes proveedores

Ejecución y sistematización de entrevistas a ejecutivos claves del portafolio de proyectos y grandes proveedores. Se entrevistarán presenciales mediante una pauta semiestructurada a los gerentes funcionales responsables de los proyectos en cada etapa y complementariamente a los gerentes generales y/o de asuntos corporativos, abastecimiento, proyectos, para identificar desafíos, brechas y oportunidades para el encadenamiento de las cadenas de valor identificadas en el estudio de GIZ.

Compañía desarrolladora	<i>Ejemplo</i>
Nombre proyecto	<i>Ejemplo</i>
Etapas del ciclo de vida del proyecto	<i>Operación</i>
Etapas cadena de valor	<i>IV. Producción y acondicionamiento de H₂V y derivados</i>
Nombre ejecutivo	
Cargo	
E-mail	
Fecha entrevista	

Dimensiones	Preguntas
Compromiso corporativo (Dimensión 1)	<p>1. Liderazgo. ¿La gerencia tiene un compromiso visible con el encadenamiento productivo en Magallanes, por ejemplo, con foco en la Compra Local de bienes y servicios?, ¿Qué grado de madurez tiene en su proyecto la promoción de una mayor participación de proveedores de la región de Magallanes?, ¿Cómo evalúa la prioridad de promover la participación de proveedores locales en su cadena de suministro en el CP y MP?</p> <p>2. Staff. ¿Cuenta con un equipo bien entrenado para soportar estos procesos? ¿Cuántos profesionales están dedicados al encadenamiento?</p> <p>3. Presupuesto. ¿Hay recursos financieros adecuados para este proceso y qué horizonte de tiempo consideran (CP, MP, LP)?</p>
Planificación (Dimensión 2)	<p>1. Política e incentivos. ¿La compañía tiene una política declarada de compra local?, ¿Cómo están alineados los incentivos?</p> <p>2. Oportunidades. ¿La compañía tiene considerado mapear el tamaño de las oportunidades comerciales, actividades económicas y horizontes de tiempo (CP, MP y LP)?, ¿Se conocen las capacidades locales en la región?, Mapeo de partners locales. ¿Se conocen los partners locales y sus capacidades?</p> <p>3. Estrategia y objetivos. ¿Existe un programa de compras locales activo u otro mecanismo de encadenamiento productivo, con objetivos (la respuesta es en función del estado del proyecto), ¿Qué tipo de estrategia han identificado?, ¿Qué gerencia es responsable de este tema?, ¿Cuál es el estatus y prioridad del diseño e implementación en su cadena de suministro?, ¿En qué etapa del ciclo de vida del proyecto consideran implementarlo?</p>
Oportunidades de gestión (Dimensión 3)	<p>1. Segmentación de la demanda. ¿Están segmentadas las oportunidades para cada fase del proyecto?, ¿Se evalúa la criticidad de la oportunidad y la complejidad de la ejecución?, ¿Se mapea el resultado con todas las oportunidades por fase de desarrollo del proyecto?, ¿Cómo se involucra a los usuarios finales y contratistas grandes?</p> <p>2. Desarrollo de nuevas oportunidades. ¿Cómo se incorporan de forma sistemática nuevas oportunidades más allá de la segmentación?, ¿Cuál es el proceso y quiénes participan?</p> <p>3. Gestión de Riesgos. ¿Tienen identificados los riesgos asociados a la compra local; brechas y capacidades de las Pymes?, ¿Cómo son mitigados desde la gestión de contratos u otros apoyos?</p>
Gestión de contratos (Dimensión 4)	<p>Licitaciones. ¿Cómo es el proceso de licitación para los proveedores locales?</p> <p>Comunicación PYMES. ¿Cuál es la forma de contacto actual con el proyecto, y cuál es proceso en caso de no adjudicarse (vía portal, en persona, etc.)?, ¿Cuáles son los sistemas de contacto para nuevos y potenciales PPLL?</p> <p>Gestión de desempeño. ¿Cómo se acuerdan las métricas entre las partes involucrada en cada contrato (PPLL, abastecimiento, usuarios finales, soporte para PPLL, etc.)?, ¿Cómo se incentiva a los PPLL para que excedan las métricas?</p>
Engagement PPLL's (Dimensión 5)	<p>BBDD proveedores. ¿Tienen una base de datos de proveedores que incluya los PPLL?, ¿Qué información se gestiona (datos básicos, capacidades, ventas, contratos, financieros, entrenamiento), ¿Cómo se mantiene actualizada, y qué uso se le da?</p> <p>Comunicación de las oportunidades. ¿Cuáles son los sistemas de comunicación para las oportunidades?, ¿Cómo se comunican los requerimientos (compliance, estándares, etc.)?, ¿Con qué anticipación 6 o 12 meses se realizan los llamados para que se puedan preparar?, ¿A los PPLL se les informa y apoya para poder participar oportunamente en los requerimientos de información/estándares?</p> <p>Evaluación de PPLL. ¿Cuál es el proceso de evaluación completo (previo al contrato, durante y posterior a éste)?, ¿Los PPLL son precalificados, y evaluados regularmente para promover su desarrollo en un proceso continuo de mejora?, ¿Cómo se incorporan en los criterios de evaluación Buenas Prácticas internacionales?, ¿Qué evidencia hay que las evaluaciones lideran la mejora de desempeño de los PPLL?</p>

Dimensiones	Preguntas
Desarrollo PPLL (Dimensión 6)	<p>Excelencia de negocios. ¿Qué clases de programa (coaching, mentoring, etc.) tiene implementado para apoyar a los PPLL y desarrollar sus capacidades de negocios?, ¿El foco de los programas es sobre PPLL y proveedores potenciales?, ¿Cómo se encargan estos programas de soporte de cerrar las brechas identificadas por el área de abastecimiento y usuarios final?, ¿Cuál es el grado de involucramiento y contribución de los grandes proveedores a los programas de mentoring, coaching u otros de instalación de capacidades?</p> <p>Excelencia Técnica. ¿Qué clases de programa (coaching, mentoring, etc.) tiene implementado para apoyar a los PPLL y desarrollar sus capacidades técnicas?, ¿El foco de los programas es sobre PPLL y proveedores potenciales?, ¿Cómo se encargan estos programas de soporte de cerrar las brechas identificadas por el área de abastecimiento y usuarios final?, ¿Cuál es el grado de involucramiento y contribución de los grandes proveedores a los programas de mentoring, coaching u otros de instalación de capacidades?</p> <p>Financiamiento. ¿Qué tipo de mecanismo ad-hoc de financiamiento se ha puesto a disposición de los PPLL por parte de la compañía e instituciones financieras?</p>
Abastecimiento Sustentable (Dimensión 7)	<p>Estrategia Sustentable. ¿Qué estrategia de abastecimiento sustentable tiene considerado en su cadena de suministro? ¿Cuál es el grado de madurez que tiene actualmente en su proyecto?, ¿Tienen metas de CP, MP y LP para los proveedores alcanzar algún estándares verificables y auditables?</p> <p>Segmentación. ¿Existe una segmentación de bienes y servicios que son deseables que provengan de proveedores con prácticas, procesos productivos y estándares sustentables?</p> <p>Plan. ¿Qué medidas está tomando su empresa para asegurar la sostenibilidad en su cadena de suministro? Señales las 3 más relevantes.</p>
Colaboración (Dimensión 8)	<p>Espacios de colaboración. ¿En qué etapa de la cadena de valor del H2V su proyecto considera estratégico colaborar con otros actores para contar con un ecosistema de proveedores diversificado y sofisticado en la región?</p> <p>Sinergias. ¿En qué actividades económicas considera que es natural colaborar para contar con proveedores certificados en el LP?</p> <p>Plataformas colaborativas. ¿Su proyecto ha visualizado el diseño e implementación de herramientas colaborativas que permitan conocer las capacidades existentes de proveedores locales ?, ¿Qué tipos de herramientas serían útiles para su cadena de suministro?</p>
Barreras y habilitantes (Dimensión 9)	<p>Barreras. ¿Qué barreras o desafíos enfrenta su cadena de suministro respecto a las capacidades locales disponibles en la región de Magallanes en el CP, MP y LP? . Favor nombrar a lo menos 3 factores.</p> <p>Habilitantes. A su juicio, ¿Cuáles son los factores habilitarán el encadenamiento productivo con empresas locales? Favor nombrar a lo menos 3 factores.</p> <p>Actividades prioritarias. ¿Cuáles son las 3 actividades económicas prioritarios o críticas? (según listado ad hoc de su cadena de suministros), ¿Dónde estarán enfocados sus esfuerzos de desarrollo local en el CP, MP y LP?</p>
Innovación (Dimensión 10)	<p>Cadena de Suministro. ¿Qué tan importante es la innovación en su cadena de suministro para satisfacer los requerimientos actuales y futuros de las compañías desarrolladoras</p> <p>Prácticas innovadoras. ¿Qué tecnologías o prácticas innovadoras ha implementado su empresa para mejorar el encadenamiento productivo? (Seleccione todas las que apliquen)</p> <p>Oportunidades. ¿Cuáles son las principales oportunidades de mejora que ve en su cadena de suministro en los próximos 5 años?</p>
Cierre entrevista	<p>¿Hay algo más que le gustaría añadir sobre el encadenamiento productivo en la industria del hidrógeno verde?</p>

7.5. Descripción y valoración para los criterios de selección

La valoración de 1 a 5 para cada actividad se realizó considerando la siguiente escala para cada uno de los criterios:

I. **Vocación productiva:** Sectores priorizados en la Estrategia Regional de Desarrollo y/o que cuentan con capacidades existentes en el territorio.

- **Nivel 1: Sin conexión evidente con la vocación productiva territorial**

La actividad no aprovecha ni está relacionada con los recursos, infraestructura, capacidades humanas, ni condiciones económicas del territorio. *Ejemplo: una actividad totalmente exógena sin antecedentes locales.*

- **Nivel 2: Relación mínima o potencial futura**

La actividad podría desarrollarse con adaptaciones o esfuerzos importantes, pero actualmente no tiene un vínculo fuerte con las capacidades o recursos locales. *Ejemplo: actividades nuevas en la región con limitadas sinergias existentes.*

- **Nivel 3: Conexión moderada y en desarrollo**

La actividad tiene una cierta base territorial o aprovecha algunos recursos locales, pero necesita de mayor maduración, infraestructura o fortalecimiento de capacidades. *Ejemplo: sectores emergentes o en fase de prueba en el territorio.*

- **Nivel 4: Alta alineación con la vocación productiva territorial**

La actividad está bien conectada con las características locales y representa una oportunidad relevante para el desarrollo territorial, aunque aún tiene espacio para mejoras o expansión. *Ejemplo: actividades que ya operan o tienen antecedentes sólidos en la región.*

- **Nivel 5: Totalmente integrada en la vocación productiva territorial**

La actividad es emblemática del territorio, aprovecha plenamente sus recursos y capacidades, y está profundamente arraigada en la economía local. *Ejemplo: sectores productivos que son fortalezas distintivas de la región en la cadena de valor del hidrógeno verde.*

II. Generación de empleo: Generación de empleos de calidad y sustentables directos e indirectos significativos y permanentes.

- **Nivel 1: Impacto nulo o insignificante**

La actividad genera muy pocos empleos directos o indirectos en la región, y los puestos creados suelen ser temporales, de baja calificación, o escasamente relacionados con la sostenibilidad.

- **Nivel 2: Impacto bajo**

La actividad genera empleos limitados, principalmente indirectos o temporales. Los puestos pueden incluir roles de menor calificación y tienen escaso impacto a largo plazo en la economía regional.

- **Nivel 3: Impacto moderado**

La actividad crea una cantidad significativa de empleos, aunque con una mezcla de roles temporales y permanentes. Algunos puestos requieren calificaciones medias o altas, y hay potencial para incrementar el impacto con inversión o políticas de apoyo.

- **Nivel 4: Impacto alto**

La actividad genera una cantidad considerable de empleos directos e indirectos, muchos de ellos permanentes y de calidad. Los puestos suelen requerir calificaciones técnicas o profesionales relevantes, y contribuyen al fortalecimiento del mercado laboral local.

- **Nivel 5: Impacto muy alto**

La actividad es una fuente clave de generación de empleo en la región, con un alto número de empleos directos e indirectos, estables y bien remunerados. Promueve la capacitación local, apoya la especialización laboral y tiene un impacto significativo en la sostenibilidad del empleo a largo plazo.

III. Impacto sectorial transversal: Impacto en otros sectores de la economía más allá del establecimiento de la industria del H2V.

- **Nivel 1: Impacto nulo o insignificante**

La actividad tiene un impacto marginal en otros sectores económicos. Su influencia se limita estrictamente a la operación del sector del hidrógeno verde, sin generar sinergias relevantes ni efectos multiplicadores en la economía local o regional.

- **Nivel 2: Impacto bajo**

La actividad tiene una incidencia limitada en sectores relacionados, principalmente a través de encadenamientos débiles o de bajo valor agregado. Los efectos económicos en otros sectores son temporales o poco significativos.

- **Nivel 3: Impacto moderado**

La actividad genera conexiones moderadas con otros sectores, como construcción, transporte, logística o servicios. Existe un impacto indirecto que beneficia a la economía local, pero este impacto no es completamente aprovechado o sostenido en el tiempo.

- **Nivel 4: Impacto alto**

La actividad crea efectos significativos en otros sectores, generando encadenamientos económicos sólidos que impulsan áreas como manufactura, servicios especializados, infraestructura, y capacitación laboral. Los beneficios son amplios y pueden sostenerse a mediano plazo.

- **Nivel 5: Impacto muy alto**

La actividad tiene un impacto transformador y estratégico en múltiples sectores de la economía, promoviendo innovaciones, aumentando la competitividad regional, y estableciendo nuevas capacidades productivas. Crea sinergias sólidas y sostenibles que fortalecen la estructura económica regional más allá de la industria del hidrógeno verde.

IV. Grado de sofisticación: Potencial que tiene el sector de incorporar tecnologías que preserven el cuidado del medioambiente y sustentabilidad, y que contribuyan con nuevas capacidades.

- **Nivel 1: Muy bajo**

La actividad tiene un bajo nivel de sofisticación tecnológica y utiliza métodos tradicionales con escasa consideración por la sustentabilidad. No fomenta capacidades tecnológicas ni prácticas ambientales avanzadas.

- **Nivel 2: Bajo**

La actividad incorpora ciertas tecnologías, pero estas son básicas o no optimizadas para el cuidado ambiental. Su contribución a la sustentabilidad o a la generación de nuevas capacidades es limitada.

- **Nivel 3: Moderado**

La actividad utiliza tecnologías intermedias que muestran un compromiso inicial con la sustentabilidad. Existe un potencial razonable para adoptar soluciones más avanzadas con apoyo o inversión adicional.

- **Nivel 4: Alto**

La actividad incorpora tecnologías avanzadas que contribuyen significativamente al cuidado del medioambiente y la sustentabilidad. Fomenta el desarrollo de capacidades tecnológicas locales y tiene un impacto positivo claro en prácticas sostenibles.

- **Nivel 5: Muy alto**

La actividad se caracteriza por un uso intensivo de tecnologías de última generación que priorizan la sustentabilidad, innovan en métodos de preservación ambiental, y contribuyen al desarrollo de capacidades de alto valor en la región. Su impacto es transformador tanto en términos tecnológicos como en sostenibilidad.

7.6. Valoración de sectores en Mural

Para la jerarquización de los sectores a ser profundizados en el presente estudio se llevó a cabo un proceso de sistematización y organización de la información provista por empresas desarrolladoras y grandes proveedores de la industria, basada en cuatro criterios clave. Este enfoque permitió identificar actividades con un alto potencial de desarrollo, asegurando su alineamiento con las características y objetivos estratégicos de este estudio.

Los criterios seleccionados fueron los siguientes:

- 1. Vocación productiva territorial:** Se priorizaron sectores que ya están destacados en la Estrategia Regional de Desarrollo o que cuentan con capacidades instaladas en el territorio, permitiendo aprovechar fortalezas existentes y avanzar hacia una especialización productiva alineada con las necesidades regionales.
- 2. Impacto en la generación de empleo:** Se consideraron actividades que puedan generar empleo de calidad, tanto directo como indirecto, de manera significativa y sostenible en el tiempo. Este criterio busca maximizar los beneficios sociales asociados al desarrollo productivo.
- 3. Impacto sectorial transversal:** Se identificaron sectores con la capacidad de impactar positivamente en otras actividades económicas más allá de la industria del hidrógeno verde (H₂V), contribuyendo al dinamismo de la economía regional en su conjunto.

- 4. Grado de sofisticación tecnológica y sustentabilidad:** Se evaluó el potencial de los sectores para incorporar tecnologías avanzadas que promuevan la preservación del medioambiente y la sostenibilidad. Este criterio también incluye su capacidad para atraer inversiones y fortalecer las capacidades tecnológicas del territorio.

La aplicación de estos criterios permitió valorar actividades estratégicas que están alineadas con la vocación y objetivos del territorio y que también pueden generar impactos significativos en términos sociales, económicos y tecnológicos, contribuyendo a un desarrollo regional inclusivo y sostenible.

Con base en los antecedentes recopilados, se convocó al mandante, quien integró a diversos profesionales del Ministerio de Economía y de CORFO. Este equipo multidisciplinario participó en un taller colaborativo diseñado para garantizar un proceso participativo y transparente en la selección de los nichos estratégicos. Durante el taller, se utilizó la plataforma Mural, una herramienta digital que facilitó la interacción y el trabajo en equipo. A través de esta plataforma, los participantes tuvieron la oportunidad de discutir y votar por aquellos nichos que mejor representaban los criterios previamente definidos: vocación productiva territorial, impacto en la generación de empleo, impacto sectorial transversal y grado de sofisticación tecnológica y sustentabilidad.

El resultado de este ejercicio participativo, que reflejó un primer acercamiento de acuerdo para la selección, se presenta a continuación para cada uno de los criterios.

VOTACIÓN DE SECTORES SEGÚN CRITERIO DE SELECCIÓN

Vocación productiva	Votos
I.5. Sistemas de monitoreo y seguimiento ambiental	4
II.5 Construcción de plantas químicas	7
II.7 Logística de componentes mayores	2
IV.8 Mantenimiento de plantas y gestión de residuos	3
V.6 Transporte en tuberías	1
V.7 Transporte terrestre y marítimo (Servicios Marítimos Portuarios)	3
V.8 Mantenimiento de ductos y equipos de transporte	0
VI. Suministro de materiales estabilizados	2
VI.6 Control planes de mitigación, reparación y/o compensación	0
VI.1 Electromovilidad	0
VI.7 Gestión de residuos y desmantelamiento	1
VII.6 Otras actividades- Maestranza	0

Impacto Sectorial Transversal	Votos
II.1 Manufactura de componentes, partes y piezas	4
II.7 Logística de componentes mayores	7
III.5 Sistemas de backup de energía	2
VI.5 Uso de combustibles sintéticos	3
VII.6 Otras actividades- Conectividad digital	1
II.4 Construcción de parques eólicos	3
III.2 Mantenimiento de parques eólicos	0
IV.7 Certificaciones de producción	2
VI.6 Control planes de mitigación, reparación y/o compensación	3
VII.6 Otras actividades- Maestranza	1
II.5 Construcción de plantas químicas	3
III.3 Líneas de transmisión aéreas o subterráneas	0
V.7 Transporte terrestre y marítimo	3
VI.7 Gestión de residuos y desmantelamiento	0
II.6 Construcción de plantas desaladoras	2
III.4 Sistemas de almacenamiento	0
VI.1 Electromovilidad	0
VII.5 Otras actividades- Operación de maquinaria menor	1

Grado de sofisticación tecnológica	Votos
I5. Sistemas de monitoreo y seguimiento ambiental	2
III.1 Generación de electricidad	0
IV.1 Abastecimiento de agua o desalación	1
IV.6 Conversión a otros carriers	1
VI.4 Exportación de H ₂ V y derivados	0
II.1 Manufactura de componentes, partes y piezas	5
III.2 Mantenimiento de parques eólicos	1
IV.2 Electrólisis	0
V.1 Almacenamiento de H ₂ gaseoso a altas presiones	0
VI.7 Gestión de residuos y desmantelamiento	4
II.2 Ensamblaje de componentes partes y piezas	6
III.3 Líneas de transmisión aéreas o subterráneas	0
IV.3 Purificación, compresión y licuefacción de H ₂	1
V.3 Almacenamiento de amoníaco	0
VII.1 Otras actividades - Producción y gestión H ₂ O ultrapura para electrólisis	0
II.4 Construcción de parques eólicos	0
III.4 Sistemas de almacenamiento	2
IV.4 Obtención de CO ₂ y conversión a e-fuels	1
VI.2 Generación de calor	0
II.6 Construcción de plantas desaladoras	0
III.5 Sistemas de backup de energía	1
IV.5 Obtención de N ₂ y conversión a amoníaco	0
VI.3 Conexión a sistemas de red eléctrica	0

Impacto en generación de empleo	Votos
II.1 Manufactura de componentes, partes y piezas	3
III.1 Generación de electricidad	0
VI.1 Electromovilidad	0
VII.4 Otras actividades - Servicios a personas (manipulación de alimentos, aseo)	2
II.3 Conformación y abastecimiento y de campamentos	5
III.2 Mantenimiento de parques eólicos	3
VI.6 Control planes de mitigación, reparación y/o compensación	1
II.4 Construcción de parques eólicos	5
IV.8 Mantenimiento de plantas y gestión de residuos	0
VII. Otras actividades - Suministro de materiales estabilizados	1
II.5 Construcción de plantas químicas	1
V.7 Transporte terrestre y marítimo	2
VII.6 Otras actividades- Maestranza	1

7.7. Indicadores aplicados en la selección

A continuación, se presenta la selección de nueve sectores que el equipo consultor propuso en función de la información recopilada vs. la evaluación de los desarrolladores que fue entregada en la matriz de datos.

En esta matriz, se les solicita a los desarrolladores identificar los servicios considerados como “estratégicos” y “cuello de botella”, según la segmentación de la matriz de Kraljic. Como se observa en color rojo, hay una alta coincidencia entre lo que el equipo consultor propuso inicialmente y la importancia estratégica y de riesgo en la cadena de suministros asignada por los propios proyectos.

Escenario esperado												
Actividad económica	Desarrollador 1				Desarrollador 2				Desarrollador 3			
	Frecuencia suministro	Capacidades existentes	Oportunidad de Compra Local	Importancia estratégica y riesgo Cadena de Suministro	Frecuencia suministro	Capacidades existentes	Oportunidad de Compra Local	Importancia estratégica y riesgo Cadena de Suministro	Frecuencia suministro	Capacidades existentes	Oportunidad de Compra Local	Importancia estratégica y riesgo Cadena de Suministro
II.1 Manufactura de componentes, partes y piezas	Una vez	Desarrollado (5 a 6)	Desarrollado (5 a 6)	Apalancamiento	Durante la construcción	En formación (1 a 2)	En formación (1 a 2)	Estratégico	Periodo de construcción	Inexistente (0)	Inexistente (0)	Cuello de botella
II.3 Conformación y abastecimiento y de campamentos	Una vez	Estado del Arte (7 a 8)	Estado del Arte (7 a 8)	Apalancamiento	Durante la construcción	En formación (1 a 2)	En formación (1 a 2)	Apalancamiento	Periodo de construcción	Desarrollado (5 a 6)	Desarrollado (5 a 6)	Estratégico
II.4 Construcción de parques eólicos	Una vez	Emergente (3 a 4)	Emergente (3 a 4)	Cuello de botella	Durante la construcción	Inexistente (0)	Inexistente (0)	Estratégico	Periodo de construcción	Emergente (3 a 4)	Inexistente (0)	Estratégico
III.2 Mantenimiento de parques eólicos	Recurrente	Emergente (3 a 4)	Emergente (3 a 4)	Estratégico	Constante	Inexistente (0)	Inexistente (0)	Estratégico	Constante (Construcción y operación)	Desarrollado (5 a 6)	Desarrollado (5 a 6)	Estratégico
IV.8 Mantenimiento de plantas y gestión de residuos	Recurrente	Emergente (3 a 4)	Emergente (3 a 4)	Cuello de botella	Constante	En formación (1 a 2)	En formación (1 a 2)	Estratégico	Construcción y operación	Desarrollado (5 a 6)	Desarrollado (5 a 6)	Estratégico
V.7 Transporte terrestre y marítimo	Recurrente	Desarrollado (5 a 6)	Desarrollado (5 a 6)	Estratégico	Constante	Inexistente (0)	Inexistente (0)	Estratégico	Periodo de construcción	Desarrollado (5 a 6)	Desarrollado (5 a 6)	Estratégico
V.8 Mantenimiento de ductos y equipos de transporte	Recurrente	Emergente (3 a 4)	Emergente (3 a 4)	Estratégico	Constante	Inexistente (0)	Inexistente (0)	Estratégico	Periodo de operación	Desarrollado (5 a 6)	Desarrollado (5 a 6)	Estratégico
VI.1 Electromovilidad				No crítico	TBD	Inexistente (0)	Inexistente (0)	Apalancamiento				
VI.7 Gestión de residuos y desmantelamiento	Recurrente	En formación (1 a 2)	En formación (1 a 2)	Estratégico	Operación - Semanalmente	Inexistente (0)	Inexistente (0)	Apalancamiento	Constante desde construcción	Desarrollado (5 a 6)	Desarrollado (5 a 6)	Estratégico

7.8. Fichas de subsectores en manufactura

7.8.1. Fabricación de componentes específicos

Sistema	Componente	Descripción	Oportunidades de servicio
	Pernos, tuercas, soportes	Elementos estructurales y de fijación	<p>Necesidad: Asegurar la calidad y resistencia a la fatiga.</p> <p>Servicio: Impresión 3D de piezas personalizadas, control de calidad automatizado.</p> <p>Empresas: Empresas metalmecánicas locales.</p>
Góndola o nacelle	Elementos de la estructura	Vigas, placas, etc.	<p>Necesidad: Manejo de grandes piezas, soldadura de precisión.</p> <p>Servicio: Robótica para soldadura y manipulación de materiales, simulación de procesos.</p> <p>Empresas: Empresas de estructuras metálicas.</p>
	Carcasa	Cubierta exterior de la góndola	<p>Necesidad: Resistencia a la corrosión, aislamiento acústico.</p> <p>Servicio: Uso de materiales compuestos y resistentes a la corrosión, diseño optimizado para la aerodinámica.</p> <p>Empresas: Empresas de materiales compuestos.</p>
	Secciones de torres	Segmentos cilíndricos o troncocónicos	<p>Necesidad: Soldadura de alta precisión, control dimensional.</p> <p>Servicio: Robótica para soldadura y corte, sistemas de inspección automatizados.</p> <p>Empresas: Empresas de estructuras metálicas pesadas.</p>
Torres	Torres completas	Estructura completa de la torre	<p>Necesidad: Logística de transporte, montaje en terreno.</p> <p>Servicio: Fabricación modular, optimización del diseño para el transporte.</p> <p>Empresas: Empresas de ingeniería y construcción.</p>
	Anticorrosivo	Recubrimiento protector	<p>Necesidad: Durabilidad en ambientes agresivos, aplicación uniforme.</p> <p>Servicio: Técnicas de aplicación automatizadas, nuevos materiales anticorrosivos.</p> <p>Empresas: Empresas de pinturas y recubrimientos.</p>

7.8.2. Infraestructura eléctrica

Sistema	Componente	Descripción	Oportunidades de servicio
Infraestructura eléctrica	Sensores y actuadores	Componentes del sistema de control	<p>Necesidad: Precisión, confiabilidad, integración con sistemas digitales, condiciones climáticas extremas.</p> <p>Servicio: Fabricación con tecnologías de microelectrónica, pruebas automatizadas, diseño robusto para ambientes hostiles.</p> <p>Empresas: Empresas de electrónica y automatización.</p>
	Cables	Conexión eléctrica entre componentes	<p>Necesidad: Resistencia a la intemperie, conductividad, pérdidas de energía en largas distancias.</p> <p>Servicio: Uso de materiales avanzados (superconductores, aleaciones de alta conductividad), sistemas de monitoreo de la integridad del cable.</p> <p>Empresas: Empresas de cables eléctricos.</p>
	Transformadores	Adaptación de la tensión eléctrica	<p>Necesidad: Eficiencia energética, refrigeración, capacidad para manejar grandes potencias, condiciones climáticas extremas.</p> <p>Servicio: Diseño optimizado con IA, uso de materiales con bajas pérdidas, sistemas de refrigeración eficientes para ambientes fríos.</p> <p>Empresas: Empresas de transformadores eléctricos.</p>
	Subestaciones eléctricas	Conexión a la red, transformación y distribución	<p>Necesidad: Capacidad para manejar la intermitencia de la energía eólica, seguridad, confiabilidad en condiciones climáticas adversas.</p> <p>Servicio: Sistemas inteligentes de gestión de la energía, equipos de protección y control avanzados, diseño robusto para ambientes extremos.</p> <p>Empresas: Empresas de ingeniería eléctrica y construcción.</p>

7.8.3. Mantenimiento

Sistema	Componente	Descripción	Oportunidades de servicio
Aerogeneradores	Palas	Estructuras aerodinámicas que capturan la energía del viento	Necesidad: Inspección visual y con drones, reparación de fisuras y daños, limpieza. Servicio: Servicios de inspección con drones y personal capacitado, reparación in situ o en talleres locales, aplicación de recubrimientos protectores Empresas: Empresas de mantenimiento industrial, empresas de materiales compuestos
	Multiplificador	Transmite la energía de rotación de las palas al generador	Necesidad: Inspección de engranajes y rodamientos, cambio de aceite, mantenimiento predictivo con sensores Servicio: Mayor confiabilidad del aerogenerador, reducción de fallas, optimización del rendimiento Empresas: Empresas de mantenimiento industrial, empresas especializadas en mecánica
	Generador	Convierte la energía mecánica en eléctrica	Necesidad: Inspección de bobinados y conexiones, mantenimiento de escobillas y anillos rozantes, pruebas eléctricas Servicio: Servicios de mantenimiento preventivo y correctivo, reparación y rebobinado de generadores, venta de repuestos Empresas: Empresas de mantenimiento eléctrico, empresas especializadas en maquinaria rotatoria
	Sistema de control	Supervisa y controla el funcionamiento del aerogenerador	Necesidad: Calibración de sensores, actualización de software, diagnóstico de fallas Servicio: Servicios de mantenimiento preventivo y correctivo, reparación de tarjetas electrónicas y componentes, implementación de mejoras Empresas: Empresas de electrónica y automatización, empresas de software
	Rodamientos	Soportan las partes móviles del aerogenerador	Necesidad: Inspección y lubricación, reemplazo de rodamientos desgastados Servicio: Servicios de mantenimiento preventivo y correctivo, venta de rodamientos de alta calidad, análisis de vibraciones Empresas: Empresas de mantenimiento industrial, distribuidores de rodamientos
Torres	Estructura	Soporta el aerogenerador	Necesidad: Inspección visual, mantenimiento de recubrimientos protectores, reparación de soldaduras y pernos Servicio: Servicios de inspección y mantenimiento, reparación de estructuras metálicas, aplicación de recubrimientos anticorrosivos Empresas: Empresas de estructuras metálicas, empresas de mantenimiento industrial
Infraestructura eléctrica	Cables	Transmiten la energía eléctrica	Necesidad: Inspección visual, pruebas eléctricas, reparación de daños Servicio: Servicios de mantenimiento preventivo y correctivo, reparación de cables, venta de repuestos Empresas: Empresas de mantenimiento eléctrico, empresas de cables
	Transformadores	Adaptan la tensión eléctrica	Necesidad: Inspección y mantenimiento, pruebas eléctricas, reparación de fallas Servicio: Servicios de mantenimiento preventivo y correctivo, reparación y rebobinado de transformadores, venta de repuestos Empresas: Empresas de mantenimiento eléctrico, empresas de transformadores

7.8.4. Electrólisis

Sistema	Componente	Descripción	Oportunidades de servicio
Electrólisis	Electrolizadores (PEM)	Equipos para la división del agua en hidrógeno y oxígeno	Necesidad: Costo, durabilidad, eficiencia, escalabilidad, fabricación de componentes (membranas, electrodos, etc.) Servicio: Ensamblaje de electrolizadores, fabricación de componentes (en colaboración con centros de investigación), desarrollo de sistemas auxiliares Empresas: Empresas con capacidades en manufactura de precisión, metalmecánica, electrónica
	Membranas	Componente clave para la separación de gases	Necesidad: Costo, durabilidad, eficiencia, escalabilidad, fabricación de materiales Servicio: Fabricación de membranas (en colaboración con centros de investigación), desarrollo de materiales y procesos Empresas: Empresas con capacidades en química de materiales, polímeros
	Electrodos	Componente clave para la reacción electroquímica	Necesidad: Costo, durabilidad, eficiencia, escalabilidad, fabricación de materiales y recubrimientos Servicio: Fabricación de electrodos (en colaboración con centros de investigación), desarrollo de materiales y recubrimientos Empresas: Empresas con capacidades en metalmecánica, recubrimientos
	Placas bipolares	Componente clave para la conducción de corriente y la separación de gases	Necesidad: Costo, durabilidad, eficiencia, escalabilidad, fabricación de materiales y mecanizado Servicio: Fabricación de placas bipolares, desarrollo de materiales y procesos Empresas: Empresas con capacidades en metalmecánica, manufactura de precisión
	Otros componentes	Sellos, empaquetaduras, etc.	Necesidad: Costo, durabilidad, eficiencia, escalabilidad, fabricación de materiales Servicio: Fabricación de componentes, desarrollo de materiales Empresas: Empresas con capacidades en manufactura de precisión, metalmecánica

7.8.5 Integración de stacks

Sistema	Componente	Descripción	Oportunidades de servicio
Electrólisis	Stacks de electrólisis (PEM)	Conjunto de celdas que dividen el agua en hidrógeno y oxígeno	Necesidad: Costo, durabilidad, eficiencia, escalabilidad, fabricación de componentes (membranas, electrodos, etc.) Servicio: Ensamblaje de stacks, fabricación de componentes (en colaboración con centros de investigación), desarrollo de sistemas auxiliares Empresas: Empresas con capacidades en manufactura de precisión, metalmecánica, electrónica
	Sistemas de electrólisis	Integración de stacks, tratamiento de agua, separación de gases, sistemas de control	Necesidad: Optimización de la integración, eficiencia energética, seguridad Servicio: Diseño y construcción de plantas de electrólisis, suministro de equipos y componentes, mantenimiento Empresas: Empresas de ingeniería y construcción, empresas de automatización
Electrónica de Potencia	Rectificadores	Convierten corriente alterna en continua para alimentar los electro-lizadores	Necesidad: Eficiencia, confiabilidad, modulación de la potencia, integración con energías renovables Servicio: Fabricación y suministro de rectificadores para electrolizadores, diseño y adaptación a las necesidades específicas Empresas: Empresas de electrónica de potencia, empresas de automatización
	Inversores	Convierten corriente continua de los electro-lizadores en alterna para la red eléctrica	Necesidad: Eficiencia, confiabilidad, sincronización con la red, seguridad Servicio: Fabricación y suministro de inversores para conexión a la red, diseño y adaptación a las necesidades específicas Empresas: Empresas de electrónica de potencia, empresas de automatización

7.8.6 Mezcladores de gases

Sistema	Componente	Descripción	Oportunidades de servicio
Mezcladores de gases	Tuberías (piping)	Conductos para el transporte de gases	Necesidad: Resistencia a la corrosión por hidrógeno, estanqueidad, seguridad Servicio: Fabricación y suministro de tuberías de acero inoxidable y aleaciones especiales, diseño y montaje de sistemas de piping Empresas: Empresas metalmecánicas, empresas de piping industrial
Válvulas	Válvulas	Control del flujo de gases	Necesidad: Estanqueidad, precisión, seguridad en el manejo de hidrógeno Servicio: Fabricación y suministro de válvulas de alta presión y para gases corrosivos, mantenimiento y reparación Empresas: Empresas de válvulas industriales, empresas de automatización
Controladores	Controladores	Regulación de la mezcla de gases	Necesidad: Precisión, estabilidad, integración con sistemas de control Servicio: Diseño y fabricación de sistemas de control para mezcladores de gases, programación y mantenimiento Empresas: Empresas de automatización, empresas de instrumentación
	Instrumentación	Sensores, medidores, etc.	Necesidad: Precisión, confiabilidad, seguridad en ambientes con hidrógeno Servicio: Monitoreo y control preciso de procesos, seguridad Empresas: Empresas de instrumentación industrial, empresas de automatización
	Otros componentes	Racores, filtros, etc.	Necesidad: Estanqueidad, resistencia a la corrosión, seguridad Servicio: Fabricación y suministro de componentes para sistemas de mezcla de gases Empresas: Empresas metalmecánicas, empresas especializadas en gases industriales

7.8.7. Estanque almacenamiento tipo 1

Sistema	Componente	Descripción	Oportunidades de servicio
Almacenamiento de H ₂	Tanques Tipo I	Recipientes a presión de acero para almacenamiento de hidrógeno gaseoso	Necesidad: Alta presión (hasta 1000 bar), fragilización por hidrógeno, espesores de pared elevados, soldadura especializada, tratamiento térmico Servicio: Adaptación de la manufactura de tanques para combustibles a hidrógeno, inversión en equipos y know-how específico, colaboración con empresas y centros tecnológicos Empresas: Empresas metalmeccánicas con experiencia en recipientes a presión, empresas de ingeniería y construcción
	Revestimientos internos	Protección contra la corrosión y la fragilización	Necesidad: Selección de materiales compatibles con el hidrógeno, aplicación uniforme y duradera Servicio: Desarrollo y aplicación de recubrimientos resistentes a la corrosión y la fragilización por hidrógeno, inspección y mantenimiento Empresas: Empresas de recubrimientos industriales, centros de investigación en materiales
	Válvulas y accesorios	Control de flujo y seguridad	Necesidad: Estanqueidad a alta presión, materiales compatibles con hidrógeno Servicio: Fabricación y suministro de válvulas y accesorios para hidrógeno a alta presión, mantenimiento y reparación Empresas: Empresas de válvulas industriales, empresas de automatización
	Sistemas de seguridad	Detección de fugas, ventilación, control de presión y temperatura	Necesidad: Confiabilidad, precisión, seguridad en ambientes con hidrógeno Servicio: Diseño e instalación de sistemas de seguridad para tanques de hidrógeno, mantenimiento y monitoreo Empresas: Empresas de ingeniería y seguridad industrial

7.8.8. Tube trailers almacenamiento de hidrógeno

Sistema	Componente	Descripción	Oportunidades de servicio
Almacenamiento de H ₂	Tube trailers	Remolques con tubos para transporte de hidrógeno gaseoso a alta presión	Necesidad: Alta presión (hasta 500 bar), fragilización por hidrógeno, seguridad en el transporte, diseño y fabricación especializada Servicio: Adaptación de la manufactura de remolques para gases industriales a hidrógeno, inversión en equipos y know-how específico, colaboración con empresas y centros tecnológicos Empresas: Empresas metalmeccánicas con experiencia en recipientes a presión y remolques
	Tubos de almacenamiento	Recipientes a presión para hidrógeno gaseoso	Necesidad: Alta presión, fragilización por hidrógeno, espesores de pared elevados, soldadura especializada Servicio: Fabricación y suministro de tubos de almacenamiento para hidrógeno a alta presión, mantenimiento y pruebas Empresas: Empresas metalmeccánicas con experiencia en recipientes a presión
	Válvulas y accesorios	Control de flujo y seguridad	Necesidad: Estanqueidad a alta presión, materiales compatibles con hidrógeno Servicio: Fabricación y suministro de válvulas y accesorios para hidrógeno a alta presión, mantenimiento y reparación Empresas: Empresas de válvulas industriales, empresas de automatización, empresas de ingeniería
	Sistemas de seguridad	Detección de fugas, ventilación, control de presión y temperatura	Necesidad: Confiabilidad, precisión, seguridad en ambientes con hidrógeno y en el transporte Servicio: Diseño e instalación de sistemas de seguridad para tube trailers, mantenimiento y monitoreo Empresas: Empresas de ingeniería y seguridad industrial, empresas de transporte
	Remolque	Estructura para transportar los tubos	Necesidad: Resistencia estructural, seguridad en el transporte, diseño para cargas pesadas Servicio: Adaptación de la fabricación de remolques para el transporte de hidrógeno, cumplimiento de normas de transporte Empresas: Empresas de fabricación de remolques y carrocerías, empresas de ingeniería y transporte

Fuente: Elaboración propia.



Informe final

**BRECHAS Y OPORTUNIDADES
para el Desarrollo de Proveedores para la
Industria de Hidrógeno Verde en la Región
de Magallanes y la Antártica Chilena**

Diciembre de 2024