



UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA COMERCIAL

VALPARAISO - CHILE



**IMPACTO ECONÓMICO EN LA REGIÓN DE MAGALLANES Y LA ANTÁRTICA
CHILENA CON LA LLEGADA DE LA INDUSTRIA DEL HIDRÓGENO VERDE
EN EL MERCADO LOCAL A TRAVES DEL PROYECTO DE HNH ENERGY**

FELIPE ANDRÉS SEGOVIA DÍAZ

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO COMERCIAL

PROFESOR GUÍA: SR. CARLOS SOTO YAÑEZ.

PROFESORES CORREFERENTES: SR. JUAN ESPINOSA CRISTIA.

SR. RODRIGO DEMARCO BULL.

03 de diciembre 2024

Agradecimientos

Este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo de muchas personas que me ayudaron no solo a llevar a cabo el proceso de elaboración de esta memoria y titulación, sino que también han estado presentes en mi vida, contribuyendo a que sea la persona y el profesional que soy hoy.

En primer lugar, quiero agradecer a mi mayor fuente de apoyo, quienes han estado siempre para mí y en quienes puedo contar y respaldarme: mi familia, principalmente en Punta Arenas. Comenzando con mi núcleo familiar más cercano, quienes son mi soporte emocional y han hecho posible mi egreso. Agradezco a mi padre, José Eduardo Segovia Andía; a mi madre, Lorena del Pilar Díaz Labourdette; y a mi hermano, Franco Sebastián Segovia Díaz. Ellos son el motor de mi vida, siempre impulsándome a ser mejor persona y proporcionándome todas las herramientas para desarrollarme como soy hoy en día. También quiero agradecer a mis familiares cercanos de Punta Arenas, especialmente a mi abuela Soledad Andía Gómez, a mis tíos y primos con quienes crecí como hermanos y que confiaron en mí para lograr este acontecimiento. Agradezco también a mis familiares en Santiago: mi abuelo Audelio Eliezer Díaz Mansilla y mi abuela Julia Amalia Labourdette Carvajal, así como a mis tíos y primos, quienes, a pesar de la distancia, siempre han mostrado su apoyo y preocupación por mi crecimiento. Más aún, después de años, por fin estoy viviendo cerca de ellos para poder acompañarlos. Por último, agradezco a mi familia de El Belloto, quienes en estos años de universidad me han acogido dentro de su núcleo cercano y me han adoptado como un hijo más. En especial, agradezco a mi tía abuela Olga Segovia Oyarzún (Q.E.P.D), matriarca de la familia, quien me recibió con los brazos abiertos hasta sus últimos días.

Quiero agradecer a quienes me han formado académicamente en los años de enseñanza básica y media, al colegio The British School por acogerme y darme forma como persona académica, y a mis profesores, tanto jefes como de asignaturas, en particular a quienes me moldearon académicamente para poder llevar el proceso universitario de la mejor forma.

También quiero agradecer a mi maestro Alejandro Antonio Vrsalovic Reyes, quien ha estado en mi vida desde mis 5 años y me ha dejado enseñanzas que me permiten alcanzar mis objetivos hasta el día de hoy. Me ha inculcado valores como la perseverancia, la disciplina, la responsabilidad y el compañerismo, enseñándome a estar siempre atento y dispuesto a ayudar a mis compañeros cuando lo necesitan, así como a mi propio crecimiento personal.

En segundo lugar, quiero agradecer a todos los que estuvieron para mí en mis años universitarios y que fueron fundamentales en este proceso académico para lograr salir adelante con mi carrera y desarrollar con éxito este trabajo. Quiero comenzar agradeciendo a quienes fueron mis compañeros y se volvieron amigos en el camino, y ahora futuros colegas de la carrera, ya que me apoyaron en los momentos más difíciles de la universidad. Con ellos me reinventé socialmente y aprendí no solo académicamente, sino también en valores hacia mis amigos, a quienes espero la vida no nos separe. Agradezco a mis profesores, especialmente a aquellos con quienes formé un vínculo más allá de lo académico, al departamento de ingeniería comercial y a la Universidad Técnica Federico Santa María por acogerme en sus establecimientos y formarme como el profesional que quiero ser y que ellos esperan que sea para desarrollarme a futuro en la vida.

Por último, agradezco a quienes participaron y ayudaron directamente en el proceso de elaboración de esta memoria, comenzando por mi profesor guía Carlos Soto Yáñez y mis profesores correferentes Rodrigo Demarco Bull y Juan Felipe Espinosa Cristia. Finalmente, pero no menos importante, agradezco a HNH Energy, quienes creyeron en mi idea y me permitieron desarrollarla y lograr la calidad de trabajo entregado. En especial, agradezco al director del proyecto, Mario Marchese, quien fue guía en la elaboración de la memoria desde la empresa y quien también aportó con las ideas necesarias para su elaboración.

Resumen Ejecutivo

Introducción

Este informe analiza el impacto económico de la industria del hidrógeno verde en la región de Magallanes y la Antártica Chilena, con un enfoque en el proyecto de HNH Energy. La región, históricamente dependiente de combustibles fósiles, posee un gran potencial para la producción de energías renovables, siendo un foco primordial para el futuro de la neutralidad de carbono

Planteamiento del Problema

La región de Magallanes enfrenta altos niveles de emisiones de CO₂, principalmente del sector energético. La transición hacia energías renovables es crucial para reducir estas emisiones y mitigar el cambio climático.

Justificación del Estudio

El estudio busca demostrar los beneficios económicos de la inversión en hidrógeno verde, incluyendo la creación de empleos, nuevos emprendimientos y mejoras en la infraestructura y calidad de vida.

Objetivos de la Investigación

- **Objetivo General:** Analizar los beneficios económicos de la inversión de HNH Energy en la región.
- **Objetivos Específicos:** Medir el impacto económico, analizar la creación de empleos, evaluar la viabilidad de un mercado local de hidrógeno verde, entre otros.

Metodología

El estudio utiliza análisis econométricos, matrices de insumo-producto y proyecciones de series temporales para evaluar el impacto económico y la creación de empleos y emprendimientos.

Resultados y Discusión

- **Impacto en el Empleo:** Se espera la creación de miles de empleos directos e indirectos durante las fases de construcción y operación del proyecto.
- **Impacto Económico:** La inversión de HNH Energy inyectará significativos recursos monetarios en la economía regional, beneficiando sectores como la construcción, transporte, turismo y servicios.
- **Infraestructura:** Mejoras en la infraestructura vial y portuaria serán necesarias para apoyar la nueva industria.
- **Calidad de Vida:** Se anticipan mejoras en los ingresos y condiciones de vida de los habitantes de la región.

Conclusiones

El proyecto de HNH Energy tendrá un impacto positivo significativo en la economía de la región de Magallanes, promoviendo la creación de empleos, el desarrollo de nuevos emprendimientos y la mejora de la infraestructura y calidad de vida. Además, contribuirá a la descarbonización de la matriz energética regional.

Recomendaciones

- **Para HNH Energy:** Ampliar estudios sobre el impacto económico y utilizar los resultados para promover la industria del hidrógeno verde.
- **Para la Región:** Invertir en infraestructura y educación para facilitar la adopción de la nueva industria y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Índice

Agradecimientos.....	2
1. Introducción:	8
1.1. Contexto actual de la región y los combustibles de transición.....	8
1.2. Planteamiento del Problema	9
1.3. Justificación del Estudio.....	11
1.4. Objetivos de la Investigación	12
1.4.1. Objetivo General	12
1.4.2. Objetivos Específicos.....	12
1.5. Estructura de la Tesis	12
1.6. Metodología	13
2. Marco Teórico.....	14
2.1. Conceptos claves	14
2.2. Industria Energética en Magallanes.....	17
2.3. Hidrogeno verde y Amoniac.....	19
2.4. Magallanes como productor de energía renovable	20
3. Contexto de la Empresa	21
3.1. Historia y Evolución de la Empresa	21
3.2. Actividades y Sector Económico.....	22
4. Contexto Regional	22
4.1. Características Demográficas y Socioeconómicas.....	22
4.2. Infraestructura y Recursos	23
4.3. Políticas y Regulaciones Locales.....	24
5. Metodología de la Investigación.....	26
5.1. Subíndice de objetivos específicos	26
5.2. Diseño de la Investigación	26
5.3. Técnicas de Recolección de Datos.....	29
5.4. Análisis de Datos	31
5.5. Limitaciones del Estudio	33
6. Análisis del Impacto Económico	36
6.2. Impacto en el empleo	36
6.2.1. Creación de Empleo Directo e Indirecto.....	36
6.3. Impacto en la Economía Local	45
6.3.1. Inversión y Gasto Local	45

6.3.2.	Matriz Insumo-Producto	52
6.3.3.	Efectos en el Comercio y Servicios Locales	53
6.4.	Impacto en la Infraestructura	64
6.4.1.	Mejoras en Infraestructura	64
6.5.	Impacto en la Calidad de Vida.....	65
6.5.1.	Cambios en los Ingresos y Condiciones de Vida	65
7.	Generación de Energía con Hidrógeno para Magallanes	68
7.2.	Contexto Actual de la Industria de Energía	68
7.2.1.	Principales Agentes del Mercado	69
7.2.2.	Capacidad Productiva y Abastecimiento de Energía en la Región	70
7.2.3.	Alcance Poblacional de la Industria y Valor de Mercado del Producto	72
7.3.	Combustible de Transición como Competidor al Gas Fósil de la Región	73
7.3.1.	Proceso Productivo del Proyecto	73
7.3.2.	Capacidad Productiva del Proyecto.....	76
7.4.	Análisis Financiero	77
7.4.1.	Análisis de la Estructura de Costos.....	77
7.4.2.	Fijación de Precio por MW/H	78
7.4.3.	Subsidio	78
7.4.4.	Evaluación del Proyecto.....	78
7.5.	Análisis Comparativo con el Gas Fósil.....	80
8.	Resultados y Discusión.....	82
8.2.	Presentación de Resultados.....	82
8.3.	Interpretación de Resultados	86
8.4.	Implicaciones para la Región y la Empresa.....	88
9.	Conclusiones	90
9.1.	Conclusiones Principales de los Objetivos	90
9.2.	Recomendaciones para la Empresa y la Región.....	92
9.3.	Propuestas para Investigaciones Futuras	94
10.	Anexo.....	95
11.	Bibliografía	99

1. Introducción:

1.1. Contexto actual de la región y los combustibles de transición

En la región de Magallanes y la Antártica Chilena, se ha identificado un potencial foco productivo de energía desde hace más de 70 años con el descubrimiento de yacimientos de petróleo, gas fósil y carbón, que eran los combustibles más demandados por las grandes industrias a nivel mundial en ese tiempo. Desde entonces, se han desarrollado proyectos en la región basados en estos recursos, como la empresa ENAP, dedicada al petróleo y gas, y Methanex, enfocada en la producción de metanol.

Durante más de 50 años, ambas empresas han dominado la industria energética en la región con productos de bajo costo de producción, pero que generan una significativa huella de carbono, actualmente muy criticada por su impacto negativo en el medio ambiente, el cambio climático y el bienestar del planeta. Por esta razón, la comunidad científica e industrial ha comenzado la transición hacia energías renovables 100% verdes para descarbonizar la huella de la industria energética actual, que suministra los recursos necesarios para el funcionamiento de otras industrias en la economía. La región de Magallanes y la Antártica Chilena no es la excepción.

La región posee recursos naturales y condiciones únicas en el mundo que facilitan una transformación hacia energías renovables, especialmente la energía eólica, que convierte la energía cinética de la rotación de aerogeneradores en energía eléctrica. La región es única debido a sus vientos constantes y rápidos generados por las corrientes marinas, que permiten una producción de energía casi continua, incomparable en otras partes del mundo.

En los últimos años, se ha discutido y planificado una nueva industria basada en el hidrógeno como fuente energética. El hidrógeno produce una gran capacidad eléctrica y permite una descarbonización total, y las grandes convenciones energéticas del mundo están enfocadas en esta medida, con Chile como un país impulsor. El hidrógeno se obtiene mediante la separación de los átomos del agua (H_2O) en (H_2) y (O) a través de un proceso llamado electrólisis, que requiere energía eléctrica. La idea detrás del hidrógeno verde es que la energía eléctrica para la electrólisis provenga de fuentes verdes o renovables, y aquí es donde

la capacidad eólica de la región de Magallanes juega un papel crucial. Por esta razón, varios proyectos de energías verdes han puesto su mirada en la región como principal fuente de energía eléctrica. Además, la región es geográficamente estratégica debido al Estrecho de Magallanes, que facilita conexiones marítimas hacia el océano Atlántico para llegar a Europa, Medio Oriente y África, y al océano Pacífico para llegar a Asia, Oceanía y Norteamérica.

En 2024, la industria del hidrógeno verde ya cuenta con una estructura definida, y existen proyectos que esperan comenzar a producir hidrógeno en un plazo de 10 a 15 años en diversas partes del mundo. La región de Magallanes es un punto clave a nivel mundial debido a la cantidad de proyectos que la han establecido como base de operaciones y producción. Entre estos proyectos se encuentra HNH Energy, impulsado por Copenhagen Infrastructure Partners, AustriaEnergy y Ökowind, quienes invierten en energías renovables globalmente y eligieron la región por su capacidad para producir energía eólica.

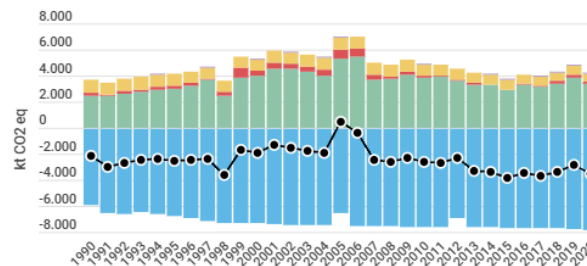
Además de HNH Energy, hay otros cuatro proyectos destinados a la industria del hidrógeno verde en la región: HIF Global, TEG Chile, Total Eren y EDF. Aunque se menciona el hidrógeno, el producto final es el amoníaco, que sirve como alternativa al combustible fósil, así como fertilizante y refrigerante. Este es el producto que se busca manufacturar para su uso en el mercado energético global, y es el objetivo de HNH Energy con su propuesta.

1.2. Planteamiento del Problema

“En 2020, la región de Magallanes y de la Antártica Chilena emitió (sin considerar el sector UTCUTS) 4.213 kt CO₂ eq, representando un 4,0% del total de emisiones GEI nacionales. Como se ve en la figura 50, Energía fue el principal sector emisor (79,6%), que considera la quema de combustibles para transporte terrestre, ferroviario, marítimo, aéreo, generación eléctrica para industrias y edificaciones comerciales, públicas y residenciales”¹. (Ministerio del Medio Ambiente, 2020)

¹ Ministerio del Medio Ambiente de Chile. (2020). Magallanes. Recuperado de <https://snichile.mma.gob.cl/magallanes/#:~:text=En%202020%2C%20la%20regi%C3%B3n%20de,de%20emisiones%20de%20GEI%20nacionales.>

Figura 50. Magallanes: emisiones y absorciones de GEI (kt CO₂ eq) de alcance 1 por sector, 1990-2020



Fuente: Equipo Técnico Coordinador del MMA.

Este estudio realizado por el MMA revela la realidad de la contaminación por CO₂ que actualmente afecta a la región. Fuera del sector UTCUTS, el sector energético es el principal responsable de esta cifra. Con el aumento de la población y el incremento en el uso de combustibles fósiles como fuente de energía, se prevé que esta cifra continúe creciendo en el futuro, lo que tendrá un impacto significativo en el cambio climático. Este impacto ya se manifiesta en el derretimiento de los glaciares, las condiciones erráticas del clima, el aumento de precipitaciones y, durante el verano, niveles notables de sequía debido al cambio climático. Este panorama resalta la importancia de las energías verdes para revertir la situación, ya que la calidad del planeta define la calidad de vida de sus habitantes, y el objetivo de las energías renovables es evitar comprometer a las generaciones futuras con las acciones actuales.

Este es el principal enfoque para seguir debido a su relevancia global, pero la región también enfrenta problemas específicos que deben abordarse. Una de las principales dificultades es su desconexión con el resto del país debido a su geografía desordenada. A diferencia del resto del territorio continental, la región de Magallanes y la Antártica Chilena es la única sin una conexión terrestre con el país, ya que la Ruta 7, conocida como Carretera Austral, es la única arteria comercial que conecta las principales ciudades del país, como Santiago y Viña del Mar, con las ciudades al sur de Puerto Montt. Esta ruta termina en la comuna de Villa O'Higgins en la región de Aysén, lo que obliga a la distribución y logística de transporte comercial a realizar trayectos terrestres a través de Argentina o cambiar a vías marítimas y aéreas. Esta situación también afecta el transporte personal, ya que el viaje desde la región hacia el resto del país se realiza casi exclusivamente por vía aérea, lo que implica un costo significativo tanto para los individuos como para la economía regional.

Debido a esta desconexión, la región ha tenido que buscar soluciones específicas para cubrir necesidades básicas, entre ellas la energía, y por ello Magallanes cuenta con su propia matriz energética que le permite autoabastecerse. Sin embargo, en respuesta a la problemática de las emisiones de carbono, la región está en proceso de cambiar su fuente energética hacia procesos verdes. Se espera que esta transición no solo beneficie el bienestar ambiental y poblacional, sino que también impulse la economía de una región que ya se autoabastece en varias áreas, y es necesario medir el impacto de estos cambios.

1.3. Justificación del Estudio

Ante esta problemática, HNH Energy, a través de este estudio, busca demostrar el impacto positivo que su inversión y la puesta en marcha de la producción de hidrógeno verde tendrán en la economía regional. El estudio evaluará cómo la inversión contribuirá al PIB per cápita mediante el aumento de salarios, la generación de nuevos empleos y la creación de emprendimientos. También analizará cómo estos cambios impactarán en mejoras económicas para la región, como un sistema de salud más eficiente, mejor acceso a servicios básicos, y mejoras en la educación, entre otros.

Este enfoque permite a HNH Energy justificar que, a pesar de sus objetivos comerciales específicos, su intención es aportar beneficios a la región. La empresa busca demostrar que su actividad no solo contribuye a la descarbonización de la matriz energética, sino que también favorece la calidad de vida de los habitantes al mejorar las condiciones medioambientales y económicas.

Aunque la industria está orientada principalmente hacia la exportación del amoníaco producido, HNH Energy también aprovechará la oportunidad para cambiar la matriz energética. Esto implica reemplazar el uso actual de gas fósil por hidrógeno verde. En el estudio se incluirá una evaluación del proyecto para determinar la viabilidad y rentabilidad de establecer un mercado local para este combustible en la región, así como la posibilidad de producir suficiente hidrógeno verde para autoabastecer la zona. Todo esto está orientado a llevar a la región hacia una dirección más verde y autosustentable, reduciendo sus emisiones y evitando comprometer a las generaciones futuras.

1.4. Objetivos de la Investigación

1.4.1. Objetivo General

Analizar y demostrar los beneficios que conlleva la inversión realizada por HNH Energy respecto al impacto económico de la región y la generación de un mercado de energía mediante el hidrógeno verde.

1.4.2. Objetivos Específicos

- 1.- Medir el impacto en la economía regional a través del gasto incurrido y el recurso monetario inyectado directa e indirectamente por el proyecto
- 2.- Analizar el impacto en empleos nuevos tanto directos como indirectos
- 3.- Calcular y pronosticar la creación de nuevos emprendimientos derivados directa e indirectamente de la inversión
- 4.- Evaluar si existe la posibilidad de negocio o no para HNH Energy de crear un mercado de hidrógeno verde para la región
- 5.- Analizar la disponibilidad de un combustible limpio para la descarbonización de la matriz

1.5. Estructura de la Tesis

Esta memoria consta de dos estudios que tendrán un nivel de profundización equivalente y que responden a los objetivos específicos establecidos, bajo la dirección del objetivo general. El primer estudio analizará el impacto económico de la inversión de HNH Energy, con el propósito de demostrar los beneficios que la llegada de la industria del hidrógeno verde podría aportar. El segundo estudio evaluará la viabilidad de establecer un mercado local de hidrógeno verde, con HNH Energy como principal productor en la región. Se investigará la competitividad del hidrógeno frente al gas fósil, que actualmente domina la matriz

energética, para determinar si el hidrógeno puede ser más rentable tanto para HNH Energy como para la población.

Al finalizar ambos estudios, se discutirán los resultados y se presentarán conclusiones basadas en los objetivos propuestos. También se ofrecerán recomendaciones para el proyecto, para la región, y para futuras investigaciones.

1.6. Metodología

El primer estudio, correspondiente al impacto económico de la inversión del proyecto, consistirá en analizar el mercado laboral de la región mediante la proyección de la creación de empleos directos e indirectos generados por las necesidades de HNH Energy. También se evaluarán los cambios que se producirán en la estructura laboral.

Posteriormente, se analizará el impacto de la inversión directa del proyecto, incluyendo el gasto local, la inversión en materias primas y servicios que benefician a la región, y cómo estos factores afectarán al mercado regional. Además, se examinará el impacto en la infraestructura, considerando las necesidades derivadas de la gran escala de la producción de hidrógeno verde, como mejoras en los caminos y cambios en la estructura de la matriz energética.

Finalmente, se investigará el impacto en la calidad de vida de los habitantes de la región o del área de influencia del proyecto. Esto incluirá la proyección de nuevos salarios y emprendimientos que fortalezcan la economía regional y benefician a la población. También se analizarán los efectos en otros aspectos del crecimiento económico, como la salud y la educación.

La planificación de la memoria con sus respectivos estudios y demás partes esta detallada en la carta Gantt (**ver Anexo 1**)

2. Marco Teórico

2.1. Conceptos claves

Energías renovables o verdes:

Son aquellas que provienen de fuentes consideradas inagotables, y que se caracterizan porque en sus procesos de transformación y aprovechamiento no se consumen a escala humana, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen o porque son capaces de regenerarse en el tiempo. Entre estas fuentes de energía se consideran la hidráulica, la solar, la eólica y la de los océanos. De igual forma, dependiendo de su modo de explotación, también pueden ser catalogadas como renovables la energía proveniente de la biomasa, la energía geotérmica y los biocombustibles².

Combustibles fósiles:

Los combustibles fósiles son una fuente de energía que procede de la descomposición de materia orgánica de animales, plantas y microorganismos, y cuyo proceso de transformación tarda millones de años. Se clasifican en tres tipos -petróleo, carbón y gas natural-, y según las Naciones Unidas, comprenden el 80% de la demanda actual de energía primaria a nivel mundial³.

Combustibles de transición:

En 2015, durante la XXI Conferencia sobre Cambio Climático (COP 21), 195 países acordaron el Acuerdo de París, un acuerdo global para abordar el cambio climático, así como sus efectos en el planeta y la sociedad.

² Ministerio de Energía de Chile. (s.f.). ¿Qué son las energías renovables? Gobierno de Chile. Recuperado de <https://energia.gob.cl/educacion/que-son-las-energias-renovables>

³ Communications. (2022). ¿Qué es el combustible fósil? La energía que se obtiene de la materia orgánica. BBVA. Recuperado de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-combustible-fosil-la-energia-que-se-obtiene-de-la-materia-organica/>

El acuerdo tiene como objetivo reducir las emisiones de carbono a nivel global y limitar el calentamiento global a menos de dos grados centígrados.

La transición energética es un proceso de cambio de una forma de producción de energía a otra, e incluye fuentes de energía renovables y no renovables. Entre los cambios se encuentra el reemplazo de combustibles fósiles, como el carbón y el petróleo, por fuentes renovables, como la energía solar y la eólica.

La transición de los combustibles fósiles a las fuentes renovables llevará tiempo, pero al final valdrá la pena porque es la clave para mitigar los impactos ambientales de fenómenos como el cambio climático y la contaminación del aire ⁴.

Hidrogeno verde (H2V):

Hidrógeno verde es el nombre que se le da al hidrógeno que ha sido generado a partir de fuentes y energías renovables. Este sirve como combustible, y al ser utilizado, no genera CO₂, el gas de efecto invernadero que emiten al quemarse la mayoría de los combustibles fósiles, ya que no contiene carbono en su interior. En su lugar, el consumo de la energía del hidrógeno simplemente genera otro compuesto conocido: agua. No es una fuente de energía en sí, sino un elemento que puede servir para almacenar, transportar y distribuir energía; un “vector energético” ⁵.

Amoniaco:

El amoníaco (NH₃) es un compuesto químico derivado del hidrógeno que se comercializa a nivel mundial como insumo para diversas industrias.

Para producir amoníaco verde se utiliza hidrógeno verde y nitrógeno en un proceso industrial ya existente que se conoce como Haber-Bosch

⁴ Shell. (s.f.). Transición energética. Shell Colombia. Recuperado de <https://www.shell.com.co/sostenibilidad/transicion-energetica.html>

⁵ Generadoras de Chile. (s.f.). Hidrógeno verde. Generadoras de Chile. Recuperado de <https://generadoras.cl/tipos-energia/hidrogeno-verde>

El amoníaco verde es una forma más ecológica de elaboración de amoníaco, que emplea hidrógeno verde en contraposición a los métodos tradicionales que usan combustibles fósiles y por ende generan emisiones de gases de efecto invernadero durante el proceso ⁶.

Energía eólica

La energía eólica es una energía renovable que utiliza la fuerza del viento para generar electricidad. El principal medio para obtenerla son los aerogeneradores, correspondientes a “molinos de viento” de tamaño variable que transforman con sus aspas la energía cinética del viento en energía mecánica. La energía del viento puede obtenerse instalando los aerogeneradores tanto en suelo firme como en el suelo marino.

El potencial eólico se calcula en función de la distribución de la velocidad del viento. Los aerogeneradores situados en sitios donde las medias de velocidad del viento son de 8 metros por segundo en la altura del eje del rotor producen entre el 75% y el 100% más de electricidad que aquellas donde el viento sopla a una media de 6 metros por segundo. Un aerogenerador de 1,8 MW situado a un buen emplazamiento produce más de 4,7 millones de kWh (unidades de energía eléctrica) cada año. Esto es suficiente para satisfacer las necesidades de más de 1.500 hogares ⁷.

Electrólisis:

La electrólisis es un proceso mediante el cual se separan los elementos de un compuesto químico con la utilización de corriente eléctrica. Se liberan electrones por los aniones en el ánodo, produciéndose una oxidación, y se captan electrones por los cationes en el cátodo, produciéndose una reducción ⁸.

⁶ Ministerio de Energía de Chile. (2024). Amoníaco: Info corta 3. [PDF]. Gobierno de Chile. Recuperado de https://www.planhidrogenoverde.cl/wp-content/uploads/2024/06/Info-Corta-3-Amoniaco_FINAL.pdf

⁷ Generadoras de Chile. (s.f.). Energía eólica. Generadoras de Chile. Recuperado de <https://generadoras.cl/tipos-energia/energia-eolica>

⁸ Hello Auto. (s.f.). Electrólisis. Hello Auto. Recuperado de <https://helloauto.com/es-es/glosario/electrolisis/>

Nitrógeno:

Primeramente, el nitrógeno es un gas inerte inodoro, incoloro y que no sustenta la vida; sin embargo, es importante para el crecimiento de las plantas y es un aditivo clave en los fertilizantes. Sus usos van más allá de la jardinería. El nitrógeno normalmente aparece en estado líquido o gaseoso (aunque también es posible obtener nitrógeno sólido). El nitrógeno líquido se utiliza como refrigerante, que puede congelar rápidamente alimentos y sujetos en investigaciones médicas, así como en la tecnología reproductiva. Para el objetivo de esta explicación, nos centraremos en el gas nitrógeno.

El nitrógeno se utiliza bastante, sobre todo debido al hecho de que no reacciona cuando se expone a otros gases, a diferencia del oxígeno, que es muy reactivo. Debido a su composición química, los átomos de nitrógeno necesitan más energía para romperse y reaccionar con otras sustancias. Por otro lado, las moléculas de oxígeno son más fáciles de separar, lo que hace que el gas sea mucho más reactivo. El gas nitrógeno es lo opuesto, ya que proporciona entornos no reactivos cuando es necesario ⁹.

2.2. Industria Energética en Magallanes

La industria energética en Magallanes tiene sus orígenes en 1897 con la fundación de la primera empresa eléctrica de la región, la Compañía de Luz Eléctrica de Punta Arenas, ubicada en la misma comuna. Esta empresa surgió debido a la necesidad de un servicio de luz independiente, dado que Santiago, la capital, se encontraba a más de 3000 km de distancia. La empresa introdujo nuevas tecnologías y conocimientos de la época, marcando un cambio significativo en la región. A medida que la población de la ciudad crecía, aumentaban las necesidades, lo que llevó a más sociedades a involucrarse con la compañía de luz.

En ese período, no había empresas que produjeran una fuente energética para abastecer a la compañía eléctrica. En 1950, bajo el gobierno del presidente Gabriel González Videla, se creó la Empresa Nacional del Petróleo (ENAP), una empresa estatal que aprovechó los

⁹ Atlas Copco. (s.f.). Nitrógeno: ¿qué es y dónde se utiliza? Atlas Copco. Recuperado de <https://www.atlascopco.com/es-cl/compressors/wiki/compressed-air-articles/what-is-nitrogen-gas>

yacimientos de petróleo y gas natural, principalmente en Tierra del Fuego y en el sector de San Gregorio, a 120 km al norte de Punta Arenas.

Con la nacionalización de la producción de energía mediante petróleo y gas, el Estado decidió controlar también la producción de energía eléctrica en la ciudad. En 1955, el Estado adquirió la Compañía Nacional de Fuerza Eléctrica a través de ENDESA (Empresa Nacional de Electricidad S.A.), proporcionando así a la ciudad una fuente de energía eléctrica para su autosuficiencia.

Durante los años 80, en el marco de las políticas de privatización, ENDESA transformó sus Administraciones de Distribución en Sociedades de Responsabilidad Limitada, entre ellas la Empresa Eléctrica de Magallanes Limitada (Edelmag Ltda.), que posteriormente se convirtió en una Sociedad Anónima Abierta. En este período también surgió otra empresa productora de energía, Methanex, que, con capital privado, comenzó a producir y abastecer mercados en Latinoamérica y Asia-Pacífico a través del metanol.

La industria energética de Magallanes se consolidó en términos de autosuficiencia y producción para sus habitantes. Sin embargo, hacia finales del siglo XX y principios del XXI, surgió una creciente preocupación por la contaminación producida por el carbono en la obtención de energía y en la cadena de suministros global, así como por el agotamiento de recursos. Esto impulsó la búsqueda de soluciones para cambiar la matriz energética de fuentes fósiles y no renovables a fuentes renovables, como la energía fotovoltaica, eólica e hídrica, que pueden tener procesos con 0% de emisiones de CO₂ y fuentes inagotables o de rápida regeneración.

A partir de la década de 2010, las energías renovables empezaron a ganar relevancia en Chile, aprovechando los recursos de excelente calidad del país, como la radiación solar en el desierto de Atacama para la energía solar, el océano y los ríos caudalosos para la energía hídrica, y la calidad del viento en las regiones de Coquimbo y Magallanes. Esta última, en particular, destacó por su constancia en la producción de energía, convirtiéndose en un foco importante en la región de Magallanes debido a su excelente calidad de viento.

Actualmente, desde marzo de 2022, el sistema eléctrico de Magallanes (SEM) cuenta con una matriz de capacidad instalada neta de 129,3 MW, con una composición de 75,2% gas natural, 14,8% diésel y 10,0% eólica. A fecha de 2024, este contexto se mantiene similar.

2.3. Hidrogeno verde y Amoniaco

El hidrógeno es el elemento más abundante en el universo; sin embargo, no es fácil obtenerlo en estado puro, ya que generalmente se encuentra combinado con otros elementos, como en el agua. A pesar de esto, su uso como combustible ha sido estudiado desde el siglo pasado para diversos fines. Un ejemplo de ello es la bomba de hidrógeno, que representa una evolución de la bomba atómica de uranio y cuyo estudio comenzó durante la Guerra Fría.

Actualmente, existen diversos procesos para convertir el hidrógeno en una fuente de energía, utilizando diferentes métodos. Estos métodos permiten clasificar el hidrógeno según el nivel de contaminación por emisiones de CO₂ asociado a su producción.

Para obtener hidrógeno en su forma gaseosa, se necesita separar dos átomos de hidrógeno de la molécula de agua (H₂O). Este proceso se realiza mediante un método llamado electrólisis, que utiliza electricidad para dividir el agua en hidrógeno y oxígeno explicado de la siguiente manera:

1. El electrolito se funde o disuelve en un disolvente para lograr la separación de los iones, en un proceso conocido como ionización.
2. Luego, se aplica una corriente eléctrica continua a través de los electrodos (ánodo y cátodo) que están sumergidos en la disolución (electrolito + disolvente) y conectados a una fuente de alimentación.
3. Esto provoca la transferencia de electrones: los iones positivos, o cationes, se dirigen al cátodo, mientras que los iones negativos, o aniones, se desplazan hacia el ánodo.
4. Como resultado de esta reacción química, se generan otras sustancias. Los aniones entregan electrones al ánodo (+) y los cationes reciben electrones del cátodo (-).
5. Así, la reacción de oxidación-reducción se completa gracias a la electricidad que proporciona la energía necesaria.

6. Al finalizar el proceso, se liberan oxígeno e hidrógeno, junto con otros materiales si se ha empleado agua no destilada.¹⁰

El objetivo de convertir el hidrógeno en una fuente de energía verde es obtenerlo utilizando procesos renovables que no generen emisiones de carbono, es decir, que no contaminen y representen una fuente inagotable de recursos. Una de las formas más evidentes de acumular energía para la electrólisis es mediante la energía eólica.

El hidrógeno verde también da lugar a otros derivados con aplicaciones diferentes a la energía y el combustible. Un ejemplo es el amoníaco, un compuesto químico que se ha producido sintéticamente durante muchos años y que se utiliza como fertilizante y en refrigeración. En su estado gaseoso, el amoníaco puede reemplazar los combustibles fósiles en motores de combustión interna y generadores de energía eléctrica, ofreciendo una alternativa beneficiosa a los derivados del petróleo. Sin embargo, para evitar que sea perjudicial, el amoníaco debe ser manejado con extremo cuidado y a menudo se utiliza en forma líquida para minimizar su impacto en el aire y el medio ambiente, como se observa en diversos productos actuales.

2.4. Magallanes como productor de energía renovable

En los últimos años, Chile ha priorizado el cambio hacia fuentes de energía renovable y verde en diferentes partes de su territorio. En la región de Magallanes y de la Antártica Chilena, se encuentran dos fuentes prácticamente inagotables de energía: el agua y el viento. Aunque el agua es susceptible a agotamiento e ineficiencias, el viento ha generado un gran interés debido a su densidad, velocidad y, sobre todo, su constancia, condiciones que se espera se mantengan en el futuro. Así, la región ha comenzado su transición hacia las energías renovables, con un enfoque principal en la energía eólica.

En el contexto de las investigaciones sobre hidrógeno verde, se ha considerado la posibilidad de utilizar energía eólica para la electrólisis, el proceso de separación del agua en hidrógeno y oxígeno. Esto ha atraído la atención de empresas y proyectos interesados en una fuente de energía constante y eficiente para la producción continua de hidrógeno. En respuesta, se han

¹⁰ Plaza, D. (Actualizado 2024). Qué es la electrólisis y para qué se utiliza. Motor.es. Recuperado de <https://www.motor.es/que-es/electrolisis>

firmado convenios y se ha promovido la creación de una comunidad de hidrógeno (H₂) en Magallanes para apoyar el desarrollo y la continuidad de esta nueva industria.

Según le comento Mauricio Henríquez, gerente de Asuntos Corporativos de WPD Chile a AgendaMarítima: *“La Región de Magallanes se está posicionando como un polo de producción en Chile para la futura industria de hidrógeno verde debido a sus abundantes recursos naturales, específicamente su excelente calidad de viento. Es precisamente esa gran presencia de energía eólica que existe en la región lo que la hace muy atractiva para nuestros futuros planes relacionados con hidrógeno verde”*¹¹. (Henríquez, 2024) da a entender la importancia que va a tener la región de Magallanes para la industria del hidrogeno verde a nivel mundial, lo que se estima que la convertirá en una de las capitales mundiales de la producción de este elemento y un principal impulsor hacia este camino de sostenibilidad.

3. Contexto de la Empresa

3.1. Historia y Evolución de la Empresa

HNH Energy es el nombre del proyecto fundado en el año 2021 por Copenhagen Infrastructure Partners, AustriaEnergy y Ökowind. Este proyecto contempla un plan para la producción de hidrógeno verde en la región de Magallanes y de la Antártica Chilena. El proyecto abarca cuatro ubicaciones: Las Condes en Santiago de Chile y Punta Arenas, que funcionan como sedes administrativas; y Laguna Blanca y San Gregorio, que son los centros de operaciones y producción, siendo San Gregorio el más importante. Este último cuenta con una superficie de 17,190 hectáreas de tierra y 57 hectáreas de concesión marítima.

Actualmente, el proyecto ha publicado el estudio de impacto ambiental requerido por el Ministerio del Medio Ambiente, el cual evaluará el impacto ecológico del proyecto en la zona. Este estudio será revisado por el ministerio para iniciar la fase de construcción de las instalaciones.

¹¹ Pino, M. (2024). Magallanes se está posicionando como polo de producción para la industria de hidrógeno verde. Agenda Marítima. Recuperado de <https://www.agendamaritima.cl/energia-eolica-hidrogeno-verde-inversion/magallanes-se-esta-posicionando-como-polo-de-produccion-para-la-industria-de-hidrogeno-verde/1745316>

El proyecto está programado para un período de 58 años, con los primeros 6 años dedicados a la construcción de la planta de procesos, el parque eólico, el puerto, el campamento de trabajadores, así como la infraestructura necesaria como caminos, tuberías y estructuras temporales. Una vez completada la construcción, se iniciará la fase de operaciones, que tendrá una duración de 50 años. Durante esta fase, se estima una producción anual de hasta 1.5 millones de toneladas de amoníaco verde.

3.2. Actividades y Sector Económico

HNH Energy es un proyecto desarrollado principalmente por la empresa CIP, cuya actividad principal se centra en la producción y comercialización de energías renovables, invirtiendo en proyectos a nivel global dentro de esta área. HNH Energy se especializa en la producción y venta de amoníaco verde, el cual se utiliza como fuente energética para diversas industrias, como la química y la eléctrica. Además, también produce energía eólica e hidrógeno para fines propios de su operación.

El proyecto pertenece al sector primario, ya que su actividad se enfoca en la producción de materia prima derivada de recursos naturales para abastecer otros sectores. A diferencia de otros proyectos energéticos que generan electricidad, el objetivo de HNH Energy es suministrar elementos energéticos esenciales, como el amoníaco, para impulsar el desarrollo de otras industrias. Por ejemplo, el amoníaco verde producido se comercializa con empresas del sector secundario, tanto en Chile como en mercados internacionales.

4. Contexto Regional

4.1. Características Demográficas y Socioeconómicas

La Región de Magallanes y de la Antártica Chilena, la XII región administrativa de Chile, es la más extensa en términos de superficie. Está compuesta por cuatro provincias: Antártica Chilena, Magallanes, Tierra del Fuego y Última Esperanza, y abarca 11 comunas distribuidas a lo largo de su territorio. La capital regional es la comuna de Punta Arenas, que concentra la

mayor parte de la población, con un estimado de 131,529 habitantes según el censo de 2017. En total, la región de Magallanes contaba con 166,533 habitantes en el mismo censo.

Es peculiar que, de las 11 comunas de la región, solo Punta Arenas sea considerada urbana, lo que resulta en que cerca del 79% de la población regional se encuentre en esta ciudad. El otro 21% de los habitantes se distribuye a lo largo del 86% del territorio regional, fuera de Punta Arenas. El segundo centro poblacional más grande de la región es la localidad rural de Natales, que representa el 13% de la población regional.

Según un estudio de la ODEPA, las comunas rurales de la región enfrentan los mayores desafíos socioeconómicos, con brechas significativas en educación, servicios básicos, y acceso a telefonía e internet, debido a los evidentes problemas logísticos que implica la ruralidad. En contraste, Punta Arenas, siendo la única comuna urbana de la región, presenta una ocupación del mercado laboral del 65,5% en personas mayores de 15 años, un 3,0% de desocupación y un 31,5% de inactividad. En las áreas rurales, la ocupación es del 74,6%, la desocupación del 2,8% y la inactividad del 23,0%. En conjunto, la región de Magallanes y de la Antártica Chilena tiene una ocupación laboral del 60,7%, una desocupación del 2,8% y un 29,7% de inactividad.

En cuanto a los índices de pobreza, en la comuna de Punta Arenas, el porcentaje de pobreza por ingresos es del 4,4%, mientras que la pobreza multidimensional es del 7,6%. A nivel regional, la pobreza por ingresos es del 2,1% y la pobreza multidimensional es del 10,8%.

Estos datos son muy relevantes, ya que tanto la ciudad de Punta Arenas como la región en su conjunto están muy por debajo del promedio nacional en cuanto a pobreza, lo que demuestra una situación socioeconómica favorable. Esto hace que vivir en la región sea atractivo y se espera un aumento poblacional y una consecuente evolución socioeconómica con la llegada de nuevas industrias y la expansión económica en la región.

4.2. Infraestructura y Recursos

Actualmente, aunque la región cuenta con vías y puertos de conexión en su territorio, estos no son adecuados para la llegada de la futura industria del hidrógeno verde, la cual requiere infraestructura con ciertas características debido a la alta afluencia de maquinaria y el

transporte de componentes esperados. Como se mencionó anteriormente, la región tiene una ventaja competitiva significativa frente a otros países como Estados Unidos, China e India, ya que posee un recurso eólico considerado de los mejores del mundo, además de una extensa superficie territorial que permite el desarrollo de proyectos de gran envergadura y la existencia de una industria petroquímica previa, que sentó las bases de una infraestructura mínima necesaria para este tipo de operaciones.

Sin embargo, la falta de infraestructura adecuada representa un desafío para esta industria. A pesar de su vasto territorio, la mayor parte de la región está deshabitada y carece de conectividad con las urbes cercanas, como Punta Arenas y Puerto Natales. Tampoco cuenta con puertos que faciliten la carga y descarga de grandes volúmenes de contenedores y equipos industriales. El puerto más cercano con estas capacidades se encuentra en San Antonio, a más de 3.000 kilómetros de distancia. Respecto a la infraestructura vial, la única carretera con dos calzadas de doble pista es la Ruta 9 Norte, en el tramo de Tres Puentes en Punta Arenas hasta el Aeropuerto Internacional Carlos Ibáñez del Campo, también conocida como Ruta 252-CH. Más allá de este punto, las carreteras son de una sola calzada y doble sentido, lo que complica el transporte de materiales y maquinaria pesada. Por ejemplo, mover aerogeneradores desde el principal puerto comercial e industrial de Punta Arenas hasta los actuales campos eólicos es una operación sumamente compleja debido a la falta de infraestructura vial adecuada.

4.3. Políticas y Regulaciones Locales

En términos políticos y de regulación local, Chile, al no ser un país federado, presenta una estructura centralizada en la que todo el territorio está sujeto a las mismas políticas, leyes y normativas. Sin embargo, existen excepciones en ciertas regiones específicas, como Arica y Parinacota, Tarapacá, la Isla de Pascua, Aysén, Magallanes y la Antártica Chilena. Estas áreas gozan de regulaciones diferenciadas principalmente con un enfoque económico, es decir, leyes orientadas a fomentar el desarrollo de las actividades industriales en dichas zonas, con la excepción de Isla de Pascua y el territorio antártico, donde también existen normativas sociales y de seguridad especiales debido a factores como la desconexión con el territorio continental.

En el caso del resto de las regiones mencionadas, las políticas diferenciadas responden a su lejanía del centro del país. Esta distancia dificulta el fomento económico, ya que las empresas tienden a concentrarse cerca de la capital, Santiago, en busca de estabilidad y eficiencia operativa. Como resultado, las regiones extremas suelen recibir menor atención económica. Para revertir esta situación, se han implementado leyes y regulaciones destinadas a atraer inversión y generar mayor interés económico en estas zonas.

En el caso de la región de Magallanes, existen varias de estas excepciones, donde una de las políticas más relevantes es la creación de la Zona Franca. Este régimen comercial permite la venta de productos libres de impuestos gracias a acuerdos arancelarios específicos, convirtiéndose en un importante polo económico. Además, la región cuenta con regímenes preferenciales en materia tributaria y aduanera, así como incentivos fiscales y exenciones del IVA para estimular la instalación de empresas y el desarrollo económico.

Las políticas y leyes excepcionales de la región, centradas en el fomento económico, incluyen:

- Artículo 13 DL 889
- Ley 19.853 Bonificación M.O.
- DFL 341, de 1977, Zona Franca
- DFL 15, de 1981, M. Hacienda
- Ley 18.392 Ley Navarino
- Ley 19.149 Ley Tierra del Fuego
- Ley 19.606 Ley Austral

Además de estas leyes, para el propósito de este estudio se considera que el gas natural cuenta con un subsidio estatal, destinado a mitigar las alzas de precios derivadas de su producción en la región, lo que lo hace más accesible para la población.

5. Metodología de la Investigación

5.1. Subíndice de objetivos específicos

Para facilitar la redacción y comprensión del documento, se presentará un índice de los objetivos específicos, los cuales serán desglosados y detallados en cada sección de este capítulo. Cabe señalar que cada número corresponderá al objetivo mencionado a continuación:

Obj. 1. Medir el impacto en la economía regional a través del gasto incurrido y el recurso monetario inyectado directamente e indirectamente por el proyecto

Obj. 2. Analizar el impacto en empleos nuevos tanto directos como indirectos

Obj. 3. Calcular y pronosticar la creación de nuevos emprendimientos derivados directa e indirectamente de la inversión

Obj. 4. Evaluar si existe la posibilidad de negocio o no para HNH Energy de crear un mercado de hidrógeno verde para la región

Obj. 5. Analizar la disponibilidad de un combustible limpio para la descarbonización de la matriz

5.2. Diseño de la Investigación

Se diseñarán cinco investigaciones alineadas con los objetivos específicos, los cuales están orientados a medir diversas áreas vinculadas al objetivo general: el impacto económico y el análisis comercial y técnico sobre la viabilidad de un mercado local de hidrógeno verde o amoníaco en la región de Magallanes. El propósito es reunir la mayor cantidad de información posible para determinar, de manera más precisa, el impacto de la inversión del proyecto y las necesidades que este busca resolver. Los diseños de investigación serán los siguientes:

Obj. 1. Para este objetivo, se elaborarán dos listas:

Gastos directos: Se detallarán los costos que HNH Energy asume durante las fases de construcción y operación del proyecto. Estos se dividen en las siguientes categorías:

- **Materias primas:** Costos relacionados con la adquisición de los materiales necesarios para la construcción y operación.
- **Transporte de personal:** Gastos derivados del traslado de personal desde Punta Arenas hasta el campamento en el sitio del proyecto.
- **Sueldos:** Remuneraciones de los empleados contratados para las fases de construcción y operación.

Gastos indirectos: Aunque no están directamente vinculados a la operación del proyecto, estos gastos impactan indirectamente en la economía regional. No están formalmente contabilizados en el proyecto, pero se generan a partir de las actividades relacionadas con él, inyectando recursos adicionales en la región. Algunos ejemplos incluyen:

1. **Consumo de visitantes relacionados con el proyecto:** Gastos realizados por personas que visitan la región para actividades asociadas al proyecto (representantes legales, proveedores, fiscalizadores, clientes off-take, autoridades nacionales, medios, consultores, especialistas, etc.). Se estimará su consumo promedio en la región (principalmente en Punta Arenas) durante una estancia de dos días, incluyendo:
 - Alojamiento en hoteles.
 - Alimentación en restaurantes y locales de la ciudad.
 - Transporte desde el aeropuerto hacia la ciudad y el predio del proyecto.
2. **Gastos indirectos del proyecto:** Gastos vinculados a actividades no directamente relacionadas con la operación, como participación en ferias y congresos, auspicio de eventos regionales, actividades sociales o culturales en la región (fiestas, charlas, etc.).

3. **Servicios en el campamento:** Gastos destinados a empresas regionales encargadas de proveer servicios como alimentación, seguridad, baños, y otros necesarios para la operación diaria del campamento.

Obj. 2. La investigación de este objetivo se centra en realizar un análisis estadístico para estimar la cantidad de nuevos empleos, tanto directos como indirectos, generados por la puesta en marcha del proyecto de HNH Energy, tanto en las fases de construcción como de operación.

Obj. 3. Se estimará el surgimiento de nuevos emprendimientos como resultado de la implementación del proyecto. Estos podrían generarse tanto por las necesidades directas del proyecto como por el aumento previsto en la población y las demandas asociadas, derivadas de la inversión de HNH Energy.

Obj. 4. Se llevará a cabo una evaluación del proyecto para determinar si es rentable hacer un negocio de generación de energía eléctrica para la comuna de Punta Arenas a través de hidrógeno verde o amoníaco, el plan contempla costos de operación y implementación de equipamiento y tecnología para la producción de electricidad que con el combustible producido por HNH Energy con el fin de presentar la propuesta y demostrar los beneficios económicos que representa esta oportunidad.

Obj. 5. En primer lugar, se evaluará cuál fuente energética, hidrógeno verde o amoníaco, es más conveniente para su comercialización en la comuna de Punta Arenas, considerando tanto aspectos logísticos como de costos. La principal diferencia entre ambas es que el amoníaco puede licuarse, lo que facilita su almacenamiento y transporte. Sin embargo, su uso en equipos no especializados es peligroso debido a su toxicidad, lo que requiere un manejo cuidadoso. Además, la disponibilidad de empresas en la región que utilicen amoníaco como fuente energética es prácticamente inexistente.

Por otro lado, el hidrógeno verde es más viable para su uso, ya que en estado gaseoso puede emplearse en generadores de gas, como los utilizados por la empresa Edelmag, entre otras. No obstante, presenta desafíos logísticos relacionados con su almacenamiento y distribución, además de la necesidad de adaptar las cañerías de gas de las empresas generadoras de electricidad, que están diseñadas para gas natural.

Esta investigación analizará la capacidad productiva de la planta de HNH Energy y la capacidad logística de las empresas potenciales clientes de la fuente energética producida por el proyecto. Posteriormente, se determinarán las limitaciones técnicas relacionadas con la distribución del producto y, finalmente, se explorarán las diferentes alternativas de comercialización, ya sea directamente a través de HNH Energy o mediante una empresa intermediaria.

5.3. Técnicas de Recolección de Datos

Las formas de recolección de datos varían según las necesidades de cada investigación, diseñadas para cumplir con los distintos objetivos. La naturaleza de los datos cambia según el tipo de análisis y la metodología a emplear. Algunos datos son más fáciles de recopilar que otros, dependiendo de su fuente, ya sea bibliográfica oficial o información perteneciente a empresas privadas, la cual resulta fundamental para la investigación. A continuación, se detalla el proceso de recolección por cada objetivo.

Obj. 1. Para este objetivo, los datos se dividirán en dos grandes categorías: gastos directos e indirectos. En el caso de los gastos directos, se recopilarán a partir de los estados financieros y la información interna de la empresa, que detallan los costos asociados a los procesos de construcción y operación con impacto directo en la economía regional.

En cuanto a los gastos indirectos, se obtendrá información de empresas de servicios que puedan cubrir las necesidades previamente identificadas. Con base en estos datos, se formularán estimaciones de consumo, considerando tarifas promedio de alojamiento en la ciudad, duración de las estadías, y costos de alimentación y transporte. También se evaluarán posibles patrocinios en los que el proyecto podría participar, como las Jornadas del Niño

Impedido de Magallanes, el Carnaval de Invierno de Punta Arenas, el Festival Folclórico de la Patagonia y eventos en comunas cercanas, como San Gregorio y Laguna Blanca.

Adicionalmente, se incluirán los gastos derivados de la participación en ferias y congresos organizados por otras entidades, como ferias científicas escolares y eventos en la Universidad de Magallanes.

Para los servicios del campamento del proyecto, se estimará el consumo promedio por persona en términos de alimentación, sanidad, agua potable y gas. No se incluirán los costos de luz y agua para baños, ya que serán cubiertos por la planta desaladora de agua y el parque eólico del proyecto. Estos datos se prorratearán para obtener el costo unitario, permitiendo calcular el gasto total en función del número de empleados previstos para el proyecto.

Finalmente, las remuneraciones de los empleados se estimarán con base en los promedios proporcionados por indicadores socioeconómicos oficiales de la región, principalmente de la comuna de Punta Arenas, donde se concentra la mayor parte de las empresas industriales, reflejando valores más ajustados a la realidad del mercado energético.

Obj. 2. Para este objetivo, los datos sobre el empleo directo se obtendrán de la publicación oficial de HNH Energy, que incluye una estimación de los empleos previstos para las fases de construcción y operación. En cuanto a los empleos indirectos, se realizará una estimación basada en una tasa de ocurrencia, tomando como referencia el aumento de empleos generado por empresas similares, como ENAP.

Obj. 3. Para este objetivo, se tomará como referencia el historial de emprendimientos surgidos a partir de un hecho similar al previsto con HNH Energy. En este caso, se analizará la inversión realizada por Methanex en 1994. Se utilizará un plazo de 30 años como base, coincidiendo con el tiempo de funcionamiento de la planta de metanol de Methanex, y se evaluarán los posibles emprendimientos que podrían generarse tanto por las necesidades del proyecto durante su fase de construcción como a lo largo de su operación.

Obj. 4. Para los datos de la evaluación del proyecto, se llevará a cabo un estudio de mercado que mostrará la realidad del sector al que el proyecto desea ingresar. Esto incluirá un análisis de la dinámica de la demanda y la oferta, el alcance de la oferta y la cantidad disponible. Además, para el análisis de beneficios y costos, se utilizarán los datos internos del proyecto, que ya están estipulados y servirán como base para las herramientas de análisis que se presentarán a continuación. Además, la empresa hará uso de su red de contactos para obtener el valor de los equipos necesarios en la evaluación de los costos que supondrá el proyecto de generación.

Obj. 5. En este caso, los datos se recopilarán a partir de fuentes bibliográficas oficiales, tanto del propio proyecto como de otras empresas involucradas en la investigación. También se incluirán datos obtenidos de una investigación sobre posibles clientes y empresas intermediarias relevantes para este análisis.

5.4. Análisis de Datos

Al igual que ocurre con las técnicas de recolección de datos, el análisis de cada metodología varía según la naturaleza y las necesidades del estudio. El objetivo es encontrar el proceso más específico y realista posible, con un enfoque en ingeniería, estadística y econometría, adaptando el grado de dificultad a las exigencias del proyecto y del estudio diseñado. A continuación, se detallará la técnica de análisis que se utilizará para los objetivos.

Obj. 1. Para analizar los datos recopilados en este objetivo, se utilizará una matriz de Insumo-Producto (Input-Output). Este método modela el gasto de un sector específico, en este caso, las necesidades del proyecto, y muestra cómo afecta a otros sectores de la economía. La elección de este método se debe a su capacidad para identificar las interrelaciones entre diferentes sectores económicos, ya sean directas o indirectas. Por ejemplo, HNH Energy pertenece al sector industrial de energías, lo que puede relacionarse directamente con el mercado de distribución de energía eléctrica, pero también puede influir indirectamente en

sectores como el turismo o el transporte, que no están directamente vinculados a la operación del proyecto.

Además, este método calcula los impactos directos, indirectos e inducidos del gasto del proyecto, proporcionando una visión completa de sus efectos económicos, incluyendo tanto los gastos directos como los indirectos. Por lo tanto, la matriz de Insumo-Producto ofrece un desglose detallado de cómo están interrelacionados los sectores económicos, en particular el sector industrial energético al que pertenece HNH Energy, y otros sectores de la economía regional.

Obj. 2. Para la investigación de este objetivo, se analizarán los datos mediante una regresión de Poisson, ya que permite estimar la creación de nuevos empleos generados por un evento particular, en este caso, la puesta en marcha del proyecto. La ventaja de la regresión de Poisson es que no solo modela los empleos directos del proyecto, sino también los indirectos que se producirán en el mercado laboral de la región. Esto es especialmente relevante, dado que el área de influencia del proyecto se concentra principalmente en las provincias de Magallanes, Última Esperanza y Tierra del Fuego, a las que va dirigido este estudio.

Gracias a esta metodología, se podrá observar la estimación del impacto que la llegada de HNH Energy tendrá en la población y cómo esto reflejará el interés económico en la región, impulsado por la creación de nuevos empleos.

Obj. 3. Para este objetivo, se utilizará una regresión de series temporales como método de análisis, al igual que en el objetivo anterior. Esta vez, se tomará como base histórica la creación de nuevos emprendimientos que surgieron con la llegada de Methanex y su puesta en marcha en los años 90. Esta empresa generó múltiples oportunidades, ya sea por la necesidad de servicios relacionados o por el ingreso de nuevos recursos monetarios que ofrecía la industria.

En el caso de HNH Energy, se espera que ocurra un efecto similar, pero amplificado, ya que las condiciones actuales para generar nuevos emprendimientos son mucho más favorables y accesibles que en los años 90. La regresión de series temporales permitirá transformar este

fenómeno en una estacionalidad, replicando la situación con la llegada de HNH Energy. Al utilizar un periodo de aproximadamente 18 años, será posible determinar los nuevos proyectos que surgirán a raíz del inicio de las actividades de HNH Energy.

Obj. 4. Al tratarse de una evaluación de proyectos, el objetivo es determinar si la venta de hidrógeno verde en la comuna resulta rentable para la empresa. Para ello, se utilizarán dos herramientas principales: el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). El VAN indicará el retorno monetario que recibirán los inversores del proyecto, mientras que la TIR mostrará si el proyecto es rentable o no. Ambos cálculos se basarán en un flujo de caja que se elaborará con los valores obtenidos de los beneficios y costos del proyecto, así como la asignación del valor del hidrógeno verde, que será determinado por el director del proyecto de HNH Energy, con el fin de evaluar su competitividad frente al gas natural.

Obj. 5. En este caso, a diferencia de otras metodologías, el análisis será técnico pero sencillo, ya que se enfocará en determinar si es viable o no el cambio de la fuente energética de la matriz de la ciudad de Punta Arenas, así como en identificar los posibles escenarios de dicha transición. El análisis se mantendrá simple, pues el objetivo principal es evaluar la preparación de la comuna para este cambio, utilizando respuestas claras de "sí" o "no". A partir de esto, se explorarán distintas alternativas para modificar la matriz energética, y con fundamentos técnicos se evaluará la factibilidad de adaptar la ciudad del uso de gas fósil a hidrógeno verde o amoníaco. Además de usar como base el ejemplo a seguir de otras ciudades que actualmente están proyectando la transición de su matriz al hidrogeno verde, las cuales son un punto de referencia para este análisis.

5.5. Limitaciones del Estudio

Como en todo estudio e investigación, es importante considerar las limitaciones que podrían dificultar algunos aspectos de la metodología, dependiendo de los requerimientos del estudio. Estas limitaciones pueden incluir la disponibilidad de datos, el tipo de datos recolectados, la

forma de análisis, entre otros. A continuación, se mencionarán las limitaciones identificadas para cada objetivo.

Obj. 1. En el análisis Input-Output, la principal limitación es la disponibilidad de matrices que permitan evaluar las interrelaciones entre los diferentes sectores. Esto podría afectar la claridad sobre el impacto del gasto incurrido por el proyecto. Sin embargo, dado que los gastos indirectos impactan sectores muy específicos y ajenos a la operación directa del proyecto, se considera que esta limitación no tendrá un efecto significativo en los resultados finales.

Otra limitante relacionada con los gastos indirectos es la dificultad para obtener los valores correspondientes. Esto se debe a que provienen de sectores económicos distintos al del proyecto, lo que puede generar una falta de información sobre servicios de otros sectores o sobre servicios personalizados. Por lo tanto, la obtención de datos resulta complicada. Para este estudio, se considera que los valores obtenidos representan una base mínima o el impacto esperado más bajo. Sin embargo, un análisis más exhaustivo, con un mayor énfasis en la recopilación de cotizaciones, podría proporcionar resultados más completos.

Obj. 2. Al utilizar una regresión de Poisson, existe la posibilidad de que los datos de conteo presenten sobre dispersión, es decir, cuando la varianza es mayor que la media. Esto podría hacer que la regresión no refleje con fidelidad la realidad esperada para el estudio. Sin embargo, para contrarrestar esta limitación, se puede emplear una regresión binomial negativa, que toma en cuenta esta particularidad de los datos y ofrece resultados que buscan ajustarse a los de la regresión de Poisson.

Obj. 3. En primer lugar, la principal limitación es la diferencia de tiempo entre la base histórica y la temporalidad del estudio. Las posibilidades de generar nuevos emprendimientos en los años 90 en la región de Magallanes eran mucho más limitadas que en la actualidad, donde existen numerosos programas de financiamiento y mayor accesibilidad a productos bancarios como créditos, préstamos y herramientas de inversión. Por lo tanto, es de esperar

que en la actualidad la creación de emprendimientos sea de mayor volumen que durante la época de Methanex.

Además, la regresión no contempla cambios estructurales en el entorno, como crisis económicas o cambios regulatorios. Sin embargo, para mitigar estas limitaciones, se asumirá un supuesto de *ceteris paribus*, en el que estas irregularidades no estén presentes y, por lo tanto, no afecten al estudio, dado que actualmente no se prevé una crisis económica inminente ni cambios significativos en las regulaciones.

Obj. 4. La principal y casi única limitación radica en la escasez del mercado oferente, ya que actualmente solo existe un número muy reducido de empresas. Esto podría afectar la disponibilidad de datos de manera desfavorable. Sin embargo, al tratarse de un elemento inelástico, se espera que el comportamiento del mercado sea similar tanto para el gas como para el hidrógeno verde. Además, la falta de infraestructura en la ciudad implica que se deberán utilizar supuestos relacionados con la inversión por parte de la comuna para recibir el hidrógeno como fuente energética.

Obj. 5. Al igual que en los otros objetivos, la principal limitación es la disponibilidad de datos. Sin embargo, en este caso la causa difiere, ya que se busca proyectar un escenario que aún no se ha investigado formalmente en la región, lo que implica una carencia de estudios específicos al respecto. No obstante, existen iniciativas privadas que, de manera independiente, proporcionan información relevante para construir este análisis, como empresas que comercializan generadores basados en hidrógeno verde o amoníaco, o compañías que adaptan las tuberías de gas para el uso de hidrógeno. Por lo tanto, la disponibilidad de datos dependerá en gran medida de la posibilidad de acceder a la información proporcionada por estas iniciativas.

6. Análisis del Impacto Económico

6.2. Impacto en el empleo

Con la llegada de una nueva industria y varios proyectos de gran envergadura a la región, se espera un impacto significativo en el mercado laboral, dado que las necesidades de la industria así lo requieren. Este fenómeno ya se ha observado con la llegada de nuevas industrias, como ENAP y Methanex, que se han mencionado anteriormente. Además, el sector turístico ha crecido con la creación de hoteles, hostales y restaurantes, lo que ha propiciado un auge en las constructoras y en otras áreas.

Cada una de estas facetas ha generado una ola de nuevos empleos, aumentando la capacidad productiva de la economía regional. Esto se traduce en más empresas, mayores salarios y un incremento en el flujo de dinero en la economía. Se anticipa que, con la llegada de la industria del hidrógeno verde, se producirá un efecto similar. Por lo tanto, en este capítulo se analizará el impacto económico, estimando cuántos nuevos empleos se generarán, tanto de forma directa como indirecta.

6.2.1. Creación de Empleo Directo e Indirecto

En cuanto a los empleos directos, HNH Energy ha determinado los puestos que ofrecerá en las diferentes fases de su proyecto. Estos empleos influirán en el mercado laboral y permitirán evaluar el impacto en comparación con la tendencia observada en los últimos 18 años. Esto también resalta la capacidad de la empresa para aportar recursos a la región a través de remuneraciones. Se establece un sueldo base de \$1.271.210 para cada trabajador, cifra que corresponde al promedio de la renta reportada al SII en 2022 en los sectores de Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado, así como en la explotación de minas y canteras. Estos son los sectores donde el proyecto de HNH Energy tendrá mayor participación, por lo que esta remuneración se alinea con lo que se espera en estas actividades. Más adelante en este trabajo se ofrecerán más detalles sobre este aspecto.

Para analizar el impacto que generará HNH Energy en términos de empleo, se llevarán a cabo dos regresiones Poisson: una antes de la puesta en marcha del proyecto y otra después, utilizando los empleos que la empresa planea crear. La diferencia en el crecimiento será el

resultado final. Para este análisis se consideran dos fuentes de información. La primera son los empleos que HNH Energy ya ha definido como definitivos en sus diferentes fases, que se distribuyen de la siguiente manera:

Empleos directos:

-Promedio de 2.446, con un máximo de 3.998 en la fase de construcción.

-Promedio de 1.472, con un máximo de 1.777 en la fase de operación.

La segunda fuente corresponde al número de trabajadores informados, ya sean dependientes y honorarios, que el SII ha registrado desde 2005 hasta 2022 en la región de Magallanes. Esta información marcará una tendencia clara de crecimiento en ese período, lo suficientemente sólida como para estimar nuevos empleos para el año 2035, que es el momento clave en el que el proyecto de HNH Energy comenzará a operar. Este año será el punto de referencia para este estudio. El detalle de esta información se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 1: Número de trabajadores informados en SII por año

Año Comercial	Número de trabajadores dependientes informados	Renta neta informada en UF	Número de trabajadores a honorarios informados	Honorarios pagados informados en UF	Total del número de trabajadores informados	Variación con respecto al año anterior de trabajadores
2005	52,491	3,869,693	20,084	822,422	72,575	0
2006	53,603	4,052,387	21,130	922,137	74,733	2,158
2007	57,259	4,356,709	21,127	990,503	78,386	3,653
2008	59,406	4,498,858	21,728	1,028,450	81,134	2,748
2009	60,169	4,906,866	22,665	1,143,963	82,834	1,700
2010	61,015	5,424,523	23,427	1,200,555	84,442	1,608
2011	65,470	6,048,934	23,986	1,220,819	89,456	5,014
2012	68,797	6,664,154	24,562	1,370,227	93,359	3,903
2013	67,632	7,142,368	25,103	1,501,376	92,735	-624
2014	66,153	7,353,608	24,727	1,543,495	90,880	-1,855
2015	65,593	7,640,834	24,161	1,516,883	89,754	-1,126
2016	68,876	8,246,317	27,628	1,721,503	96,504	6,750
2017	73,137	8,779,906	28,679	1,875,038	101,816	5,312
2018	75,705	9,543,550	28,687	1,854,424	104,392	2,576
2019	76,177	10,102,779	29,503	1,999,350	105,680	1,288
2020	69,141	9,298,630	25,545	1,972,269	94,686	-10,994
2021	74,263	10,021,101	27,396	2,337,660	101,659	6,973
2022	78,955	10,895,982	29,223	2,569,122	108,178	6,519

Fuente: SII

Para partir, hay que empezar analizando la tendencia histórica representada en esta tabla, la cual denota cierta linealidad en aumento, exceptuando caso muy puntuales, siendo el que más destaca lo sucedido el año 2020 el cual hubo una disminución de 10.994 empleos, este dato claramente se escapa de la tendencia y se considera atípico, la explicación, el 2020 fue el inicio de la pandemia del COVID-19 y las restricciones impuestas por los gobiernos del mundo, lo que redujo de manera muy significativa la economía no solo en Chile, sino que a nivel mundial también, lo que explica el drástico descenso en empleos. Por lo mismo, este dato no es representativo de la tendencia histórica de la región y porque no se considera que de aquí a 30 años más vuelva a ocurrir una pandemia de tal magnitud es que ese dato no se va a considerar en el estudio de la regresión

Para el análisis de la regresión Poisson, se estableció como variable dependiente el "Total del número de trabajadores informados" y como variable independiente el "Año Comercial". Para proyectar los valores correspondientes al año comercial 2023 en adelante, se utiliza la siguiente fórmula de regresión: " $\log \lambda = \beta_0 + \beta_1 * x_1 + \beta_2 * x_2 \dots + \beta_n * x_n$ ". En esta fórmula, lambda (λ) representa el siguiente valor en la tendencia de la variable dependiente, mientras que las betas (β) son los coeficientes de cambio en las variables. Las (x) representan las variables independientes que influyen en el estudio.

Una vez determinados los perímetros de estudio, la tabla se procesa mediante un programa de análisis estadístico; en este caso, se utilizó el software STATA, que ofrece una amplia gama de posibilidades para pruebas, diagnósticos, etc. Se aplicó la regresión de conteo Poisson para predecir los empleos futuros, basándose en la tendencia observada en la tabla. Los resultados son los siguientes:

Iteration 0: log likelihood = -1409.9694

Iteration 1: log likelihood = -1409.9694

Poisson regression Number of obs = 18
 LR chi2(1) = 18935.68
 Prob > chi2 = 0.0000
Log likelihood = -1409.9694 Pseudo R2 = 0.8704

empleos	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
año	0.0207272	0.0001509	137.37	0.000	[0.0204315 0.0210229]
_cons	11.2191	0.0017062	6575.45	0.000	[11.21576 11.22245]

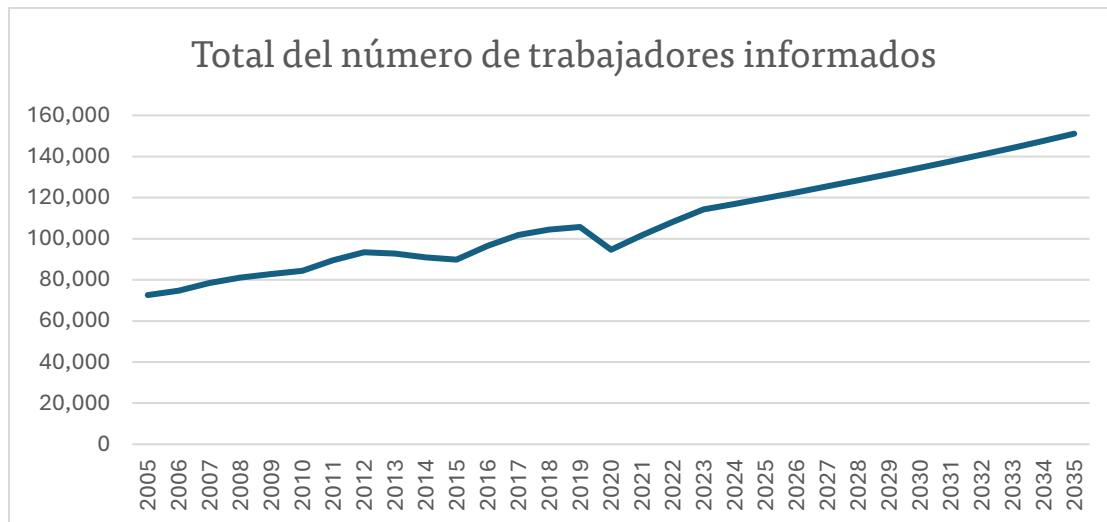
Fuente: STATA

Con esta información, STATA indica que, para el período comprendido entre 2005 y 2022, el coeficiente de la constante (β_0) es de 11,2191, y el coeficiente de la variable "año" (β_1) es de 0,0207272. En ambos casos, el valor de $P > |z|$ es menor a 0,05, lo que sugiere una relevancia estadística significativa y, por lo tanto, influye en la predicción de los datos. Con esta información, es posible prever el nivel de empleos hasta el año 2035, lo cual se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 2: Proyección de creación de nuevos empleos en la región

Año Comercial	Total del número de trabajadores informados	Variación con respecto al año anterior de trabajadores
2005	72,575	0
2006	74,733	2,158
2007	78,386	3,653
2008	81,134	2,748
2009	82,834	1,700
2010	84,442	1,608
2011	89,456	5,014
2012	93,359	3,903
2013	92,735	-624
2014	90,880	-1,855
2015	89,754	-1,126
2016	96,504	6,750
2017	101,816	5,312
2018	104,392	2,576
2019	105,680	1,288
2020	94,686	-10,994
2021	101,659	6,973
2022	108,178	6,519
2023	114,242	6,064
2024	116,934	2,693
2025	119,691	2,756
2026	122,512	2,821
2027	125,400	2,888
2028	128,356	2,956
2029	131,381	3,026
2030	134,478	3,097
2031	137,648	3,170
2032	140,892	3,245
2033	144,213	3,321
2034	147,613	3,399
2035	151,092	3,479

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

El análisis consiste en aplicar la cantidad de empleos que HNH Energy planea generar a una regresión estadística, con el fin de determinar en qué medida esta cifra podría marcar una diferencia en la estructura laboral regional. Este ejercicio busca cuantificar esa diferencia y evaluar si será lo suficientemente relevante como para impactar significativamente en el mercado laboral de la región.

Según el análisis de la tabla, la regresión proyecta que, en 2026, año de inicio de la fase de construcción del proyecto, se crearán alrededor de 2,821 empleos adicionales, al comparar con el año siguiente, 2027. En cuanto al impacto específico de HNH Energy, se prevé que para esa fase del proyecto se generarán 2,446 empleos, representando aproximadamente el 2% del total de empleos proyectados para dicho año según el modelo de Poisson. Aunque este porcentaje puede parecer bajo, la cantidad resulta significativa en el contexto regional, ya que representa casi la totalidad de los empleos que se estima crear en ese período.

En la fase de operación, que comenzará en 2032, se tomará el año 2035 como referencia para el análisis, dado que será el primer año en que el proyecto estará plenamente establecido y contribuyendo de manera sostenida a la economía regional. Para 2035, el modelo de Poisson proyecta la creación de 3,479 nuevos empleos, mientras que HNH Energy generará en promedio 1,472 empleos durante los siguientes 50 años de operación, representando aproximadamente el 1% del total de contrataciones previstas. Aunque el impacto en esta fase es menor que en la fase de construcción, se trata de una contribución más constante y

perdurable en el tiempo, lo cual permitirá un efecto sostenido en el mercado laboral regional. Aunque el número de empleos de HNH Energy representa menos de la mitad de los empleos pronosticados por Poisson, sigue siendo significativo, ya que constituirá una de las mayores aportaciones estimadas en la región.

Ahora bien, los datos entregados por HNH Energy se tienen que contrastar con la curva de variación de empleabilidad de la región y como este va a impactar el flujo de empleos, por lo que a través del gráfico 2 (Anexo 4), que es el dato por mes de contrataciones estimadas durante la fase de construcción del proyecto y el supuesto de contratación de la fase de operación, se suman como factor único de contratación al último año de proyección de Poisson antes del inicio de actividades de la empresa, es decir desde el año 2026, de ahí en más se suman los valores de la contratación de HNH Energy hasta el año 2035 y después se vuelven a calcular los coeficientes de una nueva regresión Poisson, que ahora muestra cómo sería el impacto únicamente del proyecto en contrataciones con la realidad estimada de la región, resultando en lo siguiente: **Fuente STATA**

Iteration 0: log likelihood = -1409.9694

Iteration 1: log likelihood = -1409.9694

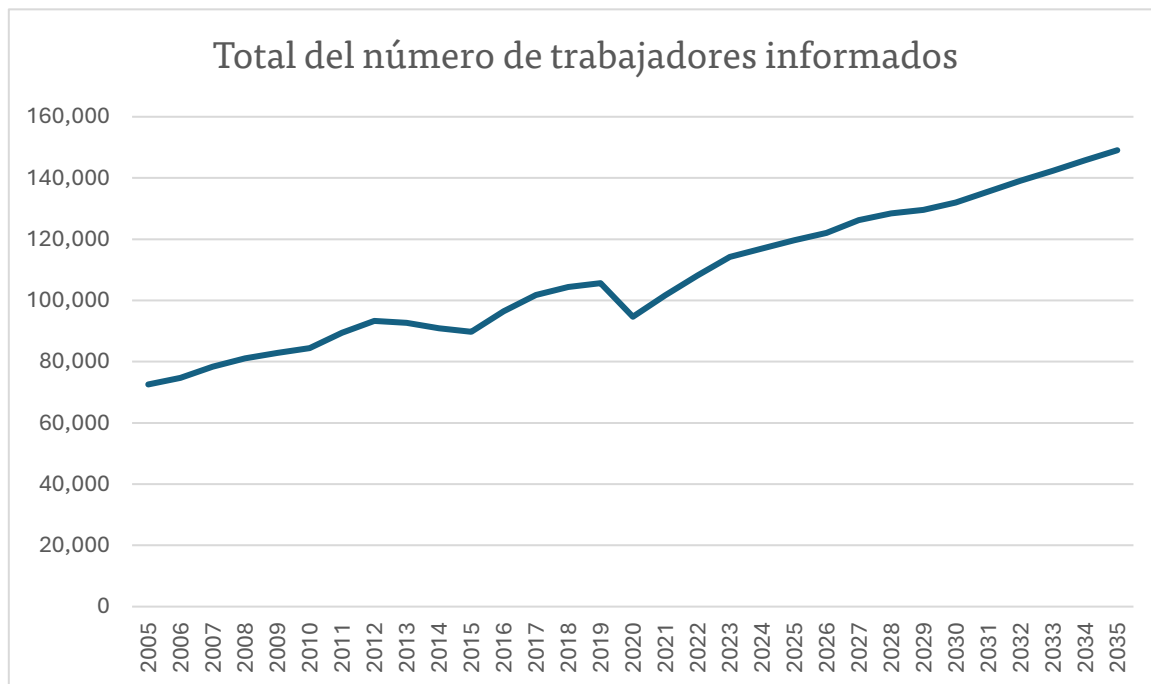
Poisson regression Number of obs = 18
 LR chi2(1) = 18935.68
 Prob > chi2 = 0.0000
Log likelihood = -1409.9694 Pseudo R2 = 0.8704

empleos	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
año	.0230022	.0003639	63.21	0.000	[.022289	.0237155]
_cons	11.2191	0.0017062	6575.45	0.000	[11.21576	11.22245]
hnh	7.83e-06	1.16e-06	6.75	0.000	[5.56e-06	.0000101]

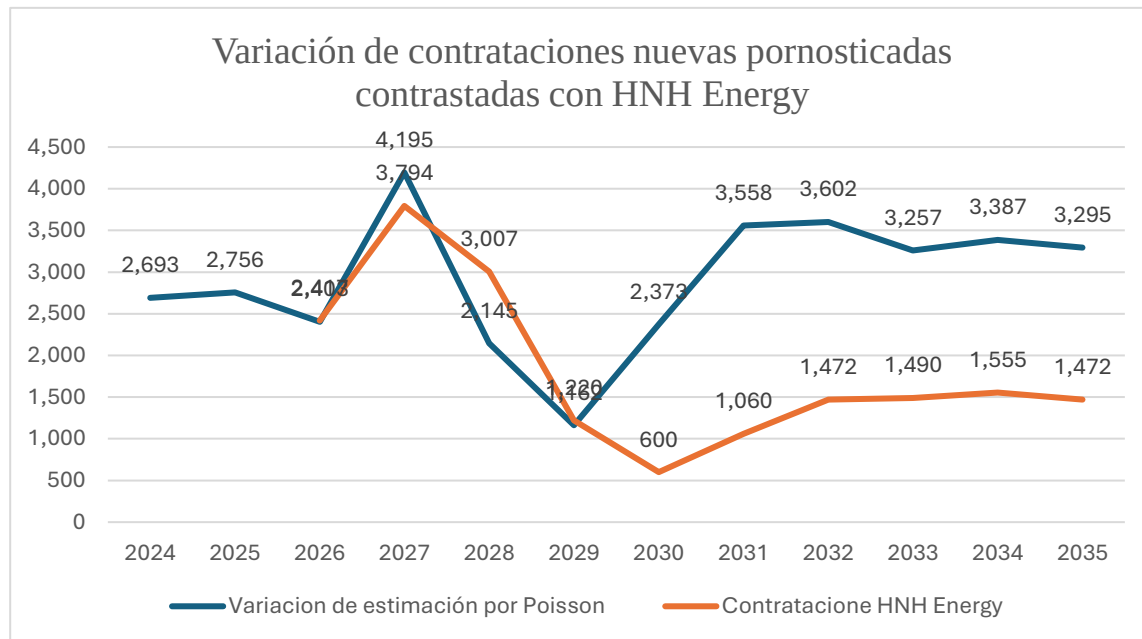
Tabla 3: Pronostico con variación e impacto producido por HNH Energy

Año Comercial	Total del número de trabajadores informados	Variación con respecto al año anterior de trabajadores	Curva de contratación de HNH Energy
2026	122,094	2,403	2,417
2027	126,289	4,195	3,794
2028	128,434	2,145	3,007
2029	129,596	1,162	1,220
2030	131,969	2,373	600
2031	135,527	3,558	1,060
2032	139,129	3,602	1,472
2033	142,387	3,257	1,490
2034	145,774	3,387	1,555
2035	149,069	3,295	1,472

Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia



Fuente: Elaboración propia

En el segundo gráfico se observa que, una vez que comienza la fase de construcción, las contrataciones de HNH Energy impactan de inmediato en la variación de empleos proyectada en la regresión de empleos regional. En promedio, se estima un aumento de entre 2,500 y 3,000 empleos nuevos cada año. Para el año 2027, el proyecto planea contratar a 3,794 empleados, con un volumen total de 4,195 contrataciones proyectadas, lo que hace que la línea naranja afecte la tendencia de la línea azul.

A medida que finaliza la primera fase del proyecto, los empleos proporcionados por HNH Energy comenzarán a reducirse, lo que también afectará la tendencia regional. Esto se debe a que no todos los empleados despedidos de HNH Energy podrán encontrar trabajo de inmediato en la región, y algunos podrían buscar empleo fuera de Magallanes. Así, a medida que la línea naranja disminuye, la línea azul también lo hará.

Para el año 2031, se espera el inicio de la fase de operación, lo cual elevará nuevamente el nivel de contratación de HNH Energy, aunque a un nivel más moderado, manteniendo su influencia en la tendencia regional. Además, considerando los empleos indirectos que esta fase generará, la tendencia regional mostrará un aumento más significativo que la línea

nararanja, reflejando la continuidad de la proyección de empleos regional basada en el modelo de regresión de Poisson.

6.3. Impacto en la Economía Local

6.3.1. Inversión y Gasto Local

Según el estudio de impacto ambiental publicado en julio de 2024, HNH Energy planea invertir USD 11,000 millones para todas las fases del proyecto. Este monto contempla tanto el impacto directo como el indirecto en la economía regional, especialmente desde dos perspectivas: el gasto directo y el indirecto.

Dentro del gasto directo, se incluyen tres áreas: la compra de materia prima para las fases de construcción y operación, el transporte del personal entre la ciudad y el sitio de producción, y las remuneraciones, cuya descripción detallada se presentará más adelante en este informe.

En cuanto al gasto indirecto, se consideran tres actividades principales: en primer lugar, el financiamiento de charlas, congresos, ferias y otras actividades externas al proyecto; en segundo lugar, el consumo asociado a las visitas al proyecto, incluyendo proveedores, clientes off-take, inspectores, auditores, asesores, consultores, especialistas, fiscalizadores, autoridades nacionales y medios de comunicación; y, finalmente, los gastos del campamento ubicado en el sitio, destinado a hospedar a los trabajadores que operarán en la planta.

En primer lugar, está el gasto en activos e insumos para iniciar las fases de construcción que HNH Energy planea para la construcción, la cual se distribuye en 3 grandes secciones: Asfalto, Camino y Preparación de terreno. Este punto es el más fácil de analizar ya que corresponde a un gasto directo que HNH Energy ya cotizó y asumió que haría en la región por lo que el resultado sería la suma de lo que se espera gastar por sección, desglosado en la siguiente lista:

- Asfalto: \$5.865.960.000 CLP
- Camino: \$113.995.156.000 CLP
- Preparación de terreno: \$92.486.636.000 CLP

A fin de cuentas, el monto final para activos e insumo para la primera fase es de **\$212,347,752,000**

En cuanto al transporte del personal, dado que la cantidad de trabajadores es considerable, se estima realizar viajes diarios con vehículos de gran capacidad, como buses con un promedio de 46 asientos, que es el tamaño de los buses que prestan este servicio en la región. Para calcular el valor del pasaje, se utilizó el tramo correspondiente entre la ciudad de Punta Arenas y la comuna de Puerto Natales, que se encuentra a 235 km de distancia. Las dos principales empresas encargadas de este trayecto son Bus-Sur y Buses Fernández, ya que son las únicas que publican los precios de los pasajes. Aunque se contactó a otras empresas que prestan servicios especiales a empresas, no respondieron al llamado para este estudio, por lo que solo se utilizaron los datos disponibles. Ambas empresas cobran \$8.000 por pasaje por persona para el tramo Punta Arenas - Puerto Natales.

Para determinar el costo del tramo hasta el sector de HNH Energy, se calcula el valor proporcional a la distancia de 143 km, que es la distancia hasta el campamento 3000. Por lo tanto, el valor del pasaje por persona sería aproximadamente \$4.868. Si se considera que la capacidad máxima del bus es de 46 personas, el costo total por tramo sería de \$223.932. Como se estableció, los traslados serán diarios, por lo que, además de transportar a 46 personas desde la ciudad o el aeropuerto hacia el predio, también se transportarán 46 personas desde el sector del proyecto hacia la ciudad. El costo diario de ambos traslados sería de \$447.864.

En promedio, se estima que el servicio será requerido durante 25 días hábiles al mes, lo que implica un costo mensual de \$11.196.596 para el transporte de los trabajadores.

Adicionalmente, se estima un servicio aparte para los supervisores y personal administrativo que trabajarán en el predio. A diferencia del servicio anterior, la cantidad de personas a transportar es mucho menor, ya que se considerarán viajes de máximo 7 u 8 personas por tramo. En este caso, no se utilizarán buses, sino vehículos más pequeños como minibuses de turismo, con capacidad para 30 personas. Según la empresa de turismo Hoteles Australis Ltda., que ofrece este servicio a sus colaboradores, el valor es de \$9.500 por persona. Considerando la distancia hacia el predio del proyecto, el costo por pasajero sería de

aproximadamente \$9.000. Siguiendo el mismo cálculo mensual que para los buses, el costo total mensual de este servicio sería de \$2.700.000.

Sumando ambos valores, el costo mensual total para el transporte de personal sería de \$13.896.596. Sin embargo, se considera un margen de pérdida del 10% en el servicio de buses, debido a que todas las empresas asumen que no siempre logran llenar la totalidad de los asientos del vehículo. Con este ajuste, el valor final mensual sería de \$13.050.000, lo que equivale a un costo anual de \$156.600.000. Finalmente, se evalúa un valor final considerando los años totales de la suma de las fases de construcción y operación ya que entre ambas no hay distinción de servicios, lo que, en un total de 56 años, (6 para fase de construcción y 50 para fase de operación) hay un total de \$8.769.600.000

Dentro de la matriz insumo-producto, este dinero afectará principalmente al área de transporte y turismo quienes son los principales involucrados dentro de este proceso.

Pasando ahora al gasto indirecto, como se mencionó anteriormente, se analizaron tres aspectos: las visitas al predio de HNH Energy y su impacto en el gasto promedio de la ciudad en hospedaje, alimentación y transporte; los gastos no operativos relacionados con charlas, congresos y ferias científicas; y, por último, los servicios necesarios para los campamentos 3000 y 1000, los cuales incluyen alimentación, mantenimiento de baños, hidratación y gas para calefacción, y no forman parte directa de las operaciones.

En primer lugar, se consideran las visitas al predio, las cuales se clasificaron en tres grupos: el primero incluye proveedores, clientes *off-take*, inspectores, auditores, asesores, consultores, especialistas y fiscalizadores; el segundo grupo corresponde a autoridades nacionales; y el tercero incluye a los medios de comunicación.

Para el primer grupo, se estimó que durante las fases de construcción y operación habría dos visitas semanales de distintas comitivas, dependiendo del tipo de stakeholders, lo que resulta en ocho visitas al mes. Además, se asumió que cada comitiva estaría compuesta por al menos tres personas y tendría una estadía de una noche, con el siguiente itinerario: llegada durante el día, un almuerzo más once en la tarde, pernoctación en la noche, y al día siguiente, visita al predio. Tras finalizar, la comitiva se trasladaría inmediatamente al aeropuerto. Según información proporcionada por el Hotel Cabo de Hornos, de la empresa Hoteles Australis

Ltda., que ofrece convenios corporativos, los costos son los siguientes: \$83.000 por persona por noche, más IVA; \$27.000 por transporte desde el aeropuerto; \$40.000 por almuerzo por persona, más IVA (incluyendo bebidas sin alcohol); y \$15.000 por persona para servicios de once, más IVA.

Con esta información, se estima que el gasto total por persona sería de \$177.000 por visita. Multiplicado por tres personas, da un total de \$531.000 por comitiva, que, a su vez, al considerarse las ocho visitas mensuales proyectadas, equivale a un gasto mensual de \$4.248.000 y un gasto anual de \$50.976.000.

En el caso del segundo grupo, correspondiente a las autoridades nacionales, se considera un menor número de visitas, entre 4 y 8 al año, lo que es estándar para las comisiones regulatorias y demostraciones del avance del proyecto. Estas visitas ocurrirían principalmente durante la fase de construcción, ya que en la etapa de operación se espera una disminución, incluso llegando a cero. El hotel Cabo de Hornos mantiene los mismos costos antes mencionados (\$177.000 por persona). Se supuso que las comisiones estarían formadas por entre 5 y 7 personas. Así, en el mejor de los casos (7 personas y 8 visitas al año), el gasto anual sería de \$9.912.000. En el escenario más bajo (5 personas y 4 visitas al año), el gasto sería de \$3.540.000.

En cuanto al tercer grupo, correspondiente a los medios de comunicación, se realizó un primer estimado considerando dos categorías: medios regionales y nacionales. Los medios regionales no generan costos de hospedaje, alimentación ni transporte, ya que suelen contar con recursos propios y al estar en la misma localidad, su única actividad sería reportear el proyecto en una visita que no excedería una hora. Por lo tanto, no se consideran en este análisis. En contraste, los medios nacionales, que tienen sede en Santiago, sí incurren en estos gastos, pues deben enviar equipos periodísticos a cubrir la noticia en Punta Arenas.

El hotel Cabo de Hornos mantiene las tarifas mencionadas (\$177.000 por persona). Se estima que habrá 11 visitas anuales de medios nacionales durante la fase de construcción, con equipos de 4 personas (periodista, camarógrafo, sonidista y asistente de producción). Cada visita tendría un costo total de \$708.000 por medio. Si participan 7 medios, el gasto por visita sería de \$4.956.000, y en el año alcanzaría \$54.516.000. En el caso de 6 medios, el gasto anual sería de \$46.728.000.

Finalmente, el gasto indirecto total por año asociado a las visitas, en el mejor de los casos, sería de \$115.404.000. En el escenario más conservador, el gasto sería de \$101.244.000. Este gasto representa una inyección directa al sector turístico y de transporte de la región, beneficiando principalmente al sector hotelero, de alimentación y transporte, aunque no esté relacionado directamente con las actividades operativas de HNH Energy.

Para el segundo aspecto de los gastos indirectos, que corresponde a las charlas, congresos y ferias científicas, el cálculo es más sencillo, ya que HNH Energy ha estimado un gasto de \$500.000 por cada una de estas actividades. Se supuso que se realizarían dos al mes, lo que da un total mensual de \$1.000.000 y un total anual de \$12.000.000. Es importante aclarar que estos recursos, según la matriz insumo-producto, impactan directamente en el área de educación y desarrollo tecnológico de la región, ya que los fondos serán destinados a las instituciones que albergarán las charlas. Se espera que estas instituciones sean principalmente de educación superior, con enfoque en áreas industriales y carreras relacionadas con la energía, como la Universidad de Magallanes e Inacap. Además, se contempla la participación de empresas de ingeniería e industrias que puedan ser actores potenciales, directa o indirectamente, en la producción de hidrógeno verde y amoníaco.

Por último, se identifican los gastos indirectos asociados a los servicios de los campamentos. Tal como se mencionó anteriormente, se consideran los consumos y servicios disponibles en estos, con la premisa de que el dinero gastado tendrá como destino final las arcas regionales. Por esta razón, se realizaron cotizaciones para servicios de gas, sanitización y agua potable. Sin embargo, no fue posible obtener una cotización para el servicio de alimentación, ya que, dada la magnitud requerida para los campamentos, no existe una empresa que maneje tarifas fijas. Todas las empresas consultadas requieren cotizaciones específicas y personalizadas según las necesidades del campamento.

Aun así, no se descarta incluir este rubro en un análisis más detallado, considerando como opción más viable a la empresa Sodexo, que actualmente presta servicios similares de alimentación a ENAP para sus campamentos en zonas de extracción.

Es importante señalar que el resultado final de este análisis constituye una base mínima del impacto económico que los campamentos tendrán en la economía regional. Si bien es posible ampliar este estudio con otros tipos de gastos, estos no se consideran ya que presentan una

personalización del servicio muy detallada para la magnitud que representan los campamentos, por lo que los gastos que se declararon consisten en los servicios básicos y fundamentales para el correcto hospedaje de los colaboradores.

El proyecto contempla la construcción de dos campamentos de pernoctación y hospedaje denominados “Campamento 3000” y “Campamento 1000”. Los nombres hacen referencia a la cantidad estimada de trabajadores que albergarán. El primero, “Campamento 3000”, alojará como máximo a 3.998 personas, contará con un espacio útil de 186.213 m² y estará ubicado a 23 km del acceso al predio por la ruta CH-255. Su vida útil será de seis años, coincidiendo con la fase de construcción del proyecto. La ubicación fue seleccionada considerando su proximidad al parque eólico, que abarcará la mayor superficie de construcción en esta fase. El segundo, “Campamento 1000”, se habilitará durante la fase de operación. Tendrá capacidad para 2.000 personas, un espacio útil de 152.357 m² y estará ubicado en el sector de la planta de procesos, dado que esta etapa no requiere una alta concentración de trabajadores en el área del parque eólico, el cual funcionará de forma automatizada. En contraste, la planta desaladora y de procesos demandará mayor personal.

Para estimar el consumo de servicios de los campamentos, se utilizó como referencia la información proporcionada por la Sra. Lorena Díaz Labourdette, gerente de administración y finanzas de Hoteles Australis S.A. En particular, se consideraron los datos del Hotel Cabo de Hornos, que alberga a 4.000 personas entre trabajadores y clientes y tiene una superficie de 11.000 m². Aunque la distribución del hotel es más vertical en comparación con la disposición plana de los campamentos, los consumos estimados son comparables. En cuanto al gas, que será suministrado por la empresa Gasco para calefacción y agua caliente, el costo promedio en la región es de \$95 CLP por m³. Según los datos de consumo del hotel ajustados al espacio del campamento, se estima un gasto mensual de aproximadamente \$72.000.000.

En el caso del servicio de sanidad, que incluye productos de limpieza, papel higiénico y aseo general, el gasto mensual se estimó en \$1.200.000, basado en un consumo por persona similar al registrado en el hotel. Para el suministro de agua potable, que se realizará mediante bidones de 20 litros para la hidratación de los trabajadores, el costo mensual se calculó en \$2.300.000, también utilizando como referencia los valores de Hoteles Australis.

En suma, el “Campamento 3000” tendría un gasto mensual en servicios de \$75.500.000, lo que representa un costo anual de \$906.000.000. A lo largo de sus seis años de operación, el gasto total ascendería a \$5.436.000.000. Por su parte, el “Campamento 1000” tendría un gasto mensual de \$37.750.000, con un costo anual de \$453.000.000 y un gasto total proyectado de \$22.650.000.000 al término de los 50 años que abarca la fase de operación.

Finalmente, se analizó el servicio de alimentación. A la fecha de entrega de este trabajo, no fue posible establecer comunicación con empresas especializadas en este rubro, como SODEXO. Sin embargo, para estimar el potencial de este servicio, se utilizó el promedio del costo de menús ejecutivos en la región, establecido en \$6.631 por persona. A este valor se le aplicó un descuento del 32%, correspondiente a la economía de escala asociada a la producción masiva para el personal alojado en los campamentos.

Con esta base, se calculó el valor total diario de los menús vendidos en el “Campamento 3000”, alcanzando aproximadamente \$18.000.000. Multiplicando este valor por los 25 días hábiles mensuales estimados, se obtiene un ingreso mensual de \$450.000.000, lo que equivale a \$5.400.000.000 anuales. Durante la fase de construcción del “Campamento 3000”, el desembolso total proyectado para alimentación asciende a \$32.400.000.000.

Para el “Campamento 1000”, el cálculo se realizó considerando el total estimado de 2.000 empleados. El valor diario del servicio de alimentación en este sitio es de \$9.000.000, lo que se traduce en \$225.000.000 mensuales y \$2.700.000.000 anuales. Durante la fase operativa, proyectada a 50 años, el desembolso total para el servicio de alimentación alcanzará \$135.000.000.000.

Los valores calculados reflejan un aporte significativo del proyecto a la economía regional. El uso de datos proporcionados por Hoteles Australis, una de las empresas con mayor consumo en Punta Arenas, permite ubicar al proyecto en un contexto similar al de las principales entidades económicas de la zona.

6.3.2. Matriz Insumo-Producto

Con los datos recopilados en la sección anterior, se ha elaborado la matriz Insumo-Producto, la cual muestra cómo se distribuirá el dinero desembolsado entre los distintos sectores de la economía de la región. Finalmente, se presenta el valor total que HNH Energy proyecta gastar en Magallanes durante sus dos fases, a lo largo de un período de 56 años. El resultado se detalla en la siguiente gráfica de la matriz:

Matriz Insumo-Producto de todos los gastos mínimos que incurrirá HNH Energy en la región.

Sector/Actividad	Transporte de Personal (\$)	Visitas al Predio (\$)	Charlas/Congresos/Ferias (\$)	Servicios Campamento 3000 (\$)	Servicios Campamento 1000 (\$)	Materia prima (\$)	Sueldos (\$)	Total (\$)
Transporte	8,769,600,000	-	-	-	-	-	-	8,769,600,000
Turismo	-	2,618,042,400	-	-	-	-	-	2,618,042,400
Educación/Desarrollo Tecnológico	-	-	672,000,000	-	-	-	-	672,000,000
Servicios	-	-	-	37,836,000,000	157,650,000,000	-	-	195,486,000,000
Construcción	-	-	-	-	-	212,347,752,000	-	212,347,752,000
Todo	-	-	-	-	-	-	1,037,743,564,185	1,037,743,564,185
Total	8,769,600,000	2,618,042,400	672,000,000	37,836,000,000	157,650,000,000	212,347,752,000	1,037,743,564,185	1,457,636,958,585

Fuente: Elaboración propia

Con esta matriz, es posible visualizar el impacto del gasto directo e indirecto que representa HNH Energy en la región. En la gráfica también se incluye un dato adicional que no había sido calculado previamente, correspondiente a los sueldos, el cual se analizará más adelante en este trabajo (ver capítulo 6.5.1). Al final de los 56 años, una vez concluida la fase de construcción y operación, el proyecto habrá contribuido a la economía regional con un monto total de **\$ 1,457,636,958,585** en recursos monetarios directos.

Cabe señalar que esta cifra está expresada en moneda de 2024, por lo que es posible que varíe a lo largo de los años debido a la inflación y al índice de precios al consumidor (IPC), que actualmente están en aumento. No obstante, no se puede prever cómo se comportará este valor durante los períodos de mayor impacto del proyecto en la región.

6.3.3. Efectos en el Comercio y Servicios Locales

En esta sección se analizará el impacto en el comercio y los servicios locales, con un enfoque en los emprendimientos que han surgido y los que se espera que se generen gracias a la inversión del proyecto de HNH Energy. Pero ¿qué implica un mayor número de emprendimientos? Implica una economía sólida y en crecimiento, que brinda oportunidades para que cualquier persona en el mercado pueda iniciar su propia empresa. Con el tiempo, las posibilidades de emprender aumentan debido a las facilidades que el mercado ofrece, lo cual se atribuye principalmente a la inyección de recursos financieros que dinamizan la economía. A mayor cantidad de dinero circulando en la economía regional, mayor es la disponibilidad de recursos, herramientas y financiamiento que facilitan la creación de nuevas empresas, ya sean microempresas, pymes o grandes compañías.

Como se explicó en la metodología, para evaluar el efecto en el comercio y los servicios locales se utilizará como referencia un evento similar al que se espera con HNH Energy: la puesta en marcha de la planta de Methanex en la región. Este proyecto influyó en la economía local mediante una inyección significativa de recursos financieros, lo que a su vez impulsó la creación y expansión de emprendimientos, ya sea de forma directa, como en el caso del Club de Campo Leñadura, o de manera indirecta, a través del aumento del capital invertido en la región.

En primer lugar, se recopiló la cantidad de emprendimientos inscritos anualmente que tributan en la región, utilizando datos del SII. Esto proporciona una perspectiva sobre el crecimiento y el aumento de los emprendimientos, los cuales se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 3: Número de empresas inscritas en SII por año

Año			Ventas	
Comercial	Región del domicilio o casa matriz	Número de empresas	anuales en UF	Variación con respecto al año anterior
2005	Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	9,944	45,320,050	0
2006	Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	10,280	46,568,445	336
2007	Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	10,420	54,472,266	140
2008	Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	10,570	57,116,087	150
2009	Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	10,765	57,052,358	195
2010	Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	10,840	60,885,285	75
2011	Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	11,022	68,027,656	182
2012	Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	11,208	77,328,876	186
2013	Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	11,468	86,871,213	260
2014	Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	11,802	96,927,400	334
2015	Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	11,940	100,176,934	138
2016	Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	12,316	104,842,394	376
2017	Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	13,144	91,368,337	828
2018	Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	14,322	99,380,678	1,178
2019	Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	14,813	102,179,722	491
2020	Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	15,012	91,208,490	199
2021	Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	16,302	122,426,737	1,290
2022	Región de Magallanes y de la Antártica Chilena	16,863	125,345,364	561

Fuente: SII

En esta tabla se observa un aumento constante en el número de emprendimientos que tributan en la región, año tras año, lo que indica un crecimiento sostenido en la creación de nuevas empresas. Este fenómeno se explica, en gran medida, por el flujo de inversión en el mercado, impulsado por grandes empresas y sectores estratégicos como el turismo, la Zona Franca, y las industrias química y energética.

Desde 2005 hasta 2017, el crecimiento de nuevos emprendimientos fue gradual y constante, con un promedio anual de entre 100 y 400 empresas. La mayoría de los años registraron entre 140 y 190 nuevas empresas, con un mínimo de 75 empresas en 2010 y un máximo de 376 en 2016.

A partir de 2017, el panorama cambió drásticamente debido a factores externos, como políticas estatales y la pandemia de Covid-19, que impactaron no solo la economía regional,

sino también la mundial. En 2017 y 2018, se registraron picos significativos con 828 y 1,178 nuevas empresas, respectivamente. Sin embargo, en 2019 (491 nuevas empresas) y 2020 (199 nuevas empresas) se observó una caída, atribuible principalmente a las protestas de octubre de 2019 y a la crisis sanitaria del 2020.

En 2021, se registró nuevamente un aumento significativo con 1,290 nuevas empresas, impulsado por el auge de emprendimientos que no requieren espacio físico, como tiendas en línea y servicios de delivery, lo que redujo costos y facilitó la creación de nuevos negocios. Sin embargo, en 2022 se produjo otra disminución, con 561 nuevos emprendimientos, lo que refleja la volatilidad del contexto económico y social de ese período.

Con estos datos, es posible realizar un análisis de regresión de series temporales utilizando un modelo ARMAX. Este modelo es autorregresivo, lo que significa que utiliza observaciones anteriores para predecir el valor actual. Además, es integrado, ya que requiere la diferenciación de la serie temporal para lograr su estacionariedad, eliminando las estacionalidades asociadas al tiempo. Dado que no se observa estacionalidad en los datos de la tabla, esta diferenciación es fundamental. Por último, el modelo incluye variables exógenas que, aunque no forman parte de la serie temporal, pueden influir en el comportamiento de la regresión, como las políticas gubernamentales, las tasas de interés y las herramientas financieras disponibles.

Es importante considerar que, hasta este punto, se están analizando todas las empresas inscritas en el SII en la región, las cuales podrían no ser productos derivados directa o indirectamente de Methanex. Por ejemplo, un restaurante podría haber surgido debido a la presencia de un hotel que se instaló previamente, sin relación con la planta de metanol. Por lo tanto, no es realista esperar que todos los emprendimientos de Magallanes sean consecuencia de la inversión de HNH Energy. Ante esto, se optó por centrarse en las empresas inscritas en los rubros económicos donde el proyecto sí tiene incidencia, al igual que Methanex. Estos rubros son: A) Industria manufacturera, B) Construcción, C) Explotación de minas y canteras, y D) Suministro de electricidad, gas, vapor y aire acondicionado. Esta filtración da como resultado la siguiente tabla:

Tabla 4: Número de empresas por rubro económico en que influye HNH Energy

Año Comercial	Número de empresas	Variación con respecto al año anterior
2005	1,291	0
2006	1,415	124
2007	1,583	168
2008	1,640	57
2009	1,731	91
2010	1,836	105
2011	1,942	106
2012	2,100	158
2013	2,190	90
2014	2,314	124
2015	1,997	-317
2016	1,929	-68
2017	2,060	131
2018	2,309	249
2019	2,547	238
2020	2,669	122
2021	3,036	367
2022	3,403	367

Fuente: SII

Con los datos proporcionados, se identificaron como variables de inversión la cantidad destinada por Methanex al abrir su planta en el sector de Cabo Negro, Punta Arenas. Según su página oficial, el desembolso ascendió a \$260,000,000 USD. Sin embargo, los resultados obtenidos en las tablas corresponden a fechas distantes del inicio oficial de la planta, que comenzó operaciones en 1994. A pesar de ello, para este estudio se determinó que las tablas a partir de 2005 reflejan el impacto de dicha inversión. Por lo tanto, se evaluó cómo esta inversión se relaciona con la cantidad de emprendimientos registrados en cada año.

Se definieron las variables de inversión y año como independientes, y los emprendimientos como variable dependiente. Posteriormente, se utilizó el software STATA para calcular los coeficientes de las variables independientes y analizar su significancia estadística sobre la variable dependiente, obteniendo los siguientes resultados:

Datos obtenidos de la regresión considerando inversión de Methanex

ARIMA regression

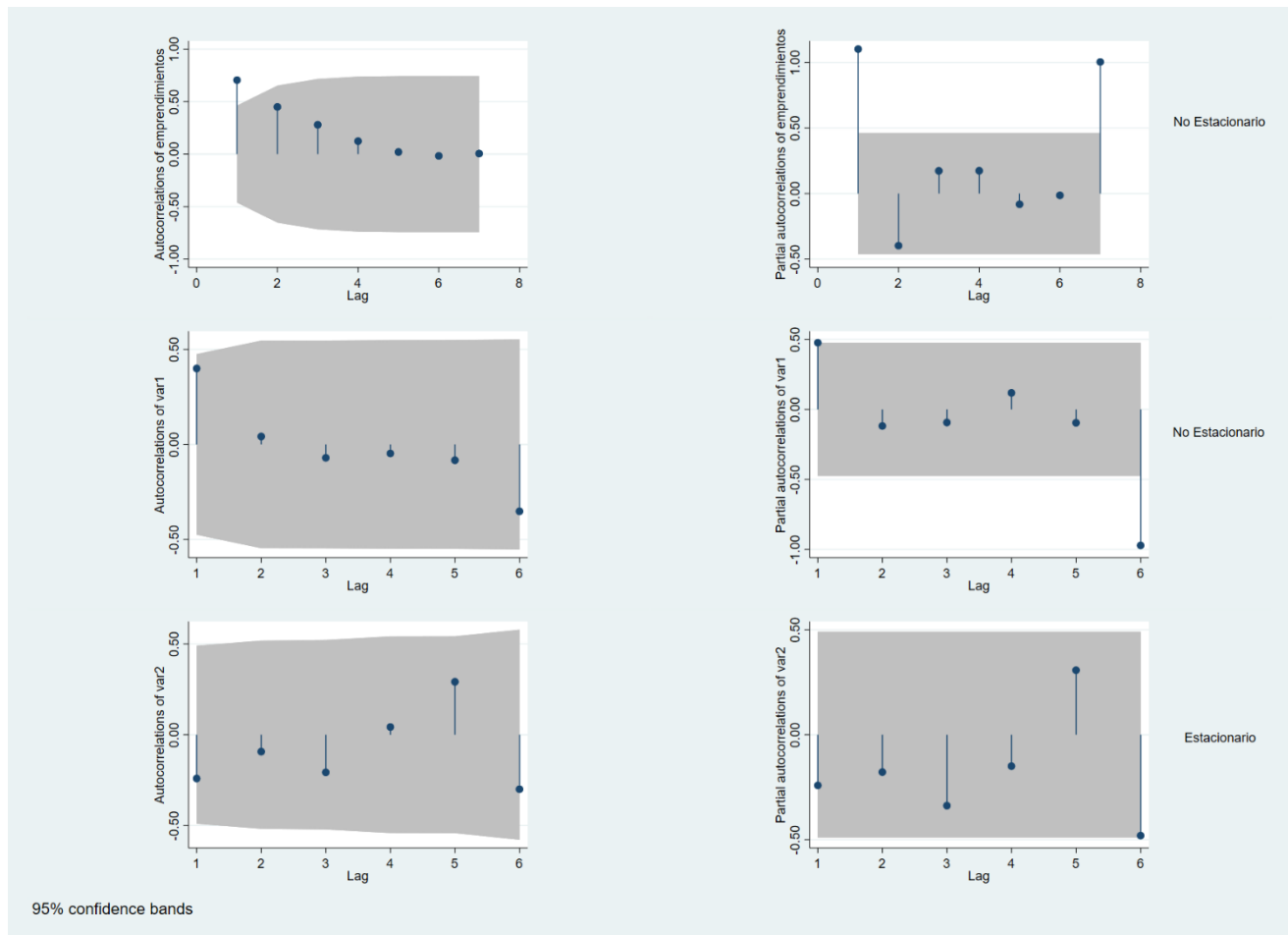
Sample: 2007 - 2022 Number of obs = 18
LR chi2(2) = 8322.57
Prob > chi2 = 0.0000
Log likelihood = -175.96567 Pseudo R2 = 0.9594

emprendimientos	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
-----+-----						
inversion	-7.37e-06	3.69e-07	-19.98	0.000	-8.09e-06	-6.64e-06
año	.0041171	.0015764	2.61	0.009	.0010275	.0072067
_cons	8.54795	.0626169	136.51	0.000	8.425223	8.670677

Los resultados se obtuvieron, como se mencionó anteriormente, utilizando un modelo ARIMA para la regresión de series temporales. Sin embargo, este modelo solo es aplicable cuando la serie es estacionaria, lo cual no ocurre con la variable "emprendimientos por año". Por esta razón, fue necesario aplicar diferenciaciones a la variable para lograr su estacionariedad. Para determinar el nivel de diferenciación requerido, se utilizó la prueba de Dickey-Fuller. Esta prueba evalúa la estacionariedad mediante valores críticos al 1%, 5% y 10%, y concluye que una variable es estacionaria si el estadístico de prueba es menor que los valores críticos. En este caso, se determinó que la variable "emprendimientos" requiere dos diferenciaciones para alcanzar la estacionariedad.

Una vez estacionarizada la variable, se procedió con el modelo ARIMA, considerando los parámetros de orden autorregresivo (p) y media móvil (q). Estos valores se estimaron mediante pruebas de autocorrelación y autocorrelación parcial. Sin embargo, dichas pruebas no revelaron sesgos significativos que excedieran los límites de confianza, como se detalla en los gráficos siguientes:

Gráficos de autocorrelación y autocorrelación parcial de la variable emprendimiento en casos de no estacionariedad y estacionariedad



Fuente: Elaboración propia mediante STATA

En los gráficos presentados, se consideran únicamente los dos inferiores, que ilustran la estacionariedad de la variable. Como se puede observar, ninguna de las líneas azules excede la zona gris, es decir, los límites de confianza. Esto indica que no existen sesgos en el modelo, lo que permite definirlo como “ $ARIMA(p,d,q) = ARIMA(0,2,0)$ ”.

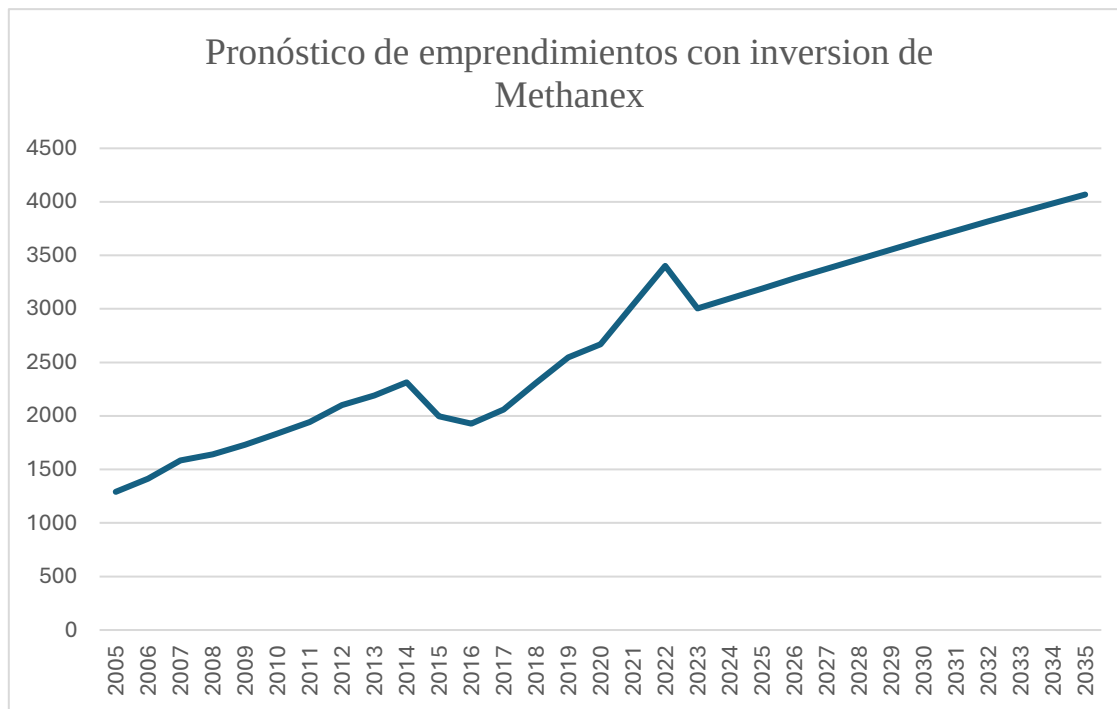
Con el modelo definido, el siguiente paso es realizar la regresión, cuyos resultados ya se presentaron previamente, y proyectar la cantidad de emprendimientos hasta el año 2035 considerando únicamente la inversión de Methanex. A continuación, se presenta la tabla de pronóstico de nuevas empresas:

Tabla 5: Pronóstico de nuevos emprendimientos surgidos con la tendencia actual y la inversión de Methanex.

Año	Emprendimientos	Inversión (\$)	Variación por año
2005	1291	201394	-
2006	1415	183746	124
2007	1583	164245	168
2008	1640	158537	57
2009	1731	150202	91
2010	1836	141612	105
2011	1942	133883	106
2012	2100	123810	158
2013	2190	118721	90
2014	2314	112360	124
2015	1997	130195	-317
2016	1929	134785	-68
2017	2060	126214	131
2018	2309	112603	249
2019	2547	102081	238
2020	2669	97415	122
2021	3036	85639	367
2022	3403	76403	367
2023	3005	83910	-398
2024	3098	80300	94
2025	3191	76845	93
2026	3284	73539	92
2027	3375	70375	91
2028	3465	67347	90
2029	3555	64450	89
2030	3643	61677	88
2031	3731	59023	87
2032	3817	56484	86
2033	3902	54053	85
2034	3986	51728	84
2035	4068	49502	83

Fuente: Elaboración propia

En este caso, gracias al modelo ARIMA, también se proyectó la inversión que representaría Methanex en el futuro, esto llevado a un gráfico sería representado de la siguiente forma:



Fuente: Elaboración propia

Este gráfico permite identificar claramente la marcada tendencia en el sector de emprendimientos correspondiente a los rubros económicos mencionados previamente, mostrando una inclinación hacia la linealidad.

Una vez comprobado que el modelo funciona adecuadamente, el siguiente paso es incorporar la variable de inversión de HNH Energy, determinar su nivel de significancia, calcular su coeficiente, y evaluar cuánto podría contribuir esta inversión al surgimiento de nuevos emprendimientos. Para este análisis, se utilizó el mismo modelo, modificando únicamente la variable de inversión, lo que resultó en lo siguiente:

Datos obtenidos de la regresión considerando inversión de HNH Energy

ARIMA regression	Number of obs	=	31
	LR chi2(2)	=	8312.14
	Prob > chi2	=	0.0000
Log likelihood = -181.18121	Pseudo R2	=	0.9582

emprendimientos	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
año	.0122919	.0011997	10.25	0.000	.0099404 .0146433
hnh	-1.47e-07	7.45e-09	-19.75	0.000	-1.62e-07 -1.32e-07
_cons	8.321294	.0520039	160.01	0.000	8.219369 8.42322

Los resultados permiten concluir que la variable de inversión de HNH Energy es estadísticamente significativa para el estudio. Además, se observa cómo los coeficientes de HNH Energy difieren de los de Methanex, lo que evidencia un posible impacto en el surgimiento de nuevos emprendimientos.

Con estos resultados, se aplicó el mismo proceso de pronóstico utilizado anteriormente, obteniendo la siguiente tabla:

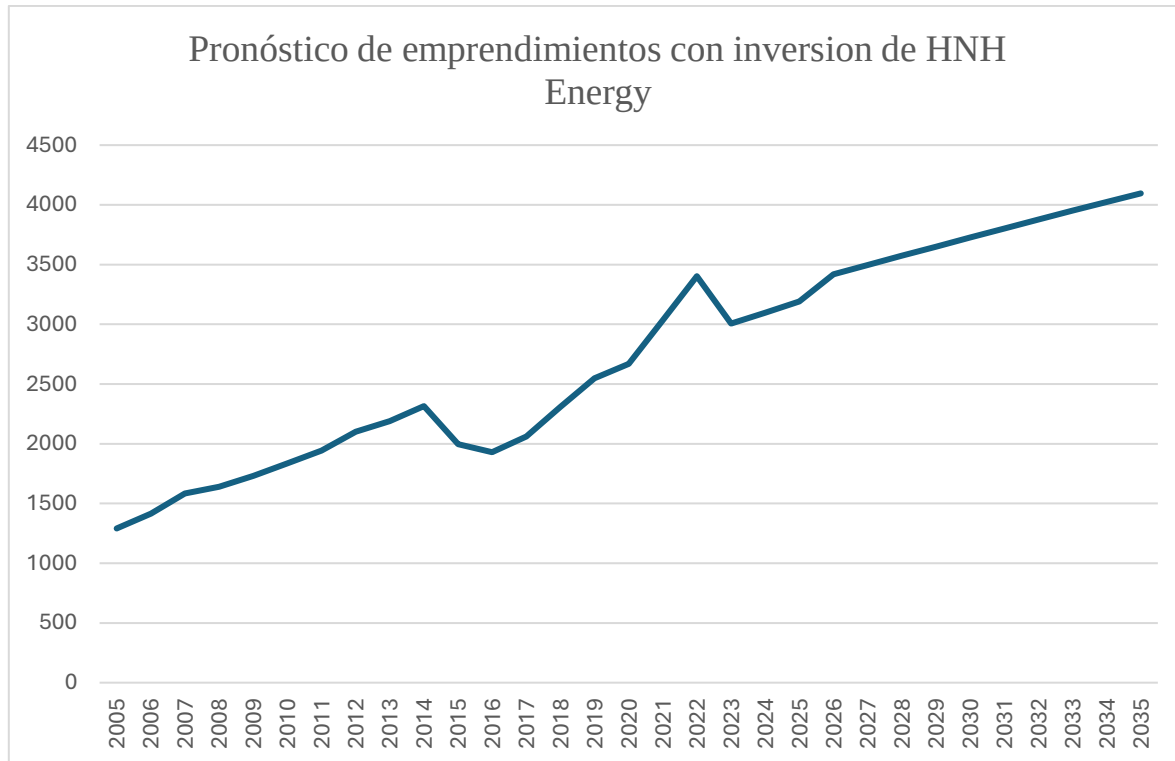
Tabla 6: Pronóstico de nuevos emprendimientos surgidos con la puesta en marcha del proyecto HNH Energy y su inversión

Año	Emprendimientos	Inversión (\$)	Variación por año
2005	1291	201394	
2006	1415	183746	124
2007	1583	164245	168
2008	1640	158537	57
2009	1731	150202	91
2010	1836	141612	105
2011	1942	133883	106

2012	2100	123810	158
2013	2190	118721	90
2014	2314	112360	124
2015	1997	130195	-317
2016	1929	134785	-68
2017	2060	126214	131
2018	2309	112603	249
2019	2547	102081	238
2020	2669	97415	122
2021	3036	85639	367
2022	3403	76403	367
2023	3005	83910	-398
2024	3098	80300	94
2025	3191	76845	93
2026	3418	3414953	226
2027	3496	3289020	78
2028	3573	3167732	78
2029	3650	3050916	77
2030	3727	2938408	76
2031	3802	2830049	75
2032	3877	2725686	75
2033	3951	2625172	74
2034	4024	2528364	73
2035	4096	2435126	72

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la tabla, el incremento de la inversión comienza en el año 2026, coincidiendo con el inicio del proyecto de HNH Energy. Este aumento se debe a que la inversión ya no se limita a los \$260,000,000 USD de Methanex, sino que ahora incluye los \$11,000,000,000 USD que aporta HNH Energy. El impacto de esta nueva inversión en el surgimiento de emprendimientos se ilustra en el siguiente gráfico:



Fuente: Elaboración propia

El nuevo gráfico muestra que, según el modelo ARIMA, se mantiene una tendencia de linealidad continua. Sin embargo, el año de enfoque del estudio, como se mencionó anteriormente, es 2026. En comparación con el gráfico previo, se observa un aumento en la cantidad de emprendimientos. Aunque visualmente el incremento puede no parecer significativo, sí lo es para los rubros económicos afectados.

En la regresión anterior, se estimaba para 2026 un crecimiento de 92 emprendimientos con la inversión y la tendencia actual. En contraste, con la inversión de HNH Energy, según este gráfico, se proyecta un aumento de 226 nuevas empresas en el mercado. Esto representa un impacto considerable en el sector económico influido, marcando a futuro una nueva tendencia derivada de la influencia del proyecto.

6.4. Impacto en la Infraestructura

Anteriormente se describió de manera general la capacidad de infraestructura actual de la región de Magallanes, enfocándose en la conexión entre las comunas de Punta Arenas y San Gregorio, donde se encuentra el predio en cuestión. Se destacó la falta de infraestructura adecuada para que una industria de gran magnitud pueda operar de manera eficiente, haciendo referencia a la carretera CH-255 y la Ruta 9 N, que actualmente no cuentan con el espacio necesario para el tránsito de maquinaria pesada ni para el transporte de materiales, además del deteriorado estado del pavimento en ciertos tramos.

Asimismo, se abordó la capacidad logística de los distintos puertos de la región, que podrían servir como apoyo complementario para la industria, más allá del proyecto de HNH Energy. Sin embargo, no solo se trata de mejorar la infraestructura existente, sino también de fortalecer las conexiones internacionales y la capacidad productiva de la región para cumplir con los estándares que exige la emergente industria del hidrógeno verde. A continuación, se detallarán las posibles mejoras que la llegada de HNH Energy podría impulsar en la región, considerando que algunas de estas iniciativas ya han sido contempladas por el Ministerio de Obras Públicas, la Intendencia regional y otros organismos públicos pertinentes.

6.4.1. Mejoras en Infraestructura

Ante este escenario, el seremi de Obras Públicas está implementando una serie de proyectos para mejorar la infraestructura pública que exige la industria del hidrógeno verde. Entre estos, se encuentran inversiones en las provincias de Tierra del Fuego y principalmente en Magallanes, debido a su mayor población y requerimientos de infraestructura. Para los próximos 10 años, se espera que la industria del hidrógeno verde tenga un impacto directo en un 30% de la red vial pública regional, lo que equivale a unos 1.000 km aproximadamente; un 20% en estructuras de puentes; un 35% en helipuertos y puntos de parada para helicópteros; un 30% en sistemas de agua potable rural; un 25% en rampas para conectividad portuaria; y un 50% en los puertos de la zona.

En cuanto a obras viales, se planea habilitar vías dobles en las principales carreteras de la región siguiendo el modelo de la Ruta 252-CH la cual consta del tramo entre el sector Tres

Puentes de Punta Arenas, hasta el sector del Chabunco en donde se ubica el Aeropuerto Intl. Carlos Ibañez del Campo (el tramo tiene una distancia de aproximadamente 20 km), con el objetivo de adaptar estas mejoras a las necesidades de la industria del hidrógeno verde. Asimismo, se busca implementar estas adecuaciones para facilitar la llegada y el transporte de aerogeneradores asociados a los proyectos de parques eólicos. Además, se mejorará el tramo de la Ruta 9 Norte mencionado anteriormente para manejar de manera más eficiente el incremento de tráfico proyectado, así como las caleteras aledañas.

En lo que respecta a pavimentación, se repavimentará la Ruta CH-255, que conecta la Ruta 9 Norte con el paso fronterizo Monte Aymond. Este proyecto es de suma importancia para HNH Energy, ya que el acceso al predio del proyecto se realiza a través de esta ruta, lo que mejorará la eficiencia logística y reducirá el riesgo asociado al estado deteriorado de la carretera.

Finalmente, se contempla una inversión en la mejora de los puertos marítimos y aéreos de la región, principalmente en el Aeropuerto Internacional Carlos Ibáñez del Campo, donde se habilitará una pista alternativa y se repavimentará una de las principales pistas de aterrizaje. También se prevén mejoras en puertos de áreas remotas, como Puerto Toro y Puerto Navarino.

Revisar “Anexo 3” del mapa de la zona con los sectores afectados.

6.5. Impacto en la Calidad de Vida

6.5.1. Cambios en los Ingresos y Condiciones de Vida

HNH Energy tiene previsto destinar ingresos específicos para sus trabajadores de terreno, estableciendo un sueldo base de \$1,271,210, que corresponde al promedio salarial de los últimos dos años en los sectores de industria manufacturera, suministro de electricidad, minería, canteras y construcción en la región de Magallanes para 2023. Estos sectores son donde HNH Energy tiene un impacto directo en la población de la región. El salario promedio ha mostrado una variación limitada en los últimos años: entre 2019 y 2022, aumentó en aproximadamente \$74,000. Sin embargo, el incremento más notable ocurrió entre 2022 y 2023, mientras que el ingreso medio real mostró una tendencia a la baja en ese periodo, con

un repunte en 2023. Este análisis sugiere que no se espera un cambio significativo en los salarios al iniciar el proyecto, por lo que se destinará el sueldo mencionado para los colaboradores.

Con este contexto, se puede evaluar el impacto que el proyecto generará en los salarios ofrecidos. Durante la fase de construcción, se proyecta un promedio de 2,446 empleos, con un máximo de 3,998. Para el cálculo de las remuneraciones totales, se considerarán ambos escenarios. En su punto máximo de contratación, se estima un total anual de \$60,987,594,602, y un promedio anual de \$37,312,570,384. En unidades de fomento (UF), esto representa 1,607,024.99 UF en su máximo. Comparado con el total de remuneraciones en la región en 2022 (13,465,104 UF), HNH Energy aportará aproximadamente el 12% de esa cifra, equivalente al volumen salarial de unas 2,013 empresas en la región. Al final de la fase de construcción, HNH Energy habrá invertido entre \$223,875,422,306 y \$365,925,567,611, lo que equivale aproximadamente a 5,899,124.24 y 9,642,149.92 UF, respectivamente. Cabe esperar que, con el tiempo, el valor de la UF aumente, lo que incrementará el total en pesos percibido por los colaboradores.

En la fase de operación, aunque el nivel de contratación será menor que en la fase de construcción, esta etapa se extenderá por 50 años, generando así un impacto a largo plazo. Anualmente, durante esta fase, el proyecto destinará un máximo de \$27,107,292,548 y un promedio de \$22,454,662,145 en salarios, equivalentes a 714,277.99 UF y 591,681.04 UF, respectivamente. En su nivel máximo, HNH Energy representará un 5% de las remuneraciones anuales entregadas en 2022, comparable al volumen salarial de aproximadamente 895 empresas. Al final de esta fase, se espera que el proyecto haya generado entre \$1,122,733,107,229 y \$1,335,364,627,409, o aproximadamente 29,584,051.78 y 35,713,899.47 UF, respectivamente.

Con estos datos, se concluye que HNH Energy tendrá un impacto considerable en la economía regional a través de la generación de salarios, los cuales, previsiblemente, serán reinvertidos por los colaboradores en distintos sectores, contribuyendo significativamente al nivel de recursos circulantes en la economía. Sin embargo, en la práctica, no todo el 100% de las remuneraciones se reutilizará en la región, ya que varios colaboradores del proyecto no harán el mismo gasto debido a que no residen en la zona y se encuentran solo de manera

temporal con el fin de trabajar en el sitio. Es importante señalar que es muy difícil lograr que todos los 3,998 empleos se cubran únicamente con el mercado laboral local, por lo que será necesario reclutar personal de fuera de la región. Esto implica que no todos los colaboradores realizarán gastos como arriendo en la ciudad, compras de supermercado mensual, combustible, permisos y patentes, consumos básicos, etc. Habrá colaboradores que solo destinarán parte de su salario a consumos específicos, como almuerzos y cenas en restaurantes, pequeñas compras de abarrotes para consumo inmediato y transporte entre el sitio del proyecto, la ciudad y el aeropuerto.

Se estiman tres grupos principales de colaboradores para las fases de construcción y operación: obreros y mano de obra, administrativos, y supervisores.

En el primer grupo, correspondiente a los obreros y mano de obra, se estima que el 40% serán contrataciones locales, quienes se espera que reinviertan la totalidad de su remuneración dentro de la región. El 60% restante provendrá de otros sectores del país y se estima que dejarán en la región entre un 5% y un 10% de sus ingresos.

En el caso de los administrativos, se planea conformar un equipo compuesto en su totalidad por empleados locales, quienes se distribuirán entre la oficina del proyecto en la ciudad, ubicada en Julio Roca 973, y las oficinas administrativas en el sitio de producción. Se espera que estos empleados gasten el 100% de sus sueldos dentro de la región.

Por último, en el grupo de supervisores, solo un 10% serán contrataciones locales; el resto provendrá de otras partes del país. Se estima que estos colaboradores externos gastarán entre un 25% y un 30% de sus ingresos en la región, dado que su estadía será más prolongada que la de los obreros y el personal de mano de obra como también un mayor consumo en locales principalmente en Punta Arenas.

A partir de estos porcentajes, y realizando los cálculos correspondientes, se puede determinar que, en la región, el gasto local de los colaboradores generaría un remanente durante la fase de construcción, con un monto promedio de entre **\$130.964.717.895** y **\$136.561.500.639**. Durante el periodo de máxima contratación, este remanente oscilaría entre **\$214.066.308.773** y **\$223.214.441.626**. Cabe destacar que estos rangos dependen del gasto de las personas que no pertenecen a la región, ya que pueden gastar más o menos durante su estadía. Además,

estos valores se distribuyen a lo largo de los 6 años que dura la fase de construcción, lo que implica que anualmente la región percibiría entre **\$22.293.851.545** y **\$36.440.062.533**, respectivamente.

En cuanto a la fase de operación, se utiliza el mismo esquema de porcentajes, ya que se requiere la misma estructura organizacional para llevar a cabo la producción. La diferencia radica en la reducción del personal, ya que muchas actividades dentro de la planta serán automatizadas, aunque las tareas de supervisión y administración serán prácticamente similares. En este caso, el dinero que quedaría en la región por gasto local, con la estructura establecida, sería de entre **\$657.423.871.450** y **\$685.621.288.179**, en el caso de contratación promedio, y de entre **\$781.146.856.880** y **\$814.529.122.559**, en el caso de contratación máxima. Este monto será retribuido a lo largo de 50 años, que es el periodo de duración de la fase de operación, lo que implica que anualmente la región recibiría entre **\$13.430.451.596** y **\$15.956.759.794**, respectivamente.

Con ambas estructuras en marcha, se puede determinar que, del total de los sueldos que HNH Energy pagará a sus futuros colaboradores, se espera que un **59,73%** se quede en la economía regional. Este porcentaje representa más de la mitad del monto total, lo que tendría un impacto significativo en la región.

7. Generación de Energía con Hidrógeno para Magallanes

7.2. Contexto Actual de la Industria de Energía

Como se mencionó antes, actualmente existen dos grandes empresas de producción de materias primas para la generación de energía en la región de Magallanes: Methanex y ENAP. Además, operan mineras dedicadas a la extracción de carbón y Edelmag S.A., la única empresa de producción y distribución de electricidad en la región, que opera a través del Sistema de Magallanes (SEM).

Methanex cuenta con la planta productora de metanol más grande del mundo, ubicada al norte de Punta Arenas, en el sector de Cabo Negro, con una inversión de 260 millones de USD. Es la mayor planta productora de la región, seguida de ENAP, la Empresa Nacional del Petróleo, con sede central en Santiago, pero con gran presencia en Magallanes. ENAP produce principalmente gas fósil, que es la principal fuente de energía en la región, seguida

por el petróleo y, en menor medida, por energías renovables. La empresa mantiene campamentos de producción en diversos puntos de Magallanes, con asentamientos clave en el sector de San Gregorio y en la isla de Tierra del Fuego.

A inicios del siglo XX, Magallanes experimentaba su primera industrialización con la expansión de la ganadería y la explotación del puerto, que era entonces el principal puerto interoceánico de la época. La segunda industrialización llegó con la revolución de la industria energética liderada por ENAP, lo que impulsó mejoras significativas en la infraestructura de Punta Arenas y de la región en general. Esto también trajo un aumento en los salarios y un enfoque de la economía regional hacia la industria energética, llevando a que las principales instituciones de educación superior implementaran carreras de ingeniería orientadas al sector energético.

Actualmente, la región se proyecta hacia una tercera fase de industrialización centrada en las energías renovables, lo que implica un cambio tecnológico de gran envergadura. Países como Estados Unidos, China y Japón ya lideran este cambio, con plantas eólicas, fotovoltaicas, hidroeléctricas y nucleares que aplican tecnologías de última generación, transformando el panorama de la industria energética. En este contexto, el hidrógeno verde emerge como una gran promesa, ya que expertos predicen que será el catalizador de una nueva revolución en la industria.

7.2.1. Principales Agentes del Mercado

La cadena de valor en el mercado energético de la región está compuesta por los siguientes elementos: productores-proveedores, logística de distribución de materias primas, generación y distribución de electricidad, y, finalmente, la población como cliente final, quienes se benefician del suministro de energía eléctrica.

Actualmente, los principales actores en la producción y provisión de gas son Methanex y ENAP, siendo este último el proveedor predominante por tratarse de una entidad estatal dedicada a la producción de bienes públicos y locales. En conjunto con ENAP, colabora en sus actividades la empresa GASCO quienes desarrollaron el gasoducto principal de la región y distribuyen el gas natural procesado desde la planta de ENAP en el sector de Cabo Negro,

a las afueras de Punta Arenas y que conecta las principales rutas desde sus plantas de extracción y procesamiento hasta las instalaciones de generación de electricidad. Por lo tanto, ENAP y GASCO se encargan de la logística de distribución de los insumos de materia prima.

Posteriormente, la empresa Edelmag S.A. recibe el gas procesado por ENAP y lo utiliza como combustible para generar electricidad. Edelmag cuenta con los activos necesarios, como turbinas e infraestructura del Sistema Eléctrico de Magallanes (SEM), para convertir el gas en electricidad y distribuirla en la región. Las capacidades productivas de Edelmag se detallarán en la siguiente sección.

Finalmente, Edelmag suministra la electricidad generada a través del SEM, que comprende líneas de alta, media y baja tensión para una distribución intercomunal y dentro de las ciudades, llegando así al consumidor final. Los beneficiarios incluyen tanto el alumbrado público, hogares particulares, como instalaciones de empresas y otros establecimientos que requieren electricidad.

7.2.2. Capacidad Productiva y Abastecimiento de Energía en la Región

Es importante considerar que la población en general no busca gas, hidrógeno o amoníaco como fuentes energéticas directas, sino que demanda energía eléctrica, ya que es la forma utilizable en la vida cotidiana. Por lo tanto, la capacidad productiva y el abastecimiento energético de la región se centran en la electricidad, responsabilidad que recae en la empresa Edelmag S.A.

De acuerdo con la memoria anual de Edelmag correspondiente a 2023, la producción total de electricidad en la región fue de 349.017 MWh, generada a partir de un conjunto de 41 generadores. De estos, siete son turbinas de gas, destacándose una turbina HITACHI en la planta Tres Puentes, ubicada en las afueras de Punta Arenas en el Barrio Industrial, con una capacidad de 24.000 kW, la más alta de la región. Cinco de las turbinas, incluida la HITACHI, se encuentran en esta planta, mientras que las otras dos están en la planta de Puerto Natales, situada a 325 km de Punta Arenas. Los generadores restantes, distribuidos en Punta Arenas, Puerto Natales, Porvenir y Puerto Williams, funcionan con motores a diésel o gas.

A continuación, se presenta el desglose de la capacidad productiva de energía eléctrica del parque generador de Edelmag, según la memoria anual 2023:

Tabla 6: Distribución de generadoras eléctricas y potencia instalada en Magallanes

Central	Unidad	Marca	Cantidad	Potencia Kw	Año	Fabricación
Tres Puentes	Turbina a Gas	Hitachi	1	24.000		1975
	Turbina a Gas	Solar	1	15.000		2002
	Turbina a Gas	Solar	1	10.000		1995
	Turbina a Gas	GE-10	1	10.500		2004
	Turbina a Gas	Solar	1	15.000		2007
	Motor a Gas	Caterpillar	1	2.720		1997
	Motor Diésel	Caterpillar	1	1.460		1993
	Motor a Gas	Caterpillar	5	9.500		2019
Total Tres Puentes			12	88.180		
Punta Arenas	Motor Diésel	Sulzer	3	1.400		1955
Total Punta Arenas			3	4.200		
Puerto Natales	Motor a Gas	Waukesha	1	1.175		2001
	Motor a Gas	Waukesha	1	1.175		2005
	Motor a Gas	Jenbacher	1	1.420		2007
	Turbina a Gas	Solar	2	1.600		1977
	Motor Diésel	Palmero	1	1.360		2007
	Motor Diésel	F. Morse	1	300		1942
	Motor Diésel	Caterpillar	1	1.500		1997
	Motor a Gas	Jenbacher	1	1.415		2012
	Motor Diésel	Caterpillar	1	1.400		2002
	Turbina a Gas	Solar	1	3.515		2015
	Motor a gas portátil	Caterpillar	1	1.000		2011
Total Puerto Natales			12	15.860		
Porvenir	Motor a Gas	Waukesha	1	1.175		J2002
	Motor a Gas	Waukesha	1	1.175		2005
	Motor a Gas	Waukesha	1	875		1982
	Motor Diésel	Palmero	1	1.360		2007
	Motor Diésel	Caterpillar	1	920		1996
	Motor a Gas	Jenbacher	1	1.415		2012
	Motor a Gas	Caterpillar	1	900		1998
	Motor Diésel	Caterpillar	1	1.460		1993
	Motor Diésel	Cummins	1	1.500		2011
	Motor Diésel	Cummins	1	400		2011
Total Porvenir			10	11.180		
Puerto Williams	Motor Diésel	Caterpillar	1	590		2005
	Motor Diésel	Caterpillar	1	800		2012
	Motor Diésel	Caterpillar	1	508		2012
	Motor Diésel	Cummins	1	250		1987
Total Puerto Williams			4	2.148		
Total Empresa			41	121.568		

Fuente: Edelmag S.A. ¹²

¹² EDELMAG. (2023). Memoria Anual Integral 2023. Empresa de Distribución Eléctrica de Magallanes. Recuperado de <https://www.edelmag.cl/wp-content/uploads/2024/04/EDELMAG-Memoria-2023.pdf>

La tabla permite observar la distribución de la capacidad productiva de electricidad por comuna, donde el parque generador de la comuna de Punta Arenas destaca con una capacidad de 88.180 kW. Cabe señalar que la tabla incluye una referencia a un motor diésel ubicado en la sede administrativa de la empresa en Punta Arenas. Este motor data de la época en que esta sede era la principal fuente de generación en el área, antes de la creación del parque de Tres Puentes, aunque para fines prácticos, se considera el valor total correspondiente a Tres Puentes.

En cuanto a las demás comunas, la planta de Puerto Natales tiene una capacidad de 15.860 kW, seguida por Porvenir con 11.180 kW, y Puerto Williams con 2.148 kW.

Para distribuir la electricidad generada y conectar toda la región, Edelmag utiliza el Sistema Eléctrico de Magallanes (SEM). Este sistema consiste en una red de distribución de alta, media y baja tensión que se dispone en puntos estratégicos según las necesidades de transporte de electricidad. Una característica única del SEM es que funciona de manera aislada de los principales sistemas eléctricos del país, lo cual permite una gestión autónoma conforme a los requerimientos de Edelmag.

Dentro del SEM existen tres subsistemas: el de Punta Arenas, el de Puerto Natales y el de Porvenir. Los dos primeros están interconectados mediante líneas distribuidas a lo largo de la ruta 9 norte, que une ambas ciudades. El subsistema de Porvenir, por su parte, está separado geográficamente al encontrarse en la isla de Tierra del Fuego, separada del continente por el Estrecho de Magallanes. En 2022, el SEM alcanzó una capacidad de distribución de 129,3 MW, proporcionando energía eléctrica a prácticamente toda la población de la región.

7.2.3. Alcance Poblacional de la Industria y Valor de Mercado del Producto

Como se mencionó previamente, es necesario diferenciar entre la producción y distribución de fuentes energéticas y de electricidad. Aunque ambas pertenecen a la misma industria y forman parte de la cadena de valor en el mercado, el interés del consumidor final se centra en el acceso a la electricidad, lo cual implica que el análisis del alcance poblacional varía. Este estudio se enfocará principalmente en el alcance y el valor de la electricidad en la región de Magallanes.

La región tiene una población estimada de 166,533 habitantes, según el censo de 2017. Al momento de esta publicación, los resultados del censo de 2024 aún no se han publicado, por lo que el dato más reciente y oficial sigue siendo el del censo de 2017. La cantidad de viviendas estimadas es de 65,636.

De acuerdo con el informe anual 2023 de Edelmag S.A., al 31 de diciembre de ese año la empresa contaba con 70,862 clientes. Este número representa contratos únicos y no refleja la cantidad total de personas beneficiadas. Por ejemplo, en una familia de cuatro personas, solo una figura como cliente, quien firma el contrato con la empresa. La distribución de clientes por ciudad es la siguiente: 56,268 en la comuna de Punta Arenas, 11,085 en Puerto Natales, 2,720 en Porvenir y 789 en Puerto Williams. Además, durante 2023 se vendieron 357,658 MWh de electricidad generada por el parque generador de Edelmag y suministrada a sus 70,862 clientes.

En cuanto al valor de mercado de la electricidad, que en esta región se produce principalmente a partir de gas fósil, se considera el consumo promedio mensual de electricidad de una vivienda en Punta Arenas para estimar el costo aproximado por kWh consumido, el cual corresponde a 183 CLP/kWh por mes en una vivienda promedio de la comuna.

7.3. Combustible de Transición como Competidor al Gas Fósil de la Región

7.3.1. Proceso Productivo del Proyecto

El proceso de producción de energía eléctrica en Magallanes comienza con el transporte de gas fósil desde la planta de ENAP hacia la planta de Tres Puentes de Edelmag. En esta última, el gas alimenta turbinas que generan electricidad a través de energía calorífica. Al pasar por la cámara de la turbina, el gas impulsa su giro, convirtiendo la energía térmica en energía cinética que produce electricidad. Esta energía se suministra al Sistema Eléctrico Magallanes (SEM), la red de distribución que abastece a toda la región, principalmente a la ciudad de Punta Arenas, llegando tanto a los hogares como a las instalaciones empresariales.

El proyecto propuesto busca evaluar la posibilidad de reemplazar el gas fósil por combustibles de transición, como el hidrógeno verde o el amoníaco, para reducir el impacto ambiental. Se presentan dos opciones técnicas para realizar este cambio:

1. Cambio a hidrógeno verde: Este diseño comienza en el predio de HNH Energy en San Gregorio, ubicado a 120 km de la planta eléctrica. HNH Energy produciría hidrógeno verde y lo vendería a Edelmag a un costo por kWh. Debido a la volatilidad del hidrógeno, no es viable transportarlo en contenedores convencionales, por lo que se requeriría una red de tuberías revestidas con materiales resistentes a la corrosión del hidrógeno. Estas tuberías se extenderían desde la planta de HNH Energy hasta la planta de Edelmag, siguiendo las rutas 9 Norte y 255-CH. Una vez en Tres Puentes, se necesitaría un generador compatible, como la turbina de gas H-25 de Mitsubishi Power, que puede adaptarse para operar con hidrógeno. Una vez convertido en electricidad, el hidrógeno seguiría el proceso habitual hacia el SEM y, finalmente, hacia los hogares de Punta Arenas, quienes serían los usuarios finales.
2. Uso de amoníaco como combustible de transición: Una ventaja del amoníaco sobre el hidrógeno verde es su facilidad de manipulación para el transporte, ya que, al ser menos volátil que el H_2 , las cañerías no requieren un tratamiento tan exigente para adaptarse a la densidad del amoníaco. Por ello, se planea transportarlo desde el sitio de producción hasta la planta generadora de electricidad en Tres Puentes mediante el gasoducto que pasa por la ruta CH-255. Para evitar la corrosión causada por el amoníaco, se utilizará el método CPPP en la cañería del gasoducto, lo que permite aprovechar una línea ya existente en lugar de construir una nueva, optimizando así el uso de la infraestructura que conecta con la planta eléctrica de Punta Arenas. En la planta, el amoníaco puede utilizarse en el mismo generador H-25 de Mitsubishi. No obstante, la combustión de amoníaco produce óxidos de nitrógeno (NO_x), que son contaminantes y peligrosos. Para reducir sus emisiones, se utilizaría un sistema de reducción catalítica selectiva, capaz de disminuir en un 98% los contaminantes. De este modo, el amoníaco se convierte en un combustible seguro para la producción de electricidad. A partir de ahí, el proceso continúa de manera regular hacia el SEM.

Este proyecto plantea una transición hacia fuentes de energía más limpias, manteniendo el suministro eléctrico en la región y minimizando el impacto ambiental.

Para la validación de ambos proyectos, se consultó principalmente con dos especialistas. La Dra. Christine Mounaim-Rousselle, de la Université d'Orleans, Francia, fue la consultora técnica encargada de evaluar la disponibilidad y viabilidad del proyecto. Se realizó una entrevista con ella con el objetivo de validar y concretar uno de los métodos propuestos. Durante esta entrevista, se le plantearon preguntas como si es preferible utilizar hidrógeno o amoníaco, si se debe emplear la infraestructura existente o crear una nueva línea de transporte, los materiales recomendados, y la turbina disponible para la conversión de amoníaco a energía eléctrica.

Tras la entrevista, se decidió seguir el siguiente esquema:

- Se utilizará amoníaco como fuente energética.
- Se instalará una nueva tubería para el transporte de amoníaco en forma líquida, fabricada en acero, ya que este material no es susceptible a la corrosión por amoníaco. La tubería tendrá una longitud aproximada de 120 km, con recubrimiento anticorrosivo exterior (como el CPPP) de pintura epoxi, un diámetro de 6 pulgadas, y una presión máxima de 20 bares. Además, se instalará una estación de bombeo a mitad de trayecto, es decir, a los 60 km, y la tubería seguirá la ruta superficial vial.
- Se adquirirá la turbina H-25 de Mitsubishi Power, la cual se suministrará en ciclo combinado con gas natural.
- Se implementará un sistema SCR de reducción de emisiones de NOx en la turbina.
- La energía eléctrica producida por la turbina será cargada al Sistema Eléctrico Magallanes (SEM) y distribuida a la ciudad de Punta Arenas.

Este esquema ha sido validado por la Dra. Christine, quien considera que el diseño es completamente funcional y que, con la tecnología disponible en la actualidad, es 100% aplicable. Además, calificó el diseño como excelente desde el punto de vista cualitativo, destacando su viabilidad gracias a la disposición de HNH Energy como proveedor, la disponibilidad de empresas de ingeniería como Salfa Corp para la construcción de las

tuberías, y el interés de Edelmag S.A. en participar, poniendo a disposición sus instalaciones para el proyecto.

Este respaldo también fue confirmado por el Sr. Carlos Uribe Leiva, jefe de la Unidad del Medio Ambiente y Prevención de Riesgo Ambiental en Edelmag S.A., quien fue la segunda persona consultada para validar la parte técnica del esquema. El Sr. Uribe, encargado del proyecto de instalación de los dos sistemas SCR en la región, proporcionó información detallada sobre las especificaciones y finanzas de las instalaciones, así como sobre la capacidad técnica de la empresa para implementar la turbina. Además, expresó su interés en el proyecto propuesto y confirmó su disposición para proporcionar la información solicitada.

7.3.2. Capacidad Productiva del Proyecto

Actualmente, la ciudad de Punta Arenas requiere un suministro eléctrico estimado de entre 50 MW durante las temporadas de menor consumo y hasta 100 MW en las de mayor demanda. Este consumo varía en función de factores estacionales, condiciones climáticas y la actividad económica de la región, lo cual crea picos en el uso de electricidad, especialmente en invierno debido a la mayor demanda de calefacción y en verano por el aumento en la actividad industrial y comercial.

Una sola turbina de la serie H-25 de Mitsubishi tiene una capacidad de generación de 40 MW en operación estándar. Sin embargo, si se implementa en un ciclo combinado, su capacidad aumenta significativamente, alcanzando entre 60 MW y 120 MW. Esta configuración aprovecha de manera eficiente el calor residual del sistema para generar un mayor volumen de energía sin necesidad de incrementar la cantidad de combustible utilizado. Así, el ciclo combinado no solo optimiza el rendimiento energético de la turbina, sino que también mejora la sostenibilidad al reducir las emisiones por megavatio producido.

En términos prácticos, una sola turbina H-25 en ciclo combinado podría satisfacer la demanda de electricidad de Punta Arenas, incluso en momentos de alto consumo, con una producción que cubre el rango necesario de 60 a 120 MW. Esto significa que, con una sola unidad de este tipo, Punta Arenas podría tener asegurado su suministro energético, evitando la necesidad de múltiples fuentes y simplificando el sistema de generación eléctrica. Además,

la implementación de una turbina de este tipo contribuiría a reducir los costos de operación y mantenimiento, gracias a la eficiencia del ciclo combinado y a la estabilidad en el suministro.

La capacidad de esta turbina para satisfacer las necesidades de la ciudad representa una solución tecnológica adecuada para regiones que enfrentan fluctuaciones en la demanda eléctrica. Además, al reducir la dependencia de otras instalaciones de generación, el sistema de Punta Arenas podría operar con mayor confiabilidad y tener una reserva operativa en caso de que se requiera apoyo adicional.

7.4. Análisis Financiero

7.4.1. Análisis de la Estructura de Costos

La estructura de costos comprende la declaración de los valores asociados a la inversión y los gastos requeridos para la puesta en marcha del proyecto. A continuación, se detallan los principales componentes:

1. Costo variable

- Valor del MWh de amoníaco entregado por HNH Energy **\$67.194.572 CLP anual**
- Valor del MWh de gas entregado en EE. FF de Edelmag S.A **\$8.312.294.846 CLP anual**

2. Costos de inversión

- Construcción de la nueva tubería para el transporte de amoníaco: **\$18.800.000.000 CLP** (\$6.522.947.520 costo de la tubería cotizado de Krah y \$11.477.052.480 del costo de la instalación por SalfaCorp)
- Compra de la turbina **H-25 de Mitsubishi Power: \$27.600.000.000 CLP.** (Valor entregado por catálogo de Mitsubishi Power y reportes de mercado)
- Instalación del sistema **SCR: \$14,417,618,546** (Valor entregado por el Sr. Carlos Uribe de Edelmag S.A).

3. Capacitación del equipo encargado

- Entrenamiento para la manipulación y manejo seguro del amoníaco: **\$200.000 CLP** por persona. (Cotización realizada de diferentes empresas chilenas)

Esta estructura representa los costos necesarios para la implementación del proyecto, con una clasificación preliminar entre gastos fijos, inversiones específicas, y capacitación del personal.

7.4.2. Fijación de Precio por MW/H

El precio por MW/h de amoníaco fue proporcionado por HNH Energy en base a su estudio de prefactibilidad para la producción de este compuesto. Además, dicho precio está alineado con las estimaciones de la Comisión de Energía de la Unión Europea, que sitúa el costo del kW/h de amoníaco en un rango de 3 a 7,5 euros. Con estos antecedentes, el director del proyecto de HNH Energy, Sr. Mario Marchese, determinó que el valor de venta del amoníaco para este proyecto será de 850 USD/ton.

7.4.3. Subsidio

El subsidio considerado para este estudio es el mismo que actualmente se aplica a la compra de gas por parte de Edelmag S.A. para la producción de electricidad en sus diferentes parques generadores.

Dado que se trata de un ciclo combinado, que incluye amoníaco y gas natural para la generación de electricidad, el subsidio ya está integrado en el costo del gas. Por lo tanto, no es necesario calcular este subsidio de manera separada, ya que está implícitamente considerado en la evaluación del costo.

7.4.4. Evaluación del Proyecto

Para establecer los conceptos que conformarán la evaluación del proyecto, es necesario definir a quién estará dirigido el proyecto propuesto. En este caso, se plantea su orientación hacia una empresa generadora de electricidad en la región, específicamente Edelmag S.A.

Para evaluar los ingresos y costos relacionados con el gas, se utilizaron los estados financieros de esta empresa y su memoria anual integrada correspondiente al año 2023. Al 31 de diciembre de 2023, Edelmag presentó información sobre la capacidad total de potencia de su parque generador, distribuido por comunas, el número total de clientes, y la cantidad total de MW vendidos, datos que sirvieron de base para determinar los ingresos proyectados.

Se calcularon exclusivamente los ingresos relacionados con la venta de electricidad generada a partir de amoníaco, que se estimaron en \$19.299.714.836 CLP (equivalentes a \$19.740.723 USD, según el tipo de cambio utilizado). No se consideraron los ingresos derivados de la generación mediante gas natural, ya que son datos previamente percibidos por la empresa.

En cuanto a los costos, se calcularon aquellos relacionados con la operación de la turbina combinada, que en este estudio produciría 40 MW con amoníaco y 48,8 MW con gas natural. Este análisis se proyectó a 25 años, que es el promedio utilizado por la industria energética para evaluar proyectos de gran envergadura. También se incluyeron los gastos de operación y mantenimiento (OyM), estimados en un 10% de la inversión inicial, y un impuesto del 27%, en línea con el régimen tributario vigente para proyectos de gran inversión.

En lo referente a la depreciación, se utilizó una cuota proporcional a la vida útil estimada para el periodo de estudio. Según el análisis de especialistas, como el Sr. Carlos Uribe de Edelmag, la vida útil establecida por el Servicio de Impuestos Internos (SII) para la depreciación de equipos de generación no se ajusta a la realidad de las turbinas utilizadas por la empresa ni de la cotizada para este proyecto.

Los resultados de la evaluación se obtendrán mediante un análisis de flujo de caja proyectado, utilizando los indicadores financieros del Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR) para demostrar la viabilidad financiera del proyecto. Para este análisis, se aplicará una tasa de descuento del 8%, que corresponde a la tasa utilizada por HNH Energy en sus estudios de prefactibilidad para proyectos relacionados con la producción y venta global de amoníaco. Según el director del proyecto, esta tasa también es representativa de las evaluaciones de proyectos de riesgo en energías renovables innovadoras, como el hidrógeno verde.

Finalmente, el análisis se realizó en dólares estadounidenses debido a la magnitud de la inversión y porque esta divisa es la más utilizada en transacciones relacionadas con energías renovables. El tipo de cambio empleado fue el dólar observado del lunes 2 de diciembre de 2024, con un valor de 977,66 CLP/USD. Asimismo, se asumió un crecimiento del 2% anual en los ingresos, costos fijos y costos variables, considerando la inflación y el IPC proyectados.

Con esta estructura de costos y supuestos, el flujo de caja proyectado se presenta en la tabla siguiente:

Ver “Anexo 4: Evaluación financiera y flujo de caja proyectado proyecto de generación eléctrica en base a amoníaco”

Gracias al análisis del flujo de caja proyectado, se determinó una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 8.2%, lo que representa el retorno correspondiente a la inversión inicial estimada en \$61.392.323 USD. Este resultado se obtuvo considerando una tasa de descuento del 8%, comúnmente utilizada en la industria de energías renovables y empleada por HNH Energy en la evaluación de su proyecto principal.

Al término del periodo de análisis (25 años), el proyecto registra un Valor Actual Neto (VAN) positivo de \$1.100.030 USD. Este resultado confirma la viabilidad financiera del proyecto en la etapa de prefactibilidad, indicando que generará beneficios económicos por encima del costo de capital utilizado para evaluarlo.

Un aspecto clave a destacar es que, para el periodo 12, el flujo de caja acumulado alcanza valores positivos. Esto significa que en este punto del análisis la inversión inicial es completamente recuperada gracias a los ingresos generados exclusivamente por la producción de electricidad basada en amoníaco. Este dato es especialmente relevante, ya que establece el horizonte temporal en el que el proyecto comienza a generar utilidades netas.

7.5. Análisis Comparativo con el Gas Fósil

En términos técnicos, la incorporación de la nueva turbina H-25 representa un avance significativo en comparación con la capacidad actual del parque generador Tres Puentes. Una

sola turbina H-25 puede producir la misma cantidad de electricidad que todo el parque, lo que permite reducir considerablemente los costos de operación y mantenimiento asociados a las máquinas existentes. Al concentrar los recursos en la operación de esta turbina, se logra una mayor eficiencia y un menor costo a largo plazo.

Sin embargo, es importante señalar que una sola turbina no alcanza para lograr la descarbonización completa de la matriz energética de Punta Arenas. En su configuración básica, impulsada exclusivamente por amoníaco, la turbina no puede satisfacer la demanda mínima de electricidad requerida por la ciudad. Por este motivo, es necesario operar en un ciclo combinado utilizando gas natural, lo que, aunque reduce los costos operativos totales del parque, no elimina completamente las emisiones de carbono.

A pesar de ello, los resultados de las evaluaciones técnica y financiera, junto con el Plan de Hidrógeno Verde presentado por el gobierno, proyectan una significativa disminución en los costos de producción y en las tecnologías asociadas al amoníaco y al hidrógeno verde. Esto abre la posibilidad de adquirir una segunda turbina H-25 manteniendo los valores actuales del Capex. Tal inversión no solo sería viable desde una perspectiva económica, sino también prometedora en términos de avanzar hacia el objetivo de emisiones netas cero ("Neto 0").

Desde el punto de vista financiero, es evidente, según la estructura de costos, que el mayor componente del Opex está representado por el gas natural. Este elevado costo se debe, en parte, a los impuestos y penalizaciones que enfrentan las empresas productoras de gas por tratarse de un combustible fósil contaminante. Incluso con los subsidios vigentes, el gas sigue siendo más caro que el amoníaco producido y comercializado por HNH Energy.

A largo plazo, la adquisición de una segunda turbina H-25 de Mitsubishi Power, operando ambas exclusivamente con amoníaco, permitiría reemplazar la matriz energética actual por una fuente libre de emisiones de gases de efecto invernadero. Además, se espera que los costos del amoníaco disminuyan con el tiempo, gracias al desarrollo de economías de escala y avances tecnológicos. Esto consolidaría un panorama más favorable para esta fuente energética, posicionándola como una alternativa sostenible y económicamente competitiva frente al gas natural.

8. Resultados y Discusión

Gracias al estudio realizado en este trabajo, los resultados reflejan el impacto económico que el proyecto de HNH Energy generará en la región de Magallanes una vez implementado. La presentación de los resultados se organiza en dos secciones principales, correspondientes a los capítulos 6 y 7.

En el capítulo 6, se analiza el impacto económico, dividido en dos partes. La primera parte aborda la inyección directa e indirecta de recursos monetarios hacia la economía regional, incluyendo gastos como la compra de materia prima para la construcción, el transporte del personal, las remuneraciones, el consumo derivado de visitas externas al proyecto, la organización de charlas, congresos y ferias científicas, además de los servicios asociados a los campamentos del proyecto.

En la segunda parte del capítulo 6, se presentan los resultados de los estudios econométricos sobre el impacto en la empleabilidad, evaluando cómo se prevé que afectará la curva de tendencia en comparación con la situación actual. Además, se analiza el efecto del proyecto en el surgimiento de nuevos emprendimientos derivados de la inversión realizada por HNH Energy.

Por último, el capítulo 7 aborda los resultados financieros del proyecto, basados en el análisis estimado de la estructura de costos y en un flujo de caja proyectado a 25 años.

8.2. Presentación de Resultados

Para los resultados de la primera parte del capítulo 6, se utilizará como referencia la matriz Insumo-Producto elaborada en esa sección del estudio. Esta matriz incluye el impacto final de HNH Energy, tanto en la fase de construcción como en la fase de operación del proyecto, sobre las diferentes áreas y sectores económicos, tanto de manera directa como indirecta. A continuación, se presenta el desglose de los sectores afectados:

Gasto Directo

- Materia Prima: **\$212.347.752.000** (Sector: Construcción)
- Transporte del personal: **\$8,769,600,000** (Sector: Transporte y turismo)
- Sueldos:
 - Promedio contrataciones: **\$788.388.589.345** (Peor escenario),
\$822.182.788.818 (Mejor escenario)
 - Máximo contrataciones: **\$995.213.165.653** (Peor escenario),
\$1.037.743.564.185 (Mejor escenario)

Gasto Indirecto

- Consumo de visitas: **\$2.618.042.400** (Sector: Turismo)
- Charlas, ferias científicas y congresos: **\$672.000.000** (Sector: Educación y Tecnología)
- Servicios Campamentos: **\$178.272.000.000** (Sector: Servicios)

Con este desglose, la suma final al concluir ambas fases se divide en cuatro posibles resultados, dependiendo de los diferentes escenarios salariales. En el peor de los casos, considerando el sueldo promedio de las contrataciones, el valor final sería de **\$1.191.067.983.745**. En el mejor escenario para el sueldo promedio, el valor final ascendería a **\$1.224.862.183.218**.

Por otro lado, al evaluar el sueldo en el escenario máximo de contratación, en el peor de los casos, el valor final sería de **\$1.397.892.560.053**. En el mejor escenario, que también representaría el mayor impacto que el proyecto podría generar en la región, el valor final alcanzaría los **\$1.440.422.958.585**.

En la segunda parte de los resultados del capítulo 6 se presentan los resultados obtenidos de las regresiones correspondientes a la evaluación del impacto en la empleabilidad regional y la creación de emprendimientos derivados de la inversión. Se muestra cómo la inversión de HNH Energy afectaría las curvas de tendencia establecidas en la economía regional.

En primer lugar, respecto al impacto en el empleo, como se mencionó previamente, el proyecto estima una contratación promedio de 2.446 personas, con un máximo de 3.998 durante la fase de construcción. En la fase de operación, se prevé una contratación promedio de 1.472 personas, con un máximo de 1.777 trabajadores.

Al finalizar el estudio, se evidenció que el impacto en la empleabilidad regional es significativo durante la fase de construcción. Esto se debe a que la curva de variación de la empleabilidad regional está estrechamente vinculada con la curva de contratación de HNH Energy. La magnitud de las contrataciones del proyecto se correlaciona directamente con la variación estimada de empleos en la región, según la regresión de Poisson. La contratación de HNH comenzará en 2026, y el año clave será 2027, cuando ambas curvas mostrarán el mismo nivel de crecimiento. En ese año, se prevé un incremento regional de 4.195 nuevos empleos, mientras que HNH estará contratando 3.794 personas, de las cuales una parte no corresponde a trabajadores locales.

Una vez finalizada la fase de construcción, la curva de contrataciones de HNH Energy disminuirá a medida que se inician los despidos del personal contratado para esta etapa del proyecto. Esto también impactará la curva de empleabilidad regional, que alcanzará su mínimo en 2029, con 1.162 contrataciones. En 2030, HNH alcanzará su punto más bajo, con 600 empleados contratados. A partir de ese año, comenzará la fase de operación, lo que generará una nueva ola de contrataciones que también influirá en la curva regional de empleos. En 2032, la empleabilidad regional alcanzará su máximo, con 3.602 nuevos empleos, mientras que HNH contratará 1.472 personas ese año.

En segundo lugar, se presentan los resultados obtenidos en el análisis del crecimiento de los emprendimientos derivados de la inversión de HNH Energy. En este análisis, se estableció la tendencia actual de los rubros económicos directamente afectados tanto por este proyecto como por la empresa Methanex. Para la presentación de los resultados, se considera el año 2026 como el año de estudio, ya que es cuando se realizará la inversión de HNH.

En cuanto a la tendencia actual, se espera que para el año 2026 se generen 3.284 emprendimientos, lo que representa una diferencia de 92 emprendimientos con respecto al año anterior, que se estimaba en 3.191 empresas. Por otro lado, al incluir la inversión de HNH en la regresión, se espera la creación de 3.418 empresas nuevas para ese año, lo que implica

una diferencia de 226 emprendimientos respecto al año anterior y 134 más que con la estimación basada en la tendencia actual.

Finalmente, en términos de la diferencia entre el inicio y el final del periodo, la regresión con la inversión de Methanex muestra una creación de 2.777 nuevas empresas desde 2005 hasta 2035. En el caso de la regresión con la inversión de HNH Energy, la diferencia entre el final y el principio del periodo es de 2.805 empresas.

Como se estableció en el capítulo de evaluación de proyectos, se estimó un flujo de caja proyectado a 25 años a partir de la inversión inicial en dólares estadounidenses, debido a las altas cifras involucradas y la disponibilidad de datos únicamente en esta divisa. Se descartó el euro, ya que no se logró obtener valores en esta moneda para algunos productos evaluados. Es importante señalar que, para cualquier evaluación en pesos chilenos (CLP), se utilizó un tipo de cambio de \$977,66 CLP/USD, correspondiente al valor observado el lunes 2 de diciembre de 2024.

De acuerdo con los resultados del flujo de caja, se obtuvo una TIR positiva del 8,2% al finalizar los 25 años de estudio. Actualmente, HNH Energy ha establecido una tasa de descuento del 8% para la evaluación financiera de su proyecto principal de producción de amoníaco.

Según los resultados del VAN a esta tasa de descuento, se proyecta un retorno de la inversión de \$1.100.030 USD. Además, se estima que, a partir del periodo 12, según el flujo de caja acumulado, la inversión inicial se recuperará gracias a los ingresos generados por la venta de electricidad producida exclusivamente por la turbina H-25 de Mitsubishi Power, impulsada por 40 MW de amoníaco. Cabe destacar que no se contemplan los ingresos por la venta del gas en ciclo combinado, ya que este proyecto tiene como objetivo reemplazar las actuales turbinas de gas, manteniendo la misma potencia generada por el parque Tres Puentes. Dado que los ingresos por gas ya son percibidos por la empresa Edelmag S.A., el análisis se centró en evaluar si los ingresos por la producción de electricidad a partir de amoníaco podrían recuperar la inversión y hacer que el proyecto sea viable tanto técnica como financieramente.

8.3. Interpretación de Resultados

Con los resultados presentados, es necesario describir y analizar cómo estos impactarán en las áreas correspondientes estudiadas y las implicancias que traerán para la región, considerando el estudio de impacto económico expuesto en el Capítulo 6 y su aplicación a Punta Arenas en el contexto de la evaluación de proyectos desarrollada en el Capítulo 7.

Impacto Económico Regional (Capítulo 6)

1. Inyección Monetaria Directa e Indirecta

- **Construcción y Operación:** El proyecto movilizará recursos significativos en ambas fases, con un gasto total estimado entre \$1,191 billones y \$1,440 billones CLP, dependiendo de las condiciones salariales. Estos montos incluyen inversiones en materia prima (\$212,347 millones CLP), transporte, sueldos, servicios asociados y eventos científicos.
- **Afectación Sectorial:** Sectores clave como construcción, transporte, servicios y turismo recibirán una inyección directa de recursos. Esto favorecerá la diversificación económica de la región, aumentando su resiliencia frente a las fluctuaciones del mercado energético tradicional.

2. Empleabilidad Regional

- **Fase de Construcción:** En su pico máximo, el proyecto generará 4,195 empleos nuevos en 2027, de los cuales 3,794 estarán directamente vinculados a HNH Energy. Los modelos econométricos muestran una correlación positiva entre la inversión y el empleo, lo que evidencia una mejora sustancial en la curva de tendencia regional de empleabilidad.
- **Fase de Operación:** Aunque los empleos disminuyen tras la construcción, la fase operativa garantizará un promedio anual de 1,472 puestos, asegurando una base laboral estable a largo plazo.

Esto representa una masa laboral que beneficiará principalmente a las familias de la región quienes podrán contar con la posibilidad de acceder a este ingreso otorgado por el proyecto y este ser utilizado en las necesidades que la economía requiere y exige.

3. Creación de Emprendimientos

La inversión de HNH Energy impulsará la creación de empresas locales. En 2026, se proyecta un total de 3,418 emprendimientos, 134 más que el escenario sin inversión. A largo plazo (2005-2035), el proyecto generará 2,805 nuevas empresas, superando las cifras alcanzadas bajo la influencia de Methanex en el mismo período.

Viabilidad Financiera del Proyecto (Capítulo 7)

1. Análisis de Rentabilidad

- La Tasa Interna de Retorno (TIR) del 8,2% y el Valor Actual Neto (VAN) de \$1,100,030 USD (calculado con una tasa de descuento del 8%) confirman la viabilidad económica del proyecto. La inversión inicial se recuperará en el periodo 12 del flujo de caja proyectado.
- Este análisis excluye ingresos por la venta de gas y se enfoca en los ingresos generados por la producción eléctrica basada en amoníaco, destacando el enfoque sostenible del proyecto.

2. Generación Eléctrica Sustentable

La implementación de turbinas H-25 de Mitsubishi Power permitirá generar 40 MW con amoníaco, reemplazando las actuales turbinas de gas sin reducir la capacidad del parque Tres Puentes. Esta transición refuerza el compromiso regional con la descarbonización del sector energético.

Impactos Estratégicos para la Región de Magallanes

1. Desarrollo Regional y Sostenibilidad

El proyecto fomenta la diversificación productiva de Magallanes, reduciendo su dependencia del gas natural. Además, la adopción de tecnologías limpias posiciona a la región como líder en innovación energética en Chile y Sudamérica.

2. Impulso a la Innovación

La organización de congresos y ferias científicas asociadas al proyecto contribuirá a la creación de un ecosistema de investigación y desarrollo en tecnologías sostenibles.

3. Impactos Sociales y Comunitarios

La contratación de personal local y la promoción de emprendimientos derivados garantizarán una distribución más equitativa de los beneficios del proyecto. Paralelamente, las iniciativas educativas y científicas fortalecerán el desarrollo del capital humano en la región.

Con esto dicho, el proyecto de HNH Energy para la transición hacia la generación eléctrica basada en amoníaco no solo demuestra viabilidad económica, sino que también genera un impacto transformador en la región de Magallanes. Su contribución a la diversificación económica, la sostenibilidad ambiental y el fortalecimiento del tejido social lo posiciona como un pilar estratégico para la transición energética en Chile. Este proyecto, además de alinearse con los objetivos de descarbonización, establece a Magallanes como un polo de innovación y desarrollo sostenible, marcando un precedente para futuros proyectos energéticos en el país.

8.4. Implicaciones para la Región y la Empresa

Con los datos recolectados y los resultados obtenidos, es posible determinar tanto cuantitativa como cualitativamente las implicancias de la implementación del proyecto de HNH Energy. Estas implicancias son evidentes para ambas partes, con un enfoque particular en la región, dado que el estudio se centra en los efectos que tendría la inversión, así como la posibilidad de descarbonizar la huella de carbono en Magallanes.

Según la interpretación de los resultados y los análisis realizados, tanto en el ámbito laboral como en el de los emprendimientos, se prevé un escenario muy favorable. En primer lugar, se observa un aumento en la curva de nuevas empresas, lo que conlleva, de manera automática, un incremento progresivo en la contratación de personal. Este es un efecto indirecto del proyecto de HNH Energy, mientras que el mayor impacto directo se genera en la fase de construcción, que brindará soporte a muchas familias de la región, considerando

además el nivel de remuneraciones ofrecidas, lo cual tendrá un impacto significativo en estas familias magallánicas. Aunque en la fase de operación se reduzcan tanto los empleos como la tendencia de nuevos emprendimientos, el impacto sigue siendo prolongado a largo plazo, contribuyendo de manera considerable en comparación con la tendencia de crecimiento actual.

En cuanto a la inyección monetaria directa e indirecta que se generará, es importante destacar el alto impacto que representa, ya que son pocas las empresas en la región que pueden generar tal efecto en la economía local. Entre ellas se encuentran principalmente las empresas del rubro turístico, como Hoteles Australis S.A., y las empresas productivas del sector químico y energético, como ENAP y Methanex. De este modo, el dinero circulante experimentará un incremento considerable desde el inicio de la construcción hasta la finalización de la operación de la planta de HNH Energy.

Por último, en cuanto a la evaluación del proyecto, se debe considerar que, aunque no representa el mismo nivel de significancia e impacto financiero que los resultados medioambientales y tecnológicos, el proyecto es viable tanto técnica como financieramente. Esta evaluación se basó en la financiación propia de la empresa encargada de llevar a cabo el proyecto, Edelmag S.A., que se encarga de la generación y distribución de electricidad en la región. No obstante, ya se ha determinado que el proyecto es viable desde el punto de vista técnico, tecnológico y financiero, lo que promete un avance importante hacia la descarbonización de la huella de carbono en la región.

Se espera alcanzar el "Neto 0", es decir, cero emisiones de CO₂ u otros gases de efecto invernadero. Aunque este proyecto no permitirá reducir las emisiones en un 100%, se estima una reducción de casi el 50% de las emisiones totales de Punta Arenas, específicamente en el área del parque Tres Puentes. Esto implicaría que las cinco turbinas a gas natural que actualmente posee Edelmag podrían ser reemplazadas por la turbina H-25 de Mitsubishi, lo que reduciría significativamente los costos de mantenimiento y producción de Edelmag al prescindir de las turbinas actuales.

En el futuro, se espera que el plan de Hidrógeno Verde del gobierno reduzca de manera significativa los costos de producción y la tecnología involucrada en la producción de hidrógeno verde (H₂V) y amoníaco. Esto abriría la posibilidad de adquirir más turbinas H-

25 u otras disponibles en el mercado, lo que permitiría avanzar en la reducción de emisiones y contribuir a mitigar los efectos del cambio climático, que han afectado especialmente a la región. Punta Arenas se perfila como una de las principales ciudades en liderar esta iniciativa.

9. Conclusiones

9.1. Conclusiones Principales de los Objetivos

Una vez aplicadas todas las metodologías propuestas y obtenidos e interpretados los resultados, es posible evaluar el cumplimiento de los objetivos establecidos. Se comenzará con los objetivos específicos correspondientes a cada estudio realizado, para finalizar con la valoración del cumplimiento del objetivo general, que fue la guía de todo el trabajo. El detalle se desglosará por objetivo.

1.- “Medir el impacto en la economía regional a través del gasto incurrido y el recurso monetario inyectado directa e indirectamente por el proyecto”

A través de este trabajo, se puede afirmar que se logró el objetivo, ya que, mediante la recolección de datos sobre los gastos de HNH Energy, tanto de forma directa como indirecta, y su posterior procesamiento en la matriz Insumo-Producto, se demostró el impacto del dinero como recurso monetario inyectado en diversos sectores de la economía, como transporte, turismo, educación, tecnología y construcción. Por lo tanto, es correcto afirmar que este objetivo fue alcanzado con éxito.

2.- “Analizar el impacto en empleos nuevos tanto directos como indirectos”

Mediante el análisis econométrico utilizando la regresión de Poisson, fue posible estimar el impacto en la empleabilidad y la creación de nuevos empleos, tanto directos como indirectos, derivados de la operación del proyecto HNH Energy. Este proyecto generó un fuerte impacto y creó una nueva tendencia que supera la situación económica regional actual. Por lo tanto, este objetivo también fue alcanzado con éxito.

3.- “Calcular y pronosticar la creación de nuevos emprendimientos derivados directa e indirectamente de la inversión”

Gracias al modelaje de la regresión ARIMA realizado en este estudio, fue posible estimar el impacto que generaría la inversión de HNH Energy en la curva de tendencia de nuevos emprendimientos, respaldada por los datos históricos de la inversión de Methanex. En el análisis se mostró el incremento de emprendimientos esperado para el año de inicio de operaciones del proyecto, así como la nueva tendencia que se generaría a futuro. Por lo tanto, este objetivo también fue alcanzado con éxito.

4.- “Evaluar si existe la posibilidad de negocio o no para HNH Energy de crear un mercado de hidrogeno verde para la región”

La evaluación de proyectos permitió determinar de manera positiva que la generación de electricidad a partir de amoníaco o hidrógeno verde es financieramente viable, y que existe una oportunidad de negocio para HNH Energy. Según el plan financiero, la capacidad técnica de la región para utilizar amoníaco es factible, lo que permite a HNH Energy participar en este mercado mediante la venta de amoníaco. Este objetivo fue alcanzado con éxito.

5.- “Analizar la disponibilidad de un combustible limpio para la descarbonización de la matriz”

El análisis técnico y el diseño del proyecto de descarbonización de la matriz energética de la región permitieron validar la disponibilidad de un combustible limpio como fuente energética, siendo el amoníaco el principal candidato para llevar a cabo este proceso. Aunque la evaluación financiera indica que no es posible reducir la huella de carbono en un 100% en la ciudad de Punta Arenas, sí es viable reducir significativamente el impacto de las emisiones. Actualmente, existe disponibilidad técnica para la reducción, y se espera que, en el futuro, se logre la neutralidad de carbono. Este objetivo también fue alcanzado con éxito.

Finalmente, la conclusión que determina la validez de este estudio corresponde al objetivo principal del trabajo que es:

“Analizar y demostrar los beneficios que conlleva la inversión realizada por HNH Energy respecto al impacto económico de la región y la generación de un mercado de energía mediante el hidrogeno verde.”

Gracias a los estudios diseñados y a los objetivos específicos que sirvieron como guía, los resultados obtenidos respaldan de manera positiva lo planteado en el objetivo general. La primera parte de este objetivo se cumplió a través de los tres primeros objetivos específicos, mientras que la segunda parte se logró con los dos objetivos específicos restantes.

Por lo tanto, se puede afirmar con certeza que este objetivo fue cumplido con creces, demostrando los beneficios que la inversión realizada por HNH Energy traerá a la región de Magallanes y la Antártica, tanto para su economía como para sus habitantes. La hipótesis inicial, que preveía un impacto altamente positivo y significativo, se comprobó mediante los análisis estadísticos realizados y la metodología empleada.

9.2. Recomendaciones para la Empresa y la Región

El objetivo principal de este estudio era demostrar el impacto de la inversión de HNH Energy en la región de Magallanes y la Antártica Chilena. Por lo tanto, las recomendaciones se dirigen tanto al proyecto como a la región. Para una mejor comprensión, las recomendaciones se dividirán en dos listas: una para la empresa y otra para la región.

Recomendaciones para HNH Energy

- Algunos de los estudios, como el análisis del gasto directo e indirecto, no consideran la evaluación de impuestos, patentes comerciales, entre otros. Por lo tanto, se recomienda profundizar en estos valores, ya que lo presentado en este informe corresponde al mínimo percibido que el proyecto deja en la región. Un estudio más

detallado, tomando como base lo ya analizado en este trabajo, podría ofrecer una estimación más precisa sobre el impacto directo del dinero invertido en la región.

- A partir de lo estudiado en este trabajo, es posible determinar estrategias comerciales para promover la imagen del proyecto en relación con la introducción de la industria del hidrógeno verde en la región. El proyecto puede utilizar este estudio para comunicar a los habitantes de la región y a nuevos inversionistas los beneficios que no solo traerá HNH Energy como empresa individual, sino toda la industria en su conjunto. Este estudio representa, en una escala reducida, lo que implicará la introducción de la industria del hidrógeno verde en la región. Por lo tanto, utilizar los resultados obtenidos como herramienta de difusión sobre los beneficios de la industria será esencial para el crecimiento y el aumento de la confianza en los futuros proyectos que se desarrollarán.

Recomendaciones para la región

- La región puede verse altamente beneficiada por estos resultados, ya que le permite visualizar su panorama futuro con la llegada de la industria del hidrógeno verde. Por lo tanto, se recomienda aumentar la inversión en infraestructura y educación que faciliten la adopción de esta industria y permitan a la población sentirse más segura respecto a ella. Los efectos que generaría podrían mejorar considerablemente la calidad de vida de los habitantes de la región, tanto en términos económicos como socioeconómicos, lo que sería esencial para la sociedad. Además, la industria podría convertirse en un centro productivo tan relevante que no solo tendría un gran impacto a nivel nacional, sino también internacional, especialmente considerando el retorno del Estrecho de Magallanes como un importante paso comercial e interoceánico, un escenario ya previsto para el futuro.
- Gracias al diseño del proyecto de descarbonización de la matriz realizado en este estudio, la posibilidad de alcanzar la neutralidad de emisiones se presenta como una

meta viable en un futuro relativamente cercano. Esto es posible gracias a proyectos como HNH Energy, que, mediante su inversión y capacidad productiva, pueden lograr esta meta. Como recomendación, sería fundamental apoyar y fomentar estos proyectos para alcanzar el objetivo de "Neto 0", lo que posicionaría a Punta Arenas como una ciudad líder mundial en descarbonización, uno de los pocos ejemplos actuales. Utilizar esta base y ampliarla para cubrir toda la región sería de gran importancia para el desarrollo sostenible y autónomo de la misma.

9.3. Propuestas para Investigaciones Futuras

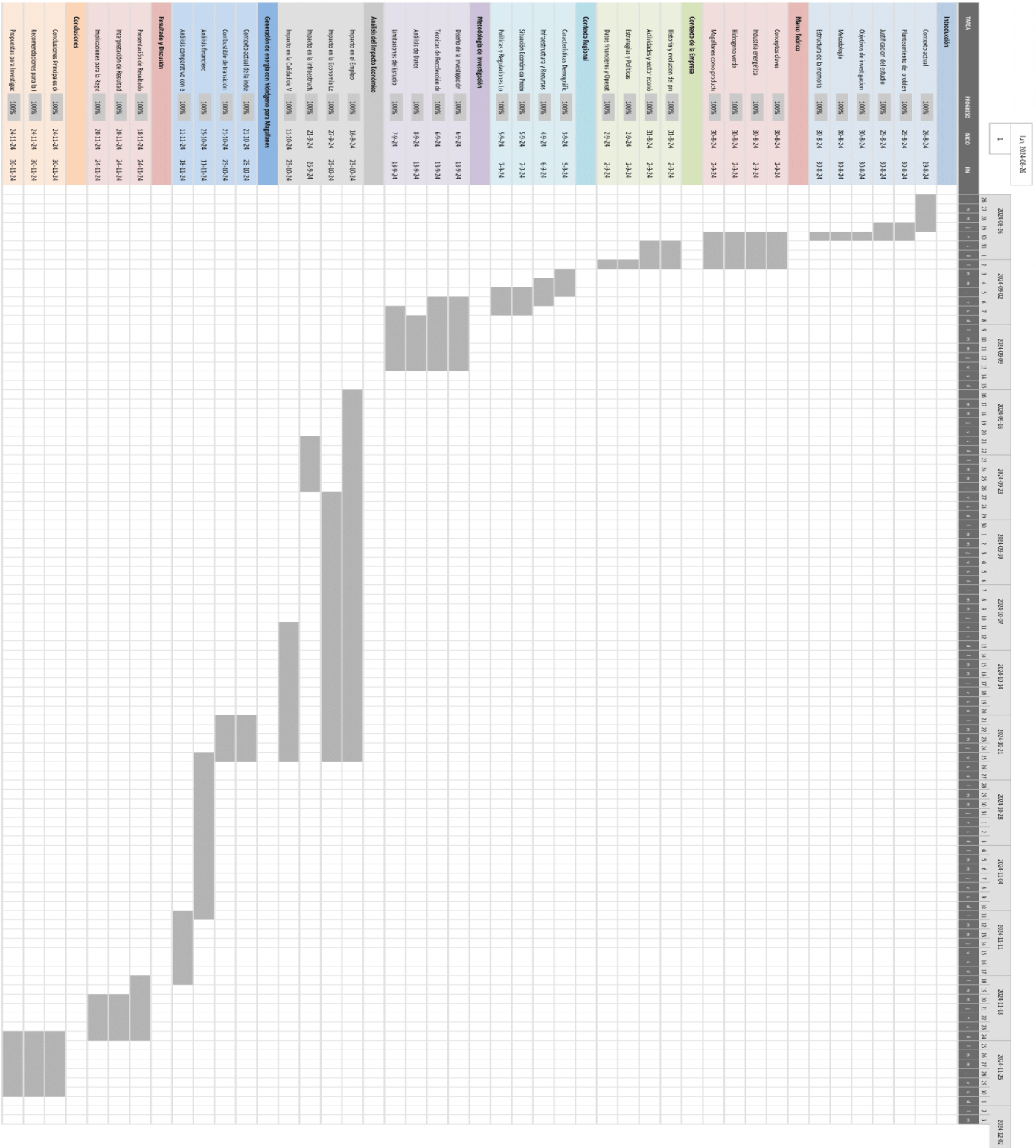
Como se mencionó anteriormente en las recomendaciones, una de las propuestas clave para investigaciones futuras, especialmente para HNH Energy, es ampliar los focos de evaluación con mayor detalle. De esta forma, se podrán obtener datos más concretos, reales y precisos que los presentados en este trabajo. Además, al expandir el alcance de los estudios, se sugiere explorar otras estrategias comerciales derivadas de la producción principal del proyecto. Esto no solo representaría una fuente adicional de ingresos para la empresa, sino también otro motor de impacto económico que beneficiaría a la región, bajo las mismas cualidades que se han analizado.

Finalmente, la principal propuesta para futuras investigaciones es reevaluar la evaluación de proyectos, ya que, con la tecnología y los costos de producción actuales, fue posible diseñar un proyecto válido y viable. Sin embargo, no se logró reducir al 100% la huella de carbono. No obstante, con los efectos de la economía a escala que se esperan cuando la industria del hidrógeno verde esté plenamente operativa a nivel mundial, y considerando los diferentes planes estratégicos que los estados están implementando, se prevé que los costos de producción y las tecnologías asociadas a estos combustibles limpios se reduzcan. En consecuencia, es posible que, en el futuro, cuando se recupere la inversión según lo previsto en la evaluación financiera de este estudio, se pueda realizar una nueva inversión que permita la descarbonización total, no solo de la comuna de Punta Arenas, sino de toda la región de Magallanes y la Antártica Chilena. Esto no solo contribuiría significativamente a la lucha contra el cambio climático, sino que mejoraría la calidad de vida en nuestro planeta, beneficiando a sus habitantes y a las generaciones futuras.

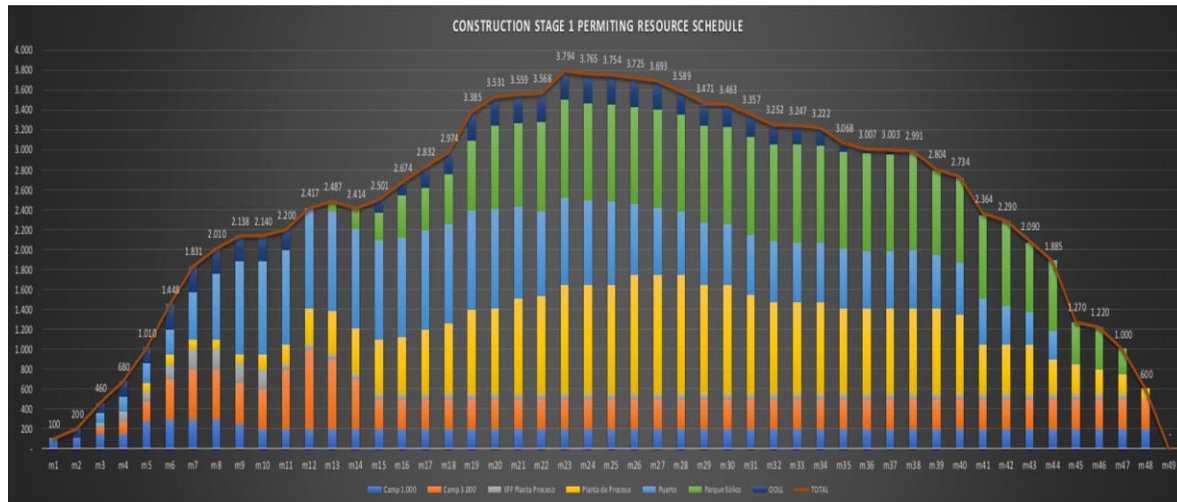


10. Anexo

Anexo 1: Carta Gantt del estudio

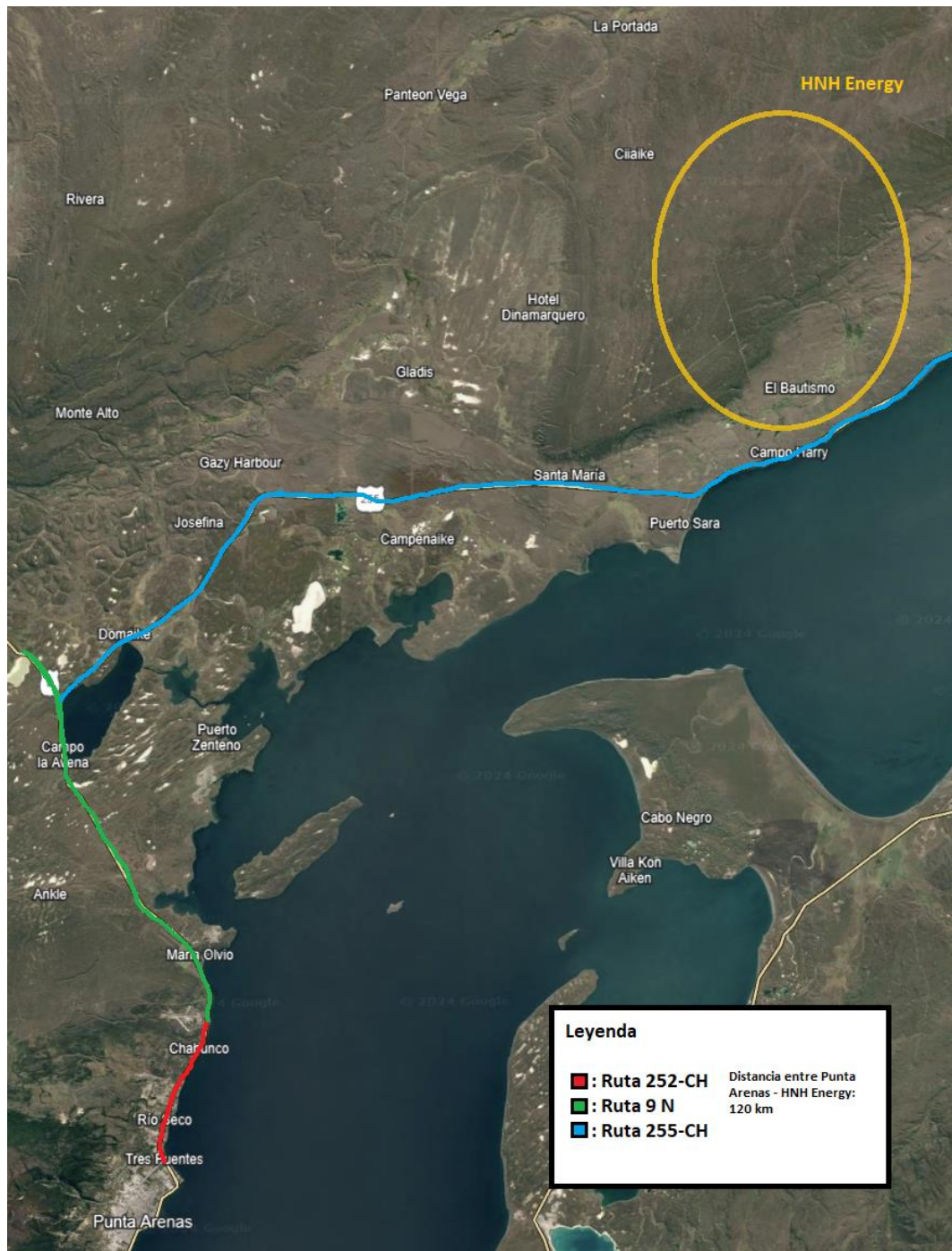


Anexo 2: Curva de contratación de HNH Energy por mes durante la fase de construcción



Fuente: HNH Energy

Anexo 3: Mapa de la provincia de Magallanes con la ubicación de Punta Arenas y el sitio de producción de HNH Energy demarcando las rutas y la distancia.



Fuente: Elaboración propia con imagen satelital de Google Earth

Anexo 4: Evaluación financiera y flujo de caja proyectado proyecto de generación eléctrica en base a amoniaco

Evaluación Económica

Año		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Inversión		\$61,392,323													
Ingreso por venta			\$19,740,723	\$20,135,537	\$20,538,248	\$20,949,013	\$21,367,993	\$21,795,353	\$22,231,260	\$22,675,885	\$23,129,403	\$23,591,991	\$24,063,831	\$24,545,107	\$25,036,009
Costo Gas			\$8,502,235	\$8,672,279	\$8,845,725	\$9,022,640	\$9,203,092	\$9,387,154	\$9,574,897	\$9,766,395	\$9,961,723	\$10,160,958	\$10,364,177	\$10,571,460	\$10,782,889
Costo Amoniaco			\$68,730	\$70,105	\$71,507	\$72,937	\$74,396	\$75,883	\$77,401	\$78,949	\$80,528	\$82,139	\$83,781	\$85,457	\$87,166
Costo total ciclo combinado			-\$8,570,965	-\$8,742,384	-\$8,917,232	-\$9,095,576	-\$9,277,488	-\$9,463,038	-\$9,652,298	-\$9,845,344	-\$10,042,251	-\$10,243,096	-\$10,447,958	-\$10,656,917	-\$10,870,056
OyM	10%		-\$6,139,232	-\$6,139,232	-\$6,139,232	-\$6,139,232	-\$6,139,232	-\$6,139,232	-\$6,139,232	-\$6,139,232	-\$6,139,232	-\$6,139,232	-\$6,139,232	-\$6,139,232	-\$6,139,232
EBITDA			\$5,030,526	\$5,253,921	\$5,481,784	\$5,714,204	\$5,951,273	\$6,193,083	\$6,439,729	\$6,691,308	\$6,947,919	\$7,209,662	\$7,476,640	\$7,748,958	\$8,026,721
Depreciación			-\$2,455,562	-\$2,455,693	-\$2,455,693	-\$2,455,693	-\$2,455,693	-\$2,455,693	-\$2,455,693	-\$2,455,693	-\$2,455,693	-\$2,455,693	-\$2,455,693	-\$2,455,693	-\$2,455,693
Resultado Operacional			\$2,574,964	\$2,798,228	\$3,026,091	\$3,258,511	\$3,495,580	\$3,737,390	\$3,984,036	\$4,235,615	\$4,492,226	\$4,753,969	\$5,020,947	\$5,293,265	\$5,571,028
Impuestos	27%		-\$695,240	-\$755,521	-\$817,045	-\$879,798	-\$943,807	-\$1,009,095	-\$1,075,690	-\$1,143,616	-\$1,212,901	-\$1,283,572	-\$1,355,656	-\$1,429,181	-\$1,504,178
Resultado Neto			\$1,879,723	\$2,042,706	\$2,209,046	\$2,378,713	\$2,551,773	\$2,728,295	\$2,908,346	\$3,091,999	\$3,279,325	\$3,470,398	\$3,665,291	\$3,864,083	\$4,066,851
Depreciación			\$2,455,562	\$2,455,693	\$2,455,693	\$2,455,693	\$2,455,693	\$2,455,693	\$2,455,693	\$2,455,693	\$2,455,693	\$2,455,693	\$2,455,693	\$2,455,693	\$2,455,693
Flujo de caja NETO			-\$61,392,323	\$4,335,285	\$4,498,399	\$4,664,739	\$4,834,406	\$5,007,466	\$5,183,988	\$5,364,039	\$5,547,692	\$5,735,018	\$5,926,091	\$6,120,984	\$6,319,776
Flujo Acumulado			-\$61,392,323	-\$57,057,038	-\$52,558,639	-\$47,893,899	-\$43,059,493	-\$38,052,027	-\$32,868,039	-\$27,504,000	-\$21,956,308	-\$16,221,290	-\$10,295,199	-\$4,174,215	\$2,145,561

VAN	8.0%	\$ 1,100,030
-----	------	--------------

TIR		8.2%
-----	--	------

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
\$25,536,730	\$26,047,464	\$26,568,413	\$27,099,782	\$27,641,777	\$28,194,613	\$28,758,505	\$29,333,675	\$29,920,349	\$30,518,756	\$31,129,131	\$31,751,714
\$10,998,547	\$11,218,518	\$11,442,889	\$11,671,746	\$11,905,181	\$12,143,285	\$12,386,151	\$12,633,874	\$12,886,551	\$13,144,282	\$13,407,168	\$13,675,311
\$88,910	\$90,688	\$92,502	\$94,352	\$96,239	\$98,163	\$100,127	\$102,129	\$104,172	\$106,255	\$108,380	\$110,548
-\$11,087,457	-\$11,309,206	-\$11,535,390	-\$11,766,098	-\$12,001,420	-\$12,241,448	-\$12,486,277	-\$12,736,003	-\$12,990,723	-\$13,250,537	-\$13,515,548	-\$13,785,859
-\$6,139,232	-\$6,139,232	-\$6,139,232	-\$6,139,232	-\$6,139,232	-\$6,139,232	-\$6,139,232	-\$6,139,232	-\$6,139,232	-\$6,139,232	-\$6,139,232	-\$6,139,232
\$8,310,040	\$8,599,026	\$8,893,791	\$9,194,452	\$9,501,125	\$9,813,932	\$10,132,996	\$10,458,440	\$10,790,394	\$11,128,986	\$11,474,351	\$11,826,622
-\$2,455,693	-\$2,455,693	-\$2,455,693	-\$2,455,693	-\$2,455,693	-\$2,455,693	-\$2,455,693	-\$2,455,693	-\$2,455,693	-\$2,455,693	-\$2,455,693	-\$2,455,693
\$5,854,348	\$6,143,333	\$6,438,098	\$6,738,759	\$7,045,432	\$7,358,239	\$7,677,303	\$8,002,747	\$8,334,701	\$8,673,293	\$9,018,658	\$9,370,929
-\$1,580,674	-\$1,658,700	-\$1,738,287	-\$1,819,465	-\$1,902,267	-\$1,986,725	-\$2,072,872	-\$2,160,742	-\$2,250,369	-\$2,341,789	-\$2,435,038	-\$2,530,151
\$4,273,674	\$4,484,633	\$4,699,812	\$4,919,294	\$5,143,166	\$5,371,515	\$5,604,431	\$5,842,006	\$6,084,332	\$6,331,504	\$6,583,620	\$6,840,778
\$2,455,693	\$2,455,693	\$2,455,693	\$2,455,693	\$2,455,693	\$2,455,693	\$2,455,693	\$2,455,693	\$2,455,693	\$2,455,693	\$2,455,693	\$2,455,693
\$6,729,367	\$6,940,326	\$7,155,505	\$7,374,987	\$7,598,858	\$7,827,208	\$8,060,124	\$8,297,698	\$8,540,024	\$8,787,197	\$9,039,313	\$9,296,471
\$15,397,472	\$22,337,798	\$29,493,302	\$36,868,289	\$44,467,147	\$52,294,355	\$60,354,479	\$68,652,177	\$77,192,202	\$85,979,399	\$95,018,712	\$104,315,183

Fuente: Elaboración propia

11. Bibliografía

- Atlas Copco. (s.f.). Nitrógeno: ¿qué es y dónde se utiliza? Atlas Copco. Recuperado de <https://www.atlascopco.com/es-cl/compressors/wiki/compressed-air-articles/what-is-nitrogen-gas>
- Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. (2016). Historia de la ley N° 20.897. Recuperado de <https://www.bcn.cl/historiadelaley/nc/historia-de-la-ley/4828/>
- Carmona, C., González, M., Iribarren, M., Segovia, J., & Yañez, M. (2024). Electrificación portuaria a partir de H2V. Santiago de Chile: Universitat de Barcelona.
- Communications. (2022). ¿Qué es el combustible fósil? La energía que se obtiene de la materia orgánica. BBVA. Recuperado de <https://www.bbva.com/es/sostenibilidad/que-es-el-combustible-fosil-la-energia-que-se-obtiene-de-la-materia-organica/>
- Edelmag. (s.f.). Historia. Grupo CGE. Recuperado de <https://www.edelmag.cl/historia/>
- Edelmag. (2023). Memoria Anual Integral 2023. Empresa de Distribución Eléctrica de Magallanes. Recuperado de <https://www.edelmag.cl/wp-content/uploads/2024/04/EDELMAG-Memoria-2023.pdf>
- Empresa Nacional del Petróleo (ENAP). (s.f.). ENAP en Magallanes. Recuperado de <https://www.enap.cl/nuestras-operaciones/enap-en-magallanes>
- Generadoras de Chile. (s.f.). Energía eólica. Generadoras de Chile. Recuperado de <https://generadoras.cl/tipos-energia/energia-eolica>
- Generadoras de Chile. (2022). Generación Eléctrica en Chile. Recuperado de [https://generadoras.cl/generacion-electrica-en-chile#:~:text=Sistema%20de%20Magallanes%20\(SEM\)%3A,y%2010%2C0%25%20e%C3%B3lica.](https://generadoras.cl/generacion-electrica-en-chile#:~:text=Sistema%20de%20Magallanes%20(SEM)%3A,y%2010%2C0%25%20e%C3%B3lica.)
- Generadoras de Chile. (s.f.). Hidrógeno verde. Generadoras de Chile. Recuperado de <https://generadoras.cl/tipos-energia/hidrogeno-verde>

- Gobierno Regional de Magallanes. (2015). Estatuto para Magallanes. Recuperado de https://www.goremagallanes.cl/sitioweb/PZE/Estatuto_Magallanes/Estatuto%20para%20Magallanes.pdf
- Hello Auto. (s.f.). Electrólisis. Hello Auto. Recuperado de <https://helloauto.com/es-es/glosario/electrolisis/>
- La Prensa Austral. (2024). Magallanes prepara su infraestructura para ganar la carrera por el hidrógeno verde. Recuperado de <https://laprensaaustral.cl/2024/03/31/magallanes-prepara-su-infraestructura-para-ganar-la-carrera-por-el-hidrogeno-verde/>.
- Methanex Corporation. (2015). Corporate history. <https://www.methanex.com/sites/default/files/news/media-resources/MX-Corporate-History-2015.pdf>
- Ministerio de Energía de Chile. (s.f.). ¿Qué son las energías renovables? Gobierno de Chile. Recuperado de <https://energia.gob.cl/educacion/que-son-las-energias-renovables>
- Ministerio de Energía. (2019). Energía de la región de Magallanes y de la Antártica Chilena. Gobierno de Chile. Recuperado de <https://energia.gob.cl/noticias/magallanes-y-de-la-antartica-chilena/energia-de-la-region-de-magallanes-y-de-la-antartica-chilena>
- Ministerio de Energía. (2017). *Energía 2050 Política Energética Magallanes y Antártica*. Gobierno de Chile. <https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/energia-magallanes-2050.pdf>
- Ministerio de Energía de Chile. (2024). Amoníaco: Info corta 3. [PDF]. Gobierno de Chile. Recuperado de https://www.planhidrogenoverde.cl/wp-content/uploads/2024/06/Info-Corta-3-Amoniacos_FINAL.pdf
- Ministerio del Medio Ambiente de Chile. (2020). Magallanes. Recuperado de <https://snichile.mma.gob.cl/magallanes/#:~:text=En%202020%2C%20la%20regi%C3%B3n%20de,de%20emisiones%20de%20GEI%20nacionales.>
- Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Vialidad. (2023). *Bases de concurso: Proyecto de mejoramiento Ruta 9 Norte y Ruta 252-CH, sector Barrio Industrial - Aeropuerto, Punta Arenas*. Santiago, Chile: Gobierno de Chile. Recuperado de [documento proporcionado]



- Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA). (2022). Ficha regional: *Magallanes y de la Antártica Chilena*. Oficina de Estudios y Políticas Agrarias. <https://bibliotecadigital.odepa.gob.cl/bitstream/handle/20.500.12650/72872/Ficha-regional-Magallanes.pdf>
- Pino, M. (2024). Magallanes se está posicionando como polo de producción para la industria de hidrógeno verde. Agenda Marítima. Recuperado de <https://www.agendamaritima.cl/energia-eolica-hidrogeno-verde-inversion/magallanes-se-esta-posicionando-como-polo-de-produccion-para-la-industria-de-hidrogeno-verde/1745316>
- Resumen Ejecutivo EIA -Proyecto Integral Para La Producción Y Exportación De Amoníaco Verde – HNH Energy. (2024). HNH Energy.
- Shell. (s.f.). Transición energética. Shell Colombia. Recuperado de <https://www.shell.com.co/sostenibilidad/transicion-energetica.html>