



**“H4F – Producción de Hidrógeno Verde
Usando Electrólisis de Agua y
Asesoramiento en Soluciones Integrales
Para Grúas Horquillas
en Antofagasta y Mejillones”**

**PLAN DE NEGOCIOS PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGÍSTER EN ADMINISTRACIÓN**

PARTE II

**Alumno: Eric Roa Toledo
Profesor Guía: Claudio Dufeu Senociain**

Antofagasta, 08 de octubre de 2021

*A Elena, mi madre y Carlos, mi padre
que siempre estimularon mi pasión por aprender.*

*Ni muy listo ni tonto de remate
Fui lo que fui: una mezcla
De vinagre y de aceite de comer
¡Un embutido de ángel y bestia!*

NICANOR PARRA, "EPITAFIO"
POEMAS Y ANTIPOEMAS, 1954

Índice

Resumen ejecutivo	1
1. Oportunidad de negocio	2
2. Análisis de la industria, competidores, clientes	3
2.1. Industria	3
2.1.1. Análisis PESTEL para el macroentorno de la empresa	3
2.1.2. Análisis de la industria a través del Modelo de las Cinco Fuerzas de Porter	3
2.2. Análisis de la competencia	3
2.3. Análisis de los clientes	4
2.3.1. Definición del problema del cliente y solución propuesta	4
2.3.2. Definición del cliente	4
2.3.3. Proceso de toma de decisión, participantes y comportamiento del proceso de compra	4
2.3.4. Percepción del cliente del producto	5
3. Descripción de la empresa y propuesta de valor	6
3.1. Modelo de negocios y propuesta de valor	6
3.2. Ventajas competitivas	6
3.3. Estrategia de crecimiento	7
3.4. RSE y sustentabilidad	7
4. Plan de marketing	8
4.1. Objetivos de marketing	8
4.2. Segmentación y targeting	8
4.3. Estrategia de producto	8
4.4. Estrategia de marca	9
4.5. Estrategia de precio	9
4.6. Estrategia de distribución	9
4.7. Estrategia de comunicación y ventas	10
4.8. Estimación de la demanda y proyecciones de crecimiento anual	10
4.9. Presupuesto y cronograma de marketing	11
5. Plan de operaciones	12
5.1. Estrategia, alcance y tamaño de las operaciones	12
5.2. Flujo de operaciones	14
5.3. Plan de desarrollo e implementación	15
5.4. Dotación	16
6. Equipo del proyecto	17
6.1. Equipo gestor	17
6.2. Estructura organizacional	17
6.3. Incentivos y compensaciones	19
7. Plan financiero	22
7.1. Estimación de ingresos	22
7.2. Plan de inversiones	23
7.3. Proyecciones de estados de resultados	24

7.4.	Proyecciones de flujos de caja	25
7.5.	Análisis de resultados por grúas horquillas	26
7.6.	Cálculo de tasa de descuento	26
7.7.	Evaluación financiera del proyecto puro y sin deuda	27
7.8.	Valor residual	28
7.9.	Balance proyectado	28
7.10.	Capital de trabajo	30
7.11.	Fuentes de financiamiento	30
7.12.	Análisis de sensibilidad	30
8.	Riesgos críticos	32
9.	Propuesta inversionista	34
10.	Conclusiones	35
	Bibliografía	36
	ANEXO I: Análisis de la industria a través del modelo de las cinco fuerzas de Porter	38
	ANEXO II: Entrevistas a potenciales clientes	40
	ANEXO III: Análisis del mercado	52
	ANEXO IV: Modelo CANVAS	55
	ANEXO V: Estrategia de segmentación	56
	ANEXO VI: Estimación de la demanda	57
	ANEXO VII: Presupuesto y cronograma de marketing año 1	58
	ANEXO VIII: Detalle del equipo electrolizador	60
	ANEXO IX: Proyecciones de estados de resultados y flujos de caja para diez años de operación	61
	ANEXO X: Detalle metodología CAMP para el cálculo de la tasa de descuento	63
	ANEXO XI: Detalle del capital de trabajo	65

Índice de figuras

Figura 1: “Comparación entre los combustibles usados en las grúas horquillas y el hidrógeno respecto a los atributos relevantes para los clientes”	5
Figura 2: “Logo de H4F y su significado”	9
Figura 3: “Tamaño del mercado y demanda proyectada por segmento”	10
Figura 4: “Cadena de valor de H4F”	12
Figura 5: “Proceso de generación, compresión y almacenamiento de hidrógeno verde”	14
Figura 6: “Flujo de operaciones”	14
Figura 7: “Flujo de operaciones relacionadas con actividades de mantención”	15
Figura 8: “Organigrama de H4F”	18
Figura III.1: “Tamaño del mercado en Antofagasta y Mejillones de grúas horquillas por tipo de combustible”	52
Figura III.2: “Tamaño del mercado en Antofagasta y Mejillones de grúas horquillas por tipo de propiedad”	52
Figura IV.1: “Modelo CANVAS para el modelo de negocio de H4F”	55

Índice de tablas

Tabla 1: “Niveles de aprobación de las actividades de H4F”	13
Tabla 2: “Cronograma de actividades claves para la puesta en operación de H4F”	15
Tabla 3: “Cantidad de empleados y competencias requeridas para la operación de H4F”	16
Tabla 4: “Estimación de incentivos anuales”	20
Tabla 5: “Estimación de bonos anuales”	20
Tabla 6: “Proyecciones de sueldo bruto por cargo para los primeros cinco años”	21
Tabla 7: “Resumen de la estimación de incentivos y compensaciones”	21
Tabla 8: “Estimación de ingresos de H4F”	22
Tabla 9: “Plan de inversión de H4F”	23
Tabla 10: “Detalle del CAPEX de H4F el año 0”	23
Tabla 11: “Proyecciones de estados de resultados de H4F para un período de cinco años”	24
Tabla 12: “Proyecciones de flujos de caja de H4F para un período de cinco años”	25
Tabla 13: “Cálculo de la tasa de descuento para H4F”	27
Tabla 14: “Indicadores financieros para H4F evaluados para diez años (perpetuidad), puro y sin deuda”	27
Tabla 15: “Indicadores de rentabilidad y liquidez para H4F evaluados para diez años”	28
Tabla 16: “Balance del modelo de negocios de H4F”	29
Tabla 17: “Análisis de sensibilidad para el VAN del proyecto”	30

Tabla 18: “Análisis de sensibilidad para la TIR del proyecto”	31
Tabla 19: “Riesgos críticos externos de H4F”	32
Tabla 20: “Riesgos críticos internos de H4F”	33
Tabla 21: “Flujos de caja proyectados del inversionista y del equipo gestor”	34
Tabla 22: “VAN y TIR del inversionista y del equipo gestor”	34
Tabla I.1: “Análisis de la amenaza de entrada de nuevos competidores”	38
Tabla I.2: “Análisis de la amenaza de sustitutos”	38
Tabla I.3: “Análisis del poder de negociación de los proveedores”	39
Tabla I.4: “Análisis del poder de negociación de los clientes”	39
Tabla I.5: “Análisis de la rivalidad entre los competidores existentes”	39
Tabla III.1: “Detalle de grúas horquillas por potencial cliente”	53
Tabla V.1: “Segmentos de clientes y sus principales características”	56
Tabla VI.1: “Demanda proyectada por potencial cliente”	57
Tabla VII.1: “Presupuesto de marketing”	58
Tabla VII.2: “Cronograma de marketing H4F año 1”	59
Tabla IX.1: “Proyecciones de estados de resultados de H4F para un período de diez años”	61
Tabla IX.2: “Proyecciones de flujos de caja de H4F para un período de diez años”	62
Tabla X.1: “Tasa de interés de los bonos en UF a 20 AÑOS (BCU, BTU)”	63
Tabla XI.1: “Cálculo del capital de trabajo”	65

Resumen ejecutivo

El hidrógeno verde, obtenido desde electrólisis de agua a través de un proceso cuya energía proviene de energía solar fotovoltaica, se perfila como un sustituto de los combustibles fósiles y de la energía eléctrica en el sector del transporte, en particular, en las grúas horquillas eléctricas que pueden ser reconvertidas cambiando las baterías de plomo ácido por celdas de hidrógeno.

H4F propone acuerdos contractuales con los clientes por períodos de cinco años y un precio del producto de 17 USD/kg-H₂ el cual incluye el suministro de hidrógeno y los servicios de ingeniería, mantención, recambio de baterías a celda de hidrógeno y montaje de dispensadores en las instalaciones del cliente. El cliente recibiría como beneficio económico ahorros anuales de 8.937 USD/grúa al mejorar la autonomía y el rendimiento de los equipos.

El mercado en Antofagasta y Mejillones totaliza 229 grúas horquillas que equivalen a 9,6 GWh, 247 ton-H₂/año y MMUSD 4,19. El plan de crecimiento de H4F considera como segmento prioritario el de las grúas horquillas eléctricas de propiedad del cliente cuyo tamaño es de MMUSD 1,08 (64 ton/año), esperando reconvertir al año 2025 un 80% de las grúas horquillas eléctricas existentes. Con este plan de crecimiento se proyecta ingresos por ventas de USD 544.170 el primer año, USD 998.580 el segundo año llegando a MMUSD 1,12 el tercer año. En términos de EBITDA, las proyecciones para los primeros tres años son de USD 98.432, 412.214, 497.120 logrando al décimo año un valor de USD 493.203.

La inversión inicial del proyecto es de MMUSD 2,56 para ingeniería, adquisición de equipos, construcción, comisionamiento, puesta en servicio de las instalaciones y capital de trabajo. La evaluación financiera del proyecto realizada a 10 años, a perpetuidad y con una tasa de descuento de 12,17% resulta en un VAN de USD 513.666, una TIR de 15,32%, un PAYBACK de 8,9 años y valores promedio de ROA y ROE de 8,25% y 6,40%, respectivamente.

Para financiar la propuesta de negocios de H4F se requiere un inversionista que aporte un capital de MMUSD 2,48 correspondiente al 97% de la inversión inicial y que recibiría como retorno un VAN de USD 344.596 y una TIR de 14,38%.

En términos de VAN y TIR, el costo de la inversión inicial es uno de los aspectos que más impactan en el desempeño del modelo de negocio. Un precio menor a 16 USD/kg-H₂ no haría viable el negocio, con valores de VAN negativos y valores de TIR menores al retorno exigido para el proyecto.

1. Oportunidad de negocio

Considerando el potencial de energías renovables, en especial de recursos solar y eólico, y los favorables precios de generación de electricidad asociados a estos recursos, Chile es un país donde la producción de hidrógeno verde presenta una interesante oportunidad de mercado. La energía solar fotovoltaica ha crecido de manera exponencial desde el año 2013 alcanzado a la fecha una capacidad instalada de 4.637 MW. Geográficamente, Antofagasta se sitúa en el cuarto lugar respecto a requerimientos técnicos para el desarrollo de paneles fotovoltaicos con 2.360 kWh/m² luego de Calama, San Pedro de Atacama y Diego de Almagro (Walker, 2018).

Chile ha impulsado este combustible a través de diversas instancias como la *Estrategia Nacional del Hidrógeno Verde*, estrategias I+D con universidades, acciones de CORFO las cuales en su conjunto colaborarán en términos de estrategia, financiamiento y beneficios tributarios. La *Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde* establece que la industria se desarrollará en tres grandes oleadas (Ministerio de Energía, 2020). Entre la primera y segunda oleada se cubren alrededor de diez años con énfasis en aplicaciones industriales y de transporte. Las aplicaciones industriales están asociadas a inversiones propias de ese rubro, sin embargo, en el área de transporte hay un mercado potencial a definir y cubrir.

H4F, propone como idea de negocio el uso de celdas de hidrógeno para reemplazar las baterías de plomo ácido en las grúas horquillas eléctricas en operación y estimular la compra de nuevas grúas que utilicen esta tecnología. Las grúas horquillas eléctricas que utilicen celdas de hidrógeno incrementan su rendimiento y desplazan una mayor cantidad de pallets debido al menor tiempo de carga de las celdas y que éstas garantizan un 100% de rendimiento en todo el período de uso, con un beneficio anual para el cliente del orden de 8.937 USD/grúa.

Finalmente, las proyecciones de consumo de hidrógeno de este estudio indican que la demanda de las grúas horquillas en Antofagasta y Mejillones es de 247 ton/año (9,6 GWh) equivalentes a MMUSD 4,19 de los cuales el 39% corresponde al segmento de grúas horquillas tipo eléctricas, esto es, MMUSD 1,64 el cual estratégico para ingresar en el corto plazo en la industria y donde el hidrógeno se presenta como un sustituto directo de las baterías de plomo ácido.

El detalle del desarrollo de este capítulo se encuentra en la parte I del Plan de Negocios.

2. Análisis de la industria, competidores, clientes

2.1. Industria

2.1.1. Análisis PESTEL para el macroentorno de la empresa

Las condiciones del macroentorno son positivas a la propuesta de H4F desde la perspectiva política, económica, social, ambiental y tecnológica. El aspecto legal es el más débil de todos dado que aún se encuentra en desarrollo, sin embargo, está siendo abordado desde el Gobierno de Chile a través de la *Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde* publicada el 3 de noviembre de 2020 la cual desarrolla cuatro ejes de acción: 1) fomento al mercado doméstico y la exportación; 2) normativa, seguridad y pilotajes; 3) desarrollo social y territorial; 4) formación de capacidades e innovación (Ministerio de Energía, 2020).

2.1.2. Análisis de la industria a través del Modelo de las Cinco Fuerzas de Porter

Respecto a la industria, la competitividad del escenario se analizó a través del modelo de las cinco fuerzas de Porter revisando criterios que fueron evaluados a través de una escala de evaluación de cumplimiento como: alta, medianamente alta, media, medianamente baja y baja cuyo detalle se informa en el ANEXO I. Las amenazas son altas en términos de poder de negociación de los proveedores y de los clientes, la amenaza de nuevos productos sustitutos es media y la amenaza de nuevos competidores es media alta. La rivalidad en la industria del hidrógeno verde se considera media, principalmente porque se trata de una industria nueva que iniciará su etapa de crecimiento con negocios como el que se plantea y con pocos competidores.

2.2. Análisis de la competencia

Actualmente en Chile cuatro empresas se dedican a la producción y venta de gases industriales, solo dos de ellas, LINDE GAS CHILE S.A e INDURA producen hidrógeno para sus clientes ENAP y Vidrios Lirquén, respectivamente. En la región de Antofagasta empresas del rubro de la energía como ENGIE y AES GENER, han manifestado su interés en ingresar a la industria del hidrógeno verde. ENGIE, desarrolla para ENAEX una planta de hidrógeno verde que se utilizará como materia prima para la producción de amoniaco en sus instalaciones de Mejillones con una capacidad del orden de 3.785 ton/año de hidrógeno.

En el nicho de las grúas horquillas la competencia genérica corresponde a la energía eléctrica requerida por las baterías de plomo ácido y los combustibles fósiles. Según los datos obtenidos en el levantamiento del mercado realizado en Antofagasta y Mejillones, se tiene que el 34% de las grúas horquillas utiliza energía eléctrica, el 36% diésel y 30% gas natural o LPG.

2.3. Análisis de los clientes

2.3.1. Definición del problema del cliente y solución propuesta

En términos de eficiencia, los tiempos de carga de las baterías de plomo ácido de las grúas horquillas eléctricas en promedio son veinte a treinta minutos y la carga de una batería es tal que a medida que pasa el tiempo se agota y el equipo pierde eficiencia en términos de volumen de carga que puede manejar. Lo anterior implica cargar las baterías hasta cuatro veces por turno. El uso de celdas de hidrógeno viene a ser un sustituto directo de las baterías de plomo ácido en lugares en los que no es posible utilizar combustibles fósiles con las siguientes ventajas para el cliente:

- Opción factible de reemplazar el actual sistema de batería plomo ácido por una celda de hidrógeno sin que haya que invertir en una nueva grúa horquilla.
- Las celdas de hidrógeno tardan menos de tres minutos en cargarse con hidrógeno, la carga tiene una autonomía de ocho horas y un 100% de rendimiento en todo el período de uso.

2.3.2. Definición del cliente

El mercado presenta dos tipos de clientes: clientes con grúas propias y clientes que usan grúas horquillas de terceros a través de *leasing*. Otra clasificación viene dada por el tipo de combustible que utilizan las grúas horquillas: diésel, gas natural, LPG y baterías eléctricas de plomo ácido. Un análisis del mercado con los tipos de clientes se informa en los ANEXOS II y III.

2.3.3. Proceso de toma de decisión, participantes y comportamiento del proceso de compra

La toma de decisión del cliente regularmente se inicia desde el área de logística, en particular, desde los jefes de logística, operadores y/o mantenedores de las grúas horquillas que actúan como influenciadores internos. Dado el alcance del cambio tecnológico propuesto por H4F, la toma de decisión es a nivel gerencial. Externamente se reconoce como influenciadores a las empresas proveedoras de grúas horquillas y/o de servicios de *leasing* y, a instancias sociales y gubernamentales como H2 Chile, Ministerio de Energía, por ejemplo.

El comportamiento de compra es complejo dado que el hidrógeno es un producto nuevo y disruptivo por lo que el cliente se involucrará altamente en la decisión de compra e investigará concienzudamente la propuesta antes de invertir.

2.3.4. Percepción del cliente del producto

Se evaluó con los clientes los atributos que ellos consideran importantes para cada uno de los combustibles que hoy utilizan las grúas horquillas y el hidrógeno. Los resultados se informan en la figura 1.

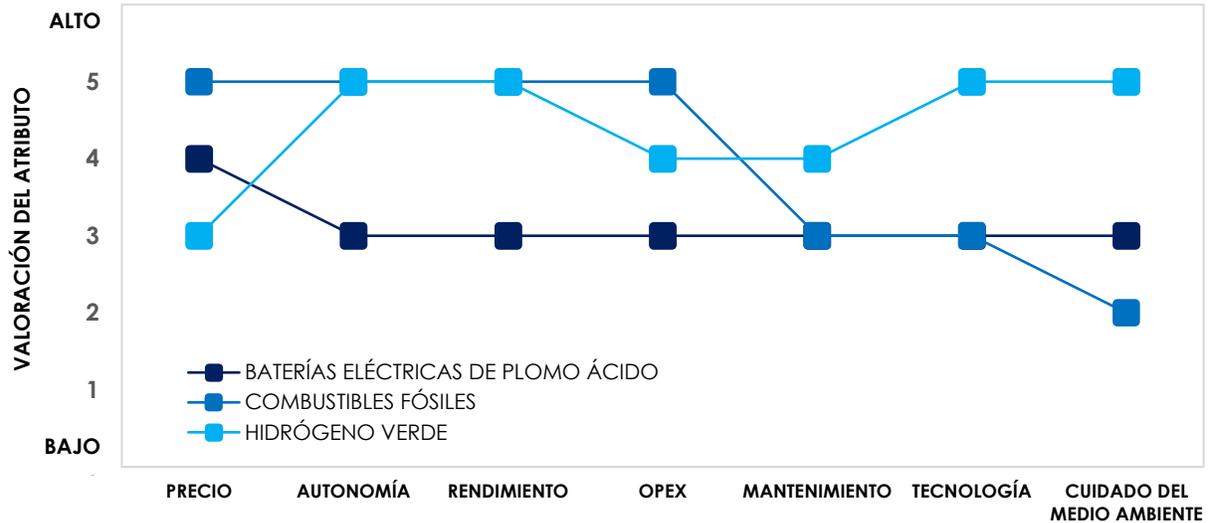


Figura 1: “Comparación entre los combustibles usados en las grúas horquillas y el hidrógeno respecto a los atributos relevantes para los clientes”.

Fuente: Elaboración propia en base a entrevista con los potenciales clientes.

Al comparar el hidrógeno con las baterías eléctricas de plomo ácido destaca en seis atributos, tres de los cuales son de gran importancia para el cliente como son autonomía, rendimiento y gestión de residuos. El atributo más débil del hidrógeno respecto a las baterías eléctricas es el precio, pero el cliente se beneficia en el OPEX. Respecto a los combustibles fósiles, el hidrógeno destaca en tecnología y medio ambiente e iguala en autonomía y rendimiento, quedando por abajo en la variable OPEX. Estos resultados justifican el ingreso temprano del hidrógeno en el segmento que incluyen las baterías de plomo ácido y no en el segmento de los clientes que utilizan combustibles fósiles.

El detalle del desarrollo de este capítulo se encuentra en la parte I del Plan de Negocios.

3. Descripción de la empresa y propuesta de valor

3.1. Modelo de negocios y propuesta de valor

El modelo de negocios de H4F consiste en ofrecer el servicio de suministro de hidrógeno verde a través de electrólisis de agua y el asesoramiento para el cambio de las grúas horquillas a este nuevo combustible a través de una propuesta que incluye soluciones en las etapas de ingeniería y desarrollo del proyecto, puesta en marcha, operación, mantenimiento y servicios digitales que aumenten la confiabilidad y eficiencia de los equipos. El enfoque de H4F es hacia el segmento de las grúas horquillas eléctricas proponiendo el reconvertir las actuales grúas reemplazando la actual batería de plomo ácido por una celda tipo hidrógeno por ser una tecnología comprobada y usada alrededor del mundo. El resumen del modelo CANVAS se informa en el ANEXO IV.

La propuesta de valor de H4F es el aumento en la eficiencia de sus operaciones y sostenibilidad medioambiental.

El cliente que reconvierta sus grúas horquillas eléctricas a celdas de hidrógeno obtendrá un ahorro anual por grúa de USD 8.937 asociado al aumento de la eficiencia de los equipos dado que el cliente puede realizar la misma labor de la actual dotación de grúas horquillas eléctricas con un 25% menos de equipos con celdas de hidrógeno. Esto tiene un impacto económico en términos de combustible, eliminación de costos de electricidad asociada a la carga de las baterías de plomo ácido y sistema de aire acondicionado para la protección de las baterías, mantención, reducción de residuos de baterías y personal requerido para el manejo de las grúas.

3.2. Ventajas competitivas

H4F posee dos ventajas competitivas temporales y dos ventajas sostenidas en el tiempo. Respecto a las ventajas competitivas temporales, la primera de ellas es el recurso tecnológico de la planta de electrólisis de agua que en base a energía renovable producirá hidrógeno. Este recurso es una ventaja temporal dado que los primeros años será valorizado por parte del mercado como una tecnología nueva, disruptiva y con poca participación en la región de Antofagasta, pero que con una adecuada inversión puede ser imitada por otros actores. La segunda ventaja competitiva temporal es la capacidad de servicios asociados a las celdas de hidrógeno que en los primeros años será inimitable por parte de nuestra competencia.

Las dos ventajas competitivas sostenidas en el tiempo de H4F están relacionadas a las capacidades de la organización: operación eficiente para acompañar al cliente en toda la cadena de valor del hidrógeno verde y *know-how* en términos de conocimiento y expertiz adquirida que a futuro será valorado en el mercado.

3.3. Estrategia de crecimiento

El objetivo de H4F es crecer en participación de mercado en Antofagasta y Mejillones en base a dos criterios:

- **Reconversión de grúas horquillas eléctricas existentes** cuyo tamaño es de 3,8 GWh (96 ton-H₂/año).
- **Reemplazo de grúas horquillas tipo fósiles por nuevas grúas horquillas en base a hidrógeno** que se adquieran por el usuario final o bien mediante *leasing* cuyo tamaño es del orden de 6,0 GWh (151 ton-H₂/año).

Se espera reconvertir al año 2024 un 27% de las grúas horquillas eléctricas existentes con ingresos por ventas de 998.580 USD. Para el año 2026 se espera haber vendido el 100% de la capacidad de la planta, esto es, 2,57 GWh equivalentes a 66 ton-H₂/año lo que permitiría obtener ingresos por ventas de 1.122.000 USD.

3.4. RSE y sustentabilidad

La propuesta de valor de H4F está alineada con los objetivos de desarrollo sostenible, ODS, de la ONU en particular, con los objetivos 5 (Igualdad de género), 7 (Energía asequible y no contaminante), 8 (Trabajo decente y crecimiento económico), 9 (Industria, innovación e infraestructura), 13 (Acción por el clima) y 17 (Alianzas para lograr los objetivos).

El detalle del desarrollo de este capítulo se encuentra en la parte I del Plan de Negocios.

4. Plan de marketing

4.1. Objetivos de marketing

Los objetivos de marketing de H4F son:

- Lograr que el 50% del segmento objetivo asocie las características diferenciadoras del hidrógeno. Este objetivo será medido a través de encuestas anuales.
- Lograr que el 50% de los potenciales clientes identifiquen la marca y el servicio proporcionado por H4F. Este objetivo será medido a través de encuestas semestrales.
- Lograr al cuarto año una cantidad de contratos equivalentes al 50% de la capacidad instalada de la planta de electrólisis de agua. Este objetivo se medirá con el indicador que relaciona kg de hidrógeno vendidos versus 200 kg de hidrógeno.
- Renovar el 50% de los contratos con los clientes una vez finalizado el período de éstos. El indicador para este objetivo es el porcentaje de renovación de contratos.

4.2. Segmentación y targeting

El detalle de la segmentación se resume en el ANEXO V. La estrategia de segmentación considera los criterios conductual, beneficio y valor. El criterio conductual viene dado por el tipo de combustible utilizado por las grúas horquillas. Asociado a lo conductual, se consideró si las grúas horquillas son propias del cliente o sujetas a contratos de *leasing* con terceros. Respecto al criterio beneficio, en el caso de las grúas horquillas eléctricas equivale a 8.937 USD/grúas anuales o un beneficio social como en el caso de los combustibles fósiles. Cada uno de los segmentos generan valor para H4F correspondiente a MMUSD 4,19 de los cuales el 26% corresponden al segmento de las grúas horquillas tipo eléctricas propias del cliente, 13% al segmento tipo eléctricas en modalidad *leasing*, 51% al segmento fósiles propias del cliente y 10% al segmento fósiles en modalidad *leasing*. El segmento prioritario corresponde a los dueños de grúas horquillas eléctricas por su opción de reconversión al hidrógeno cuyo tamaño es de 2,5 GWh (64 ton/año y 1,08 MMUSD/año). El segmento secundario es el de las grúas horquillas eléctricas en modalidad *leasing* (1,3 GWh, 2 ton/año y 550.341 USD/año). Un segmento interesante con 6,0 GWh equivalente al 61% del total del mercado es el segmento de las grúas que utilizan combustibles fósiles, sin embargo, no existe posibilidad de reconversión de estos equipos, por lo que su cambio al hidrógeno solo puede darse por la adquisición de nuevas grúas.

4.3. Estrategia de producto

En términos de producto, H4F promueve e incorpora el uso del hidrógeno en el mercado de las grúas horquillas en Antofagasta y Mejillones. La estrategia de producto de H4F para introducir el

hidrógeno verde al mercado de las grúas horquillas será compitiendo través del valor, la innovación y del servicio. Nos diferenciamos de la competencia en términos de tecnología nueva y disruptiva, servicio, ahorro operacional y beneficio medio ambiental.

4.4. Estrategia de marca

En términos de marca, la empresa se denomina H4F cuyo logo corporativo, informado y explicado en la figura 2, da cuenta de nuestro enfoque de valor asociado a nuestro producto y servicio.



Figura 2: "Logo de H4F y su significado".

Fuente: Elaboración propia.

Los valores centrales de H4F: confiables, limpios y creativos apuntan a la propuesta de valor hacia nuestros clientes y a la dinámica interna que se quiere desarrollar en la empresa.

4.5. Estrategia de precio

H4F se relaciona con los clientes con contratos de suministro de hidrógeno de cinco años de duración que incluyen servicios de ingeniería y mantenimiento de los equipos asociados, esto es, celdas de hidrógeno y equipo dispensador. El precio incluirá por el período de contrato las celdas de hidrógeno y el equipo dispensador por lo que no habría CAPEX asociado a la reconversión de las grúas horquillas eléctricas para el cliente. El precio de suministro de hidrógeno y servicios asociados es de 17 USD/kg-H₂.

4.6. Estrategia de distribución

El canal de distribución de H4F es sin intermediarios y su principal objetivo garantizar el suministro de hidrógeno al cliente. La demanda de hidrógeno verde requerida será planificada

semanalmente de acuerdo con las cantidades contractuales y monitoreada de manera virtual con lecturas de presión de los recipientes ubicados en las instalaciones del cliente. La distribución consistirá en el transporte del producto vía camión y en la reposición de hidrógeno en los recipientes de los clientes. Respecto a los servicios de asesoramiento técnico, operación y mantenimiento, se desarrollarán a través de un contacto directo con el cliente, sin subcontratación.

4.7. Estrategia de comunicación y ventas

El mensaje de H4F a sus clientes es el uso de energía limpia y sostenible para hacer más eficientes y limpios los procesos de las grúas horquillas con beneficio económico. El mix promocional se centrará en marketing directo, eventos y ferias, relaciones públicas y ventas personales.

4.8. Estimación de la demanda y proyecciones de crecimiento anual

El detalle de la estimación de la demanda se informa en el ANEXO VI. La demanda potencial de hidrógeno es de 247 ton/año según se resume en la figura 3.

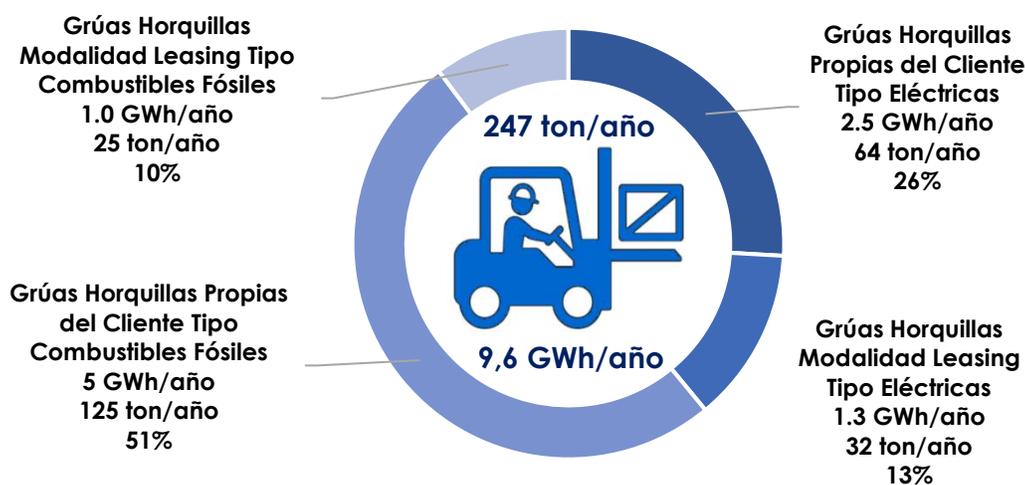


Figura 3: “Tamaño del mercado y demanda proyectada por segmento”.

Fuente: Elaboración Propia.

El plan de crecimiento de H4F considera como principal objetivo el segmento de las grúas horquillas eléctricas de propiedad del cliente cuyo tamaño es de 64 ton/año, esperando reconvertir al año 2025 un 47% de las grúas horquillas eléctricas existentes cuya demanda total es de 96 ton/año. Esto se lograría con clientes como CCU Antofagasta, COCA-COLA Andina y KOMATSU ANTOFAGASTA quienes tienen la opción de reemplazo de las baterías de plomo

ácido a celdas de hidrógeno. Para el año 2027 se espera abastecer con hidrógeno un 20% de las nuevas grúas horquillas adquiridas en Antofagasta que reemplazarían a las tradicionales grúas de combustibles fósiles con una demanda del orden de 6 ton/año con clientes potenciales para lograr este objetivo como ENAEX, ALBEMARLE, ORICA y MOLYB.

Se espera para el año 2025 haber vendido el 100% de la capacidad de la planta, esto es, 2,57 GWh equivalentes a 66 ton-H₂/año.

4.9. Presupuesto y cronograma de marketing

El plan de crecimiento de H4F proyecta capturar a los clientes objetivos más importantes durante los primeros tres años de operación, por lo que los gastos de marketing en este período serán mayores. Para lo anterior se considera un presupuesto de marketing los primeros tres años de USD 110.000 (Año 1), USD 108.100 (Años 1 y 2) y luego, para el cuarto año una disminución a USD 44.800. El detalle presupuestario y el cronograma se detallan en el ANEXO VII.

El detalle del desarrollo de este capítulo se encuentra en la parte I del Plan de Negocios.

5. Plan de operaciones

5.1. Estrategia, alcance y tamaño de las operaciones

El alcance geográfico de las operaciones de H4F es la ciudad de Antofagasta y la comuna de Mejillones.

La estrategia de operaciones de H4F incluye los procesos clave y de apoyo que se indican en la cadena de valor de la figura 4 los cuales son esenciales para estar alineados con la propuesta de valor de H4F.

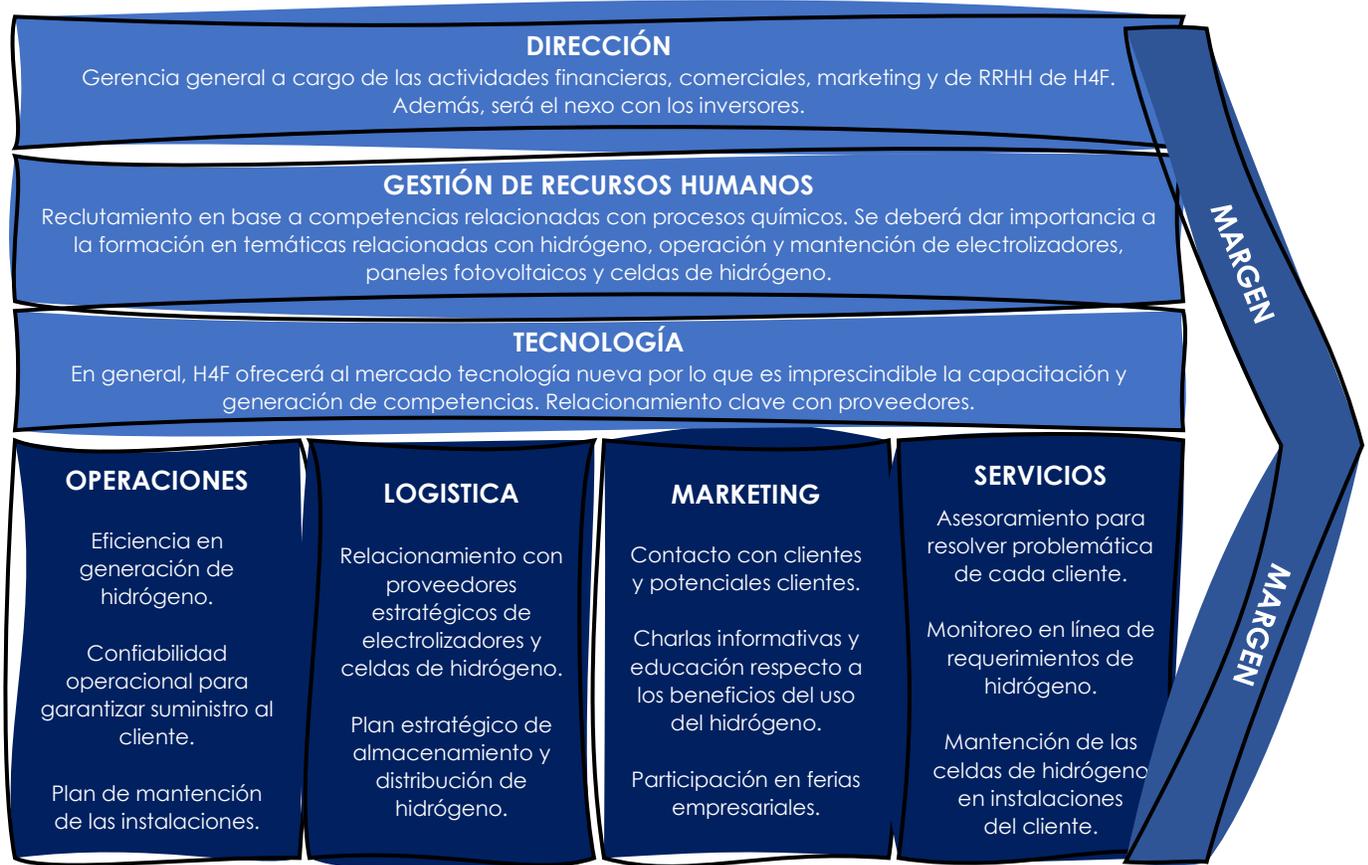


Figura 4: “Cadena de valor de H4F”.

Fuente: Elaboración Propia.

Dentro de los procesos clave se encuentran los procesos relacionados con la operación de la planta para así garantizar al cliente el acceso oportuno del hidrógeno. En este aspecto, las competencias de los operadores y las actividades de mantenimiento son esenciales para lograr un buen desempeño en este proceso en términos de eficiencia, rendimiento y calidad en la producción de hidrógeno verde. Relacionado con el área de operación se encuentra la logística con los proveedores claves y la estrategia de distribución de hidrógeno hacia los clientes. Los

procesos de apoyo vienen a reforzar los procesos clave en términos de relacionamiento con los proveedores y la generación de competencias.

Las decisiones operacionales claves que se desprenden de la cadena de valor se detallan en la tabla 1 con sus respectivos niveles de aprobación.

Tabla 1: “Niveles de aprobación de las actividades de H4F”.

Fuente: Elaboración Propia.

ACTIVIDAD	EJECUTOR	REVISOR	APROBADOR
Actividades de marketing. Captación de clientes. Ofertas de servicios.	CEO	CEO	CEO
Estudios de viabilidad. Propuestas técnicas a clientes.	Jefe de O&M	CEO	CEO
Operación de la planta. Gestión de producción, almacenamiento y distribución de hidrógeno.	Operador Planta Mantenedor	Jefe de O&M	CEO
Contacto y relacionamiento con proveedores claves.	Jefe de O&M Encargado de marketing, comercio y logística	CEO	CEO
Contabilidad, impuestos, nómina, reportes, pagos vía transferencias y cheques.	Encargado de contabilidad, finanzas y RRHH	CEO	CEO

Respecto a la generación de hidrógeno verde las instalaciones para la producción de éste consideran:

- **Planta fotovoltaica.** Se considera la operación de una planta fotovoltaica con una capacidad instalada de 450 kW que permitirá abastecer de energía 100% renovable para la operación de H4F.
- **Electrolizador.** La operación de H4F considera un equipo electrolizador con una capacidad de generación de hidrógeno desde agua de 8,1 kg-H₂/h. El detalle técnico del equipo se informa en el ANEXO VIII.
- **Recipiente de almacenamiento de hidrógeno.** El hidrógeno verde generado será almacenado a 350 barg de presión en un recipiente de 15 m³ de capacidad.
- **Camión distribuidor de hidrógeno.** Se acondicionará un camión con recipientes modulares de hidrógeno para distribuir el hidrógeno a los clientes.

El proceso y un balance general de éste se esquematiza en la figura 5.

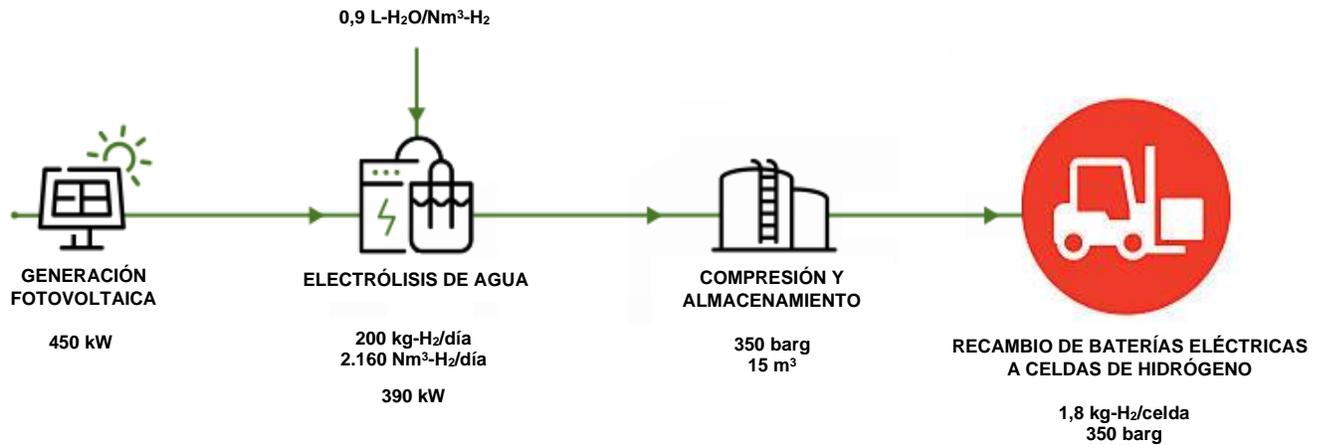


Figura 5: “Proceso de generación, compresión y almacenamiento de hidrógeno verde”.
Fuente: Elaboración Propia.

5.2. Flujo de operaciones

Dado que los contratos con los clientes incluirán los servicios de suministro de hidrógeno y mantenimiento de las instalaciones en terreno, esto es, celdas de hidrógeno y dispensadores, se considera dos flujos de operaciones que se detallan en las figuras 6 y 7, relacionados con la cadena de valor del hidrógeno y las actividades de mantenimiento.

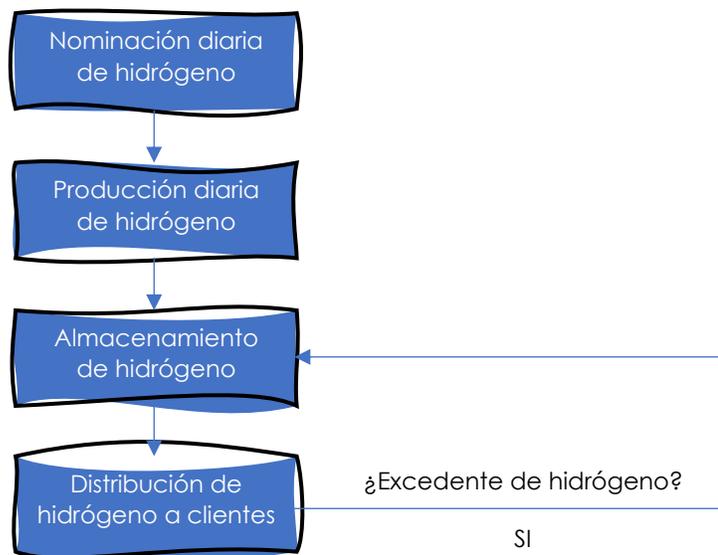


Figura 6: “Flujo de operaciones”.
Fuente: Elaboración Propia.

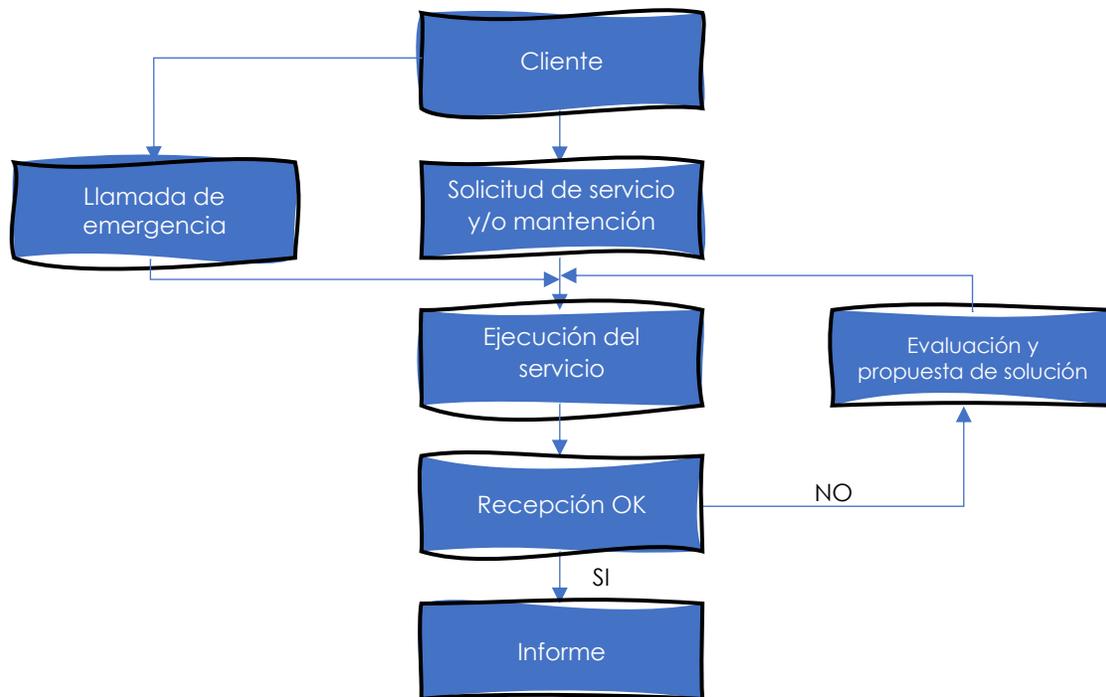


Figura 7: “Flujo de operaciones relacionadas con actividades de mantención”.
Fuente: Elaboración Propia.

5.3. Plan de desarrollo e implementación

El cronograma de actividades para la implementación de H4F se informa en la tabla 2. En términos de actividades críticas se encuentran la declaración y aprobación de impacto ambiental, compra de equipos claves (paneles fotovoltaicos y electrolizador) y la construcción de la planta.

Tabla 2: “Cronograma de actividades claves para la puesta en operación de H4F”.
Fuente: Elaboración Propia.

ACTIVIDAD	AÑO 2021			AÑO 2022												AÑO 2023		
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
Constitución de la empresa.																		
Declaración de impacto ambiental.																		
Aprobación de declaración de impacto ambiental.																		
Compra de equipos principales.																		
Contratación de personal.																		
Capacitación de personal																		
Construcción de planta.																		
Comisionamiento y puesta en marcha.																		
Implementación de plan de marketing.																		

5.4. Dotación

La dotación de H4F viene dada para satisfacer los procesos definidos en la cadena de valor de la figura 4. Considerando el plan de crecimiento de H4F la dotación se incrementará el segundo año para las actividades relacionadas con la operación de la planta lo que significará la operación de ésta durante las 24 horas.

La proyección de la cantidad de empleados de H4F desde el año 1 hasta el año 10 se detalla en la tabla 3.

Tabla 3: “Cantidad de empleados y competencias requeridas para la operación de H4F”.
Fuente: Elaboración Propia.

CARGO	COMPETENCIAS REQUERIDAS	DOTACIÓN AÑO 1	DOTACIÓN AÑOS 2 → 10
CEO	Financieras, comerciales, marketing, RRHH y gestión de empresas.	1	1
Jefe de O&M	Ingeniería de procesos, planificación y gestión de operaciones y mantención. Gestión de RRHH.	1	1
Operador de planta	Operaciones y control de procesos.	2	4
Mantenedor	Mantención en las áreas mecánica, eléctrica e instrumentación y control.	1	1
Conductor camión	Conductor clase B, competencias de mantención en las áreas mecánica, eléctrica e instrumentación y control.	1	1
Encargado de contabilidad, finanzas y RRHH	RRHH, contabilidad y finanzas.	1	1
Encargado de marketing, comercio y logística	Marketing, gestión de proveedores y ventas.	1	1
Personal aseo	Estudios a nivel de enseñanza media.	1	1
Asesor S&SO y medio ambiente	Seguridad, salud ocupacional y medio ambiente.	1	1
Vigilante privado	Vigilancia y control de acceso.	1	1

6. Equipo del proyecto

6.1. Equipo gestor

El equipo gestor del modelo de negocios de H4F lo integran sus dueños y socios Quetzal Barrales Sánchez y Eric Roa Toledo los cuales han desarrollado su carrera profesional en el área de la energía. La combinación de ambos socios garantiza conocimientos y experiencia que contribuirán al desarrollo del negocio. Los perfiles del equipo gestor se describen a continuación:

- **Quetzal Barrales Sánchez:** Ingeniero Civil Industrial de la Universidad Nacional Andrés Bello y Magister en Administración de Empresa de la Universidad de Chile. Durante siete años ha adquirido competencias en la operación y mantención de centrales térmicas y renovables y en el área de planificación y control de gestión. En particular, los últimos cinco años en el rubro de la energía de desarrolla planificando gastos anuales de 15 MMUSD con proyecciones a seis años y gastos de proyectos de mantenimiento de hasta 12 MMUSD. Además, ha llevado el control de gestión de carteras de proyectos de activos fijos en el área de mantenimiento del rubro de la energía del orden de MMUSD 51 MMUSD anuales y 172 MMUSD proyectados en el tiempo.
- **Eric Roa Toledo:** Ingeniero Civil Químico de la Universidad de Concepción, Magister en ciencias de la Ingeniería Química de la Universidad de Concepción y Magister en Administración de Empresas de la Universidad de Chile. Ha ejercido su profesión por más de diez años en las áreas de ingeniería de proyectos e ingeniería de procesos en el rubro de la energía y docencia. Durante este tiempo, ha adquirido competencias y habilidades en el desarrollo de ingenierías conceptuales, básicas y de detalles, diseño de equipos y simulación de procesos. En el área de proyectos, las competencias desarrolladas están relacionadas con la preparación, evaluación, construcción, comisionamiento y puesta en servicio de proyectos con montos de inversión del orden de 15 MMUSD.

Referente a la composición de la sociedad, esta tendrá una distribución igualitaria de la participación que corresponde al equipo gestor. El equipo gestor formará parte del directorio de H4F, participará en la designación del gerente general y estará en permanente contacto con éste para garantizar una eficiente y oportuna gestión de la empresa.

6.2. Estructura organizacional

La estructura organizacional de H4F se definió según se indica en la figura 8.

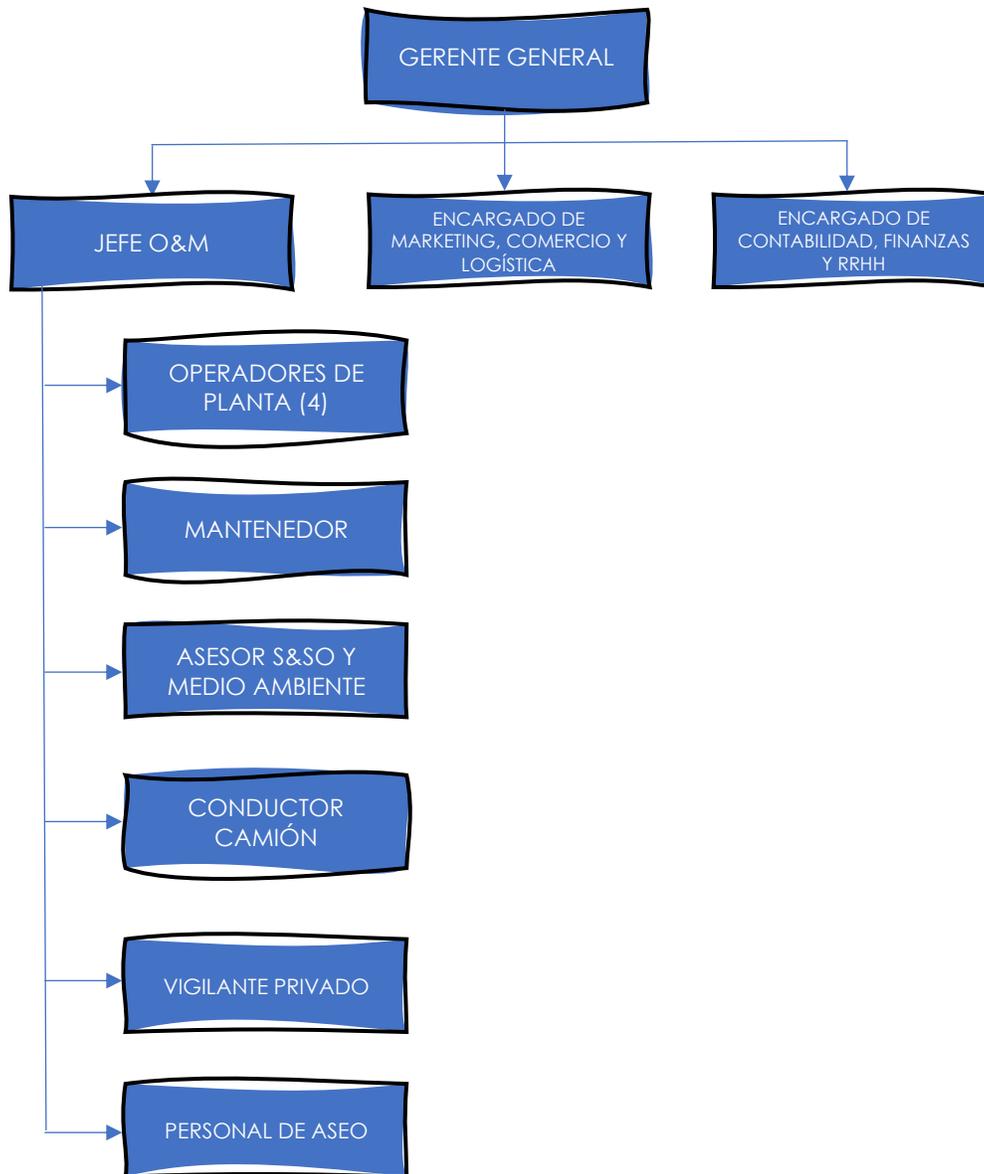


Figura 8: “Organigrama de H4F”.
Fuente: Elaboración propia.

Las funciones de la estructura organizacional de H4F se describen a continuación.

- **CEO:** Representante legal, responsable del gerenciamiento general del negocio, responsable de la generación de nuevos negocios y de la gestión comercial.
- **Jefe O&M:** Líder de la gestión de operaciones y mantenimiento. Asegura el funcionamiento óptimo de la planta coordinando y verificando actividades de operación y mantenimiento, la disponibilidad y confiabilidad de las instalaciones y equipos de acuerdo

con los estándares de calidad, seguridad y medio ambiente, costos e indicadores definidos.

- **Encargado de marketing, comercio y logística:** Administra funciones en materias de marketing, comercio y logística del negocio.
- **Encargado de contabilidad, finanzas y RRHH:** Administra funciones en materias de contabilidad, finanzas y RRHH del negocio.
- **Operador de planta:** Ejecuta las tareas de operación de la planta de manera de contribuir al cumplimiento de los trabajos asignados contribuyendo a la continuidad operacional de acuerdo a los estándares de seguridad, calidad y medio ambiente.
- **Mantenedor:** Supervisa y comprueba la ejecución de las tareas de mantenimiento para lograr el plan de mantenimiento preventivo y acciones correctivas.
- **Asesor S&SO y medio ambiente:** Propone y coordina acciones permanentes de control para las actividades realizadas dentro de la planta controlando los riesgos de seguridad y salud ocupacional de acuerdo con la normativa vigente, implementa instrumentos de gestión ambiental y legal en los procesos operacionales de H4F.
- **Conductor camión:** Responsable de distribución del hidrógeno verde a los clientes.
- **Personal de aseo:** Lleva a cabo actividades para asegurar el orden y aseo industrial de las instalaciones comunes de H4F. Esta función será externalizada.
- **Vigilante privado:** Supervisa y comprueba las actividades de vigilancia y control de acceso de las instalaciones. Esta función será externalizada.

La administración de H4F tendrá sistema de turno 5x2 con horario laboral desde las 08:00 hasta las 17:30 horas, a excepción la operación, que tendrá turno 7x7 que cubrirá las 24 horas del día.

6.3. Incentivos y compensaciones

Los incentivos y compensaciones se informan en las tablas 4 y 5. Para los cargos gerencial y jefaturas hay incentivos sujetos a metas de producción, utilidades de la empresa y metas de seguridad con un tope máximo de un sueldo anual para el CEO y el jefe de O&M dividido trimestralmente. Para los cargos de operación, mantenimiento, encargado de marketing,

comercio y logística y, encargado de contabilidad, finanzas y RRHH hay un incentivo anual equivalente al 50% del sueldo bruto, proporcional a las metas del negocio.

Tabla 4: “Estimación de incentivos anuales”.

Fuente: Elaboración propia.

CARGO	DETALLE	
CEO	Cantidad	1
	Sueldo bruto	\$2.200.000
Jefe de O&M	Cantidad	1
	Sueldo bruto	\$1.650.000
Operador planta	Cantidad	4
	Sueldo bruto	\$2.200.000
Mantenedor	Cantidad	1
	Sueldo bruto	\$550.000
Conductor camión	Cantidad	1
	Sueldo bruto	\$450.000
Encargado de marketing, comercio y logística	Cantidad	1
	Sueldo bruto	\$750.000
Encargado de contabilidad, finanzas y RRHH	Cantidad	1
	Sueldo bruto	\$750.000
Asesor S&SO y medio ambiente	Cantidad	1
	Sueldo bruto	\$150.000

Por otra parte, de forma general y transversal se considera bonos de almuerzo y colación, transporte, fiestas patrias y Navidad resumidos en la tabla 5.

Tabla 5: “Estimación de bonos anuales”.

Fuente: Elaboración propia.

BONO	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Almuerzo y colaciones	\$7.500	\$19.800.000
Transporte	\$3.500	\$9.240.000
Bono Fiestas Patrias	\$125.000	\$1.375.000
Bono Navidad	\$175.000	\$1.925.000

Todos los sueldos se componen de una porción fija que incluye la gratificación legal. Estos sueldos serán estudiados cada dos años para aumento con un tope de 3%. Además, se considera un ajuste por IPC anual del 2%. Las tablas 6 y 7 resumen las proyecciones de sueldos y beneficios.

Tabla 6: “Proyecciones de sueldo bruto por cargo para los primeros cinco años”.

Fuente: Elaboración propia.

CARGO	DETALLE	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
CEO	Cantidad	1	1	1	1	1
	Sueldo bruto	\$2.200.000	\$2.244.000	\$2.356.200	\$2.403.324	\$2.451.390
Jefe de O&M	Cantidad	1	1	1	1	1
	Sueldo bruto	\$1.650.000	\$1.683.000	\$1.767.150	\$1.802.493	\$1.838.543
Operador planta	Cantidad	2	4	4	4	4
	Sueldo bruto	\$2.200.000	\$4.488.000	\$4.712.400	\$4.806.648	\$4.902.781
Mantenedor	Cantidad	1	1	1	1	1
	Sueldo bruto	\$1.100.000	\$1.122.000	\$1.178.100	\$1.201.662	\$1.225.695
Conductor camión	Cantidad	1	1	1	1	1
	Sueldo bruto	\$900.000	\$918.000	\$963.900	\$983.178	\$1.002.842
Encargado de marketing, comercio y logística	Cantidad	1	1	1	1	1
	Sueldo bruto	\$1.300.000	\$1.326.000	\$1.392.300	\$1.420.146	\$1.448.549
Encargado de contabilidad, finanzas y RRHH	Cantidad	1	1	1	1	1
	Sueldo bruto	\$1.300.000	\$1.326.000	\$1.392.300	\$1.420.146	\$1.448.549
Personal S&SO y medio ambiente	Cantidad	1	1	1	1	1
	Sueldo bruto	\$300.000	\$306.000	\$321.300	\$327.726	\$334.281
Personal aseo	Cantidad	1	1	1	1	1
	Sueldo bruto	\$450.000	\$459.000	\$481.950	\$491.589	\$501.421
Vigilante	Cantidad	4	4	4	4	4
	Sueldo bruto	\$2.000.000	\$2.040.000	\$2.142.000	\$2.184.840	\$2.228.537
Incremento salarial		0%	2%	5%	2%	2%

Tabla 7: “Resumen de la estimación de incentivos y compensaciones”.

Fuente: Elaboración propia.

DETALLE	VALOR
Estimación incentivos	\$8.700.000
Estimación bonos	\$32.340.000
Estimación anual total	\$159.600.000
	USD 267.520

7. Plan financiero

Los principales supuestos para la evaluación del modelo de negocios de H4F son los siguientes:

- El proyecto se valoriza en dólares.
- Pago de las materias primas (agua, electricidad) y todos los servicios en 30 días.
- El cobro a clientes se realiza en 60 días.
- El precio de la electricidad se basa en el informe de Proyección de la Demanda Eléctrica 2019–2020 (Coordinador Eléctrico Nacional, 2020).
- En el caso del suministro de agua, se considera el valor del sobreconsumo de agua potable en Antofagasta, cuyo valor es de 8.85 USD/m³-agua y su valor se incrementa anualmente en un 2%, asociado al valor de la inflación.
- La depreciación de los equipos es lineal.
- El periodo de evaluación del proyecto es de diez años.
- Para calcular el valor terminal se considera el valor económico del último año del flujo de caja sin crecimiento proyectado a perpetuidad.
- Se consideró el aporte de inversionista para financiar el proyecto correspondiente al 97% del CAPEX más capital de trabajo.

7.1. Estimación de ingresos

H4F proyecta ingresos por contratos de suministro de hidrógeno y mantención de las celdas de hidrógeno. Estos contratos tendrán una duración de cinco años y según lo indicado en la sección 4.2 se prioriza a las grúas horquillas eléctricas de batería de plomo ácido. Los clientes objetivos con los que se espera cerrar contratos tienen un promedio de 17 grúas horquillas y sus consumos de hidrógeno son diferentes dependiendo de la operación en sus instalaciones, según se detalla en la tabla VI.1 del ANEXO VI de este modelo de negocios. La proyección de ingresos en función al número de clientes proyectados se informa en la tabla 8 y se proyecta que en el año 2025 se logre vender el 100% de la capacidad de la planta de producción de hidrógeno verde.

Tabla 8: “Estimación de ingresos de H4F”.

Fuente: Elaboración Propia.

	AÑO 2023	AÑO 2024	AÑO 2025	AÑO 2026	AÑO 2027	AÑOS 2028 → 2032
Grúas horquillas objetivo	13	24	42	42	42	42
Número de contratos	1	2	3	3	3	3
Hidrógeno [ton/año]	32,0	58,7	66,0	66,0	66,0	66,0
Ingresos [USD/año]	544.170	998.580	1.122.000	1.122.000	1.122.000	1.122.000

7.2. Plan de inversiones

El plan de inversiones considera una inversión de USD 2.559.535 el año 0 para iniciar la operación comercial de H4F el año 1, este monto incluye el CAPEX del proyecto y el capital de trabajo. Posteriores inversiones se requieren cada cinco años para reemplazar las celdas de hidrógeno que posean los clientes las cuales son parte del alcance del contrato con éstos.

La tabla 9 resume los montos, el año y el alcance de la inversión. El detalle del CAPEX para el año 0 se resume en la tabla 10.

Tabla 9: “Plan de inversión de H4F”.
Fuente: Elaboración Propia.

MONTO DE LA INVERSIÓN	AÑO	ALCANCE
USD 2.061.150	0	Equipos, celdas de hidrógeno, ingeniería, estudios, permisos sectoriales.
USD 498.385	0	Capital de trabajo. Incluye: costos para operación, mantenimiento, GAV, IVA de la inversión, IVA pago cuentas e impuesto a la renta.
USD 157.500	5	Reposición de celdas de hidrógeno.
USD 118.125	10	Reposición de celdas de hidrógeno.

Tabla 10: “Detalle del CAPEX de H4F el año 0”.
Fuente: Elaboración Propia.

	INVERSIÓN
CAPEX	USD 1.939.667
EQUIPOS	USD 1.793.667
Electrolizador	USD 925.000
Compresor	USD 120.000
Recipiente acumulador	USD 65.000
Paneles fotovoltaicos	USD 325.000
Celdas de hidrógeno	USD 225.000
Piping y válvulas	USD 29.333
Materiales eléctricos	USD 89.667
Materiales I&C	USD 14.667
CONSTRUCCIÓN/COMISIONADO	USD 146.000
Contratista principal	USD 76.000
Otros	USD 6.667
Servicios	USD 63.333
INGENIERÍA	USD 23.333
CONTINGENCIAS	USD 98.150
TOTAL	USD 2.061.150

7.3. Proyecciones de estados de resultados

Los estados de resultados proyectados se informan en la tabla 11 para un período de cinco años y para diez años en el ANEXO IX. No se considera deuda financiera de largo plazo dado que la empresa se constituirá con aportes de inversionistas.

Tabla 11: “Proyecciones de estados de resultados de H4F para un período de cinco años”.
Fuente: Elaboración Propia.

	AÑO 2023	AÑO 2024	AÑO 2025	AÑO 2026	AÑO 2027
INGRESOS POR VENTAS	USD 544.170	USD 998.580	USD 1.122.000	USD 1.122.000	USD 1.122.000
COSTOS OPERACIÓN	USD (43.652)	USD (132.929)	USD (155.485)	USD (168.025)	USD (164.032)
Costo agua potable	USD (2.833)	USD (5.198)	USD (5.841)	USD (5.841)	USD (5.841)
Costo eléctrico externo	USD (39.324)	USD (82.471)	USD (101.039)	USD (112.266)	USD (106.920)
Costos mantención celdas	USD (1.495)	USD (2.760)	USD (4.830)	USD (4.830)	USD (4.830)
Costos mantención planta	USD -	USD (42.500)	USD (43.775)	USD (45.088)	USD (46.441)
MARGEN DE VENTAS	USD 500.518	USD 865.651	USD 966.515	USD 953.975	USD 957.968
GASTOS ADMINISTRACIÓN Y VENTAS	USD (402.086)	USD (453.436)	USD (469.395)	USD (411.624)	USD (421.086)
RRHH	USD (222.747)	USD (275.403)	USD (290.500)	USD (295.301)	USD (303.865)
Marketing y ventas	USD (110.100)	USD (108.100)	USD (108.100)	USD (44.800)	USD (44.800)
Otros Gastos	USD (69.239)	USD (69.934)	USD (70.795)	USD (71.523)	USD (72.421)
Combustible vehículos	USD (18.000)	USD (18.360)	USD (18.727)	USD (19.102)	USD (19.484)
Peajes	USD (3.600)	USD (3.672)	USD (3.745)	USD (3.820)	USD (3.897)
Arriendo y mantención vehículos	USD (7.500)	USD (7.500)	USD (7.650)	USD (7.650)	USD (7.803)
Seguros	USD (31.389)				
Servicios básicos, gastos de oficina	USD (8.750)	USD (9.013)	USD (9.283)	USD (9.561)	USD (9.848)
EBITDA	USD 98.432	USD 412.214	USD 497.120	USD 542.351	USD 536.883
DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN	USD (235.733)				
EBIT	USD (137.301)	USD 176.481	USD 261.386	USD 306.618	USD 301.149
UTILIDADES ANTES DE IMPUESTOS	USD (137.301)	USD 176.481	USD 261.386	USD 306.618	USD 301.149
IMPUESTOS (27%)	USD -	USD (10.578)	USD (70.574)	USD (82.787)	USD (81.310)
UTILIDADES DESPUÉS DE IMPUESTOS	USD (137.301)	USD 165.902	USD 190.812	USD 223.831	USD 219.839

El primer año de operaciones la empresa obtiene utilidades negativas después de impuestos y desde el año 2024 las utilidades son positivas con un valor de USD 165.902 las cuales alcanzan un máximo el año 2028 (sexto año de operación) de USD 243.727. Estos valores positivos de utilidades se justifican por el incremento de las ventas de hidrógeno desde el primer año de operación. La empresa mantiene relativamente constante sus utilidades desde el tercer año producto que las ventas equivalen al 100% de la capacidad de generación de hidrógeno del electrolizador. En valores promedio, el margen de ventas a ventas los primeros cinco años corresponde a 87,04%, fundamentado por el ahorro del costo eléctrico producto de los paneles fotovoltaicos que permitirán suministrar la energía eléctrica durante el día para la generación de

hidrógeno. Los costos asociados a la generación de hidrógeno verde se distribuyen en energía eléctrica (69,82%), agua potable (4,24%) y costos de mantención (25,94%).

Los gastos de administración y ventas (GAV), en promedio, corresponden al 47,07% respecto a los ingresos por ventas, distribuidos mayoritariamente en remuneraciones (64,39%) y gastos de marketing y ventas (19,15%) los cinco primeros años. Desde el cuarto año, los gastos de marketing y ventas se reducen en 59,31%, por lo que los gastos asociados a RR.HH. corresponden al 71,74% del total de GAV.

7.4. Proyecciones de flujos de caja

La proyección de los flujos de caja del proyecto se realizó considerando flujos infinitos (perpetuidad) en el año 10 y las inversiones indicadas en la tabla 9 (sección 7.2). El detalle de los flujos de caja para cinco años se informa en la tabla 12 y para diez años en el ANEXO IX.

Tabla 12: “Proyecciones de flujos de caja de H4F para un período de cinco años”.

Fuente: Elaboración Propia.

	AÑO 2022	AÑO 2023	AÑO 2024	AÑO 2025	AÑO 2026	AÑO 2027
CAPEX	USD (2.061.150)	USD -	USD -	USD -	USD -	USD (157.500)
INGRESOS POR VENTAS	USD -	USD 544.170	USD 998.580	USD 1.122.000	USD 1.122.000	USD 1.122.000
COSTOS OPERACIÓN	USD -	USD (43.652)	USD (132.929)	USD (155.485)	USD (168.025)	USD (164.032)
Costo agua potable	USD -	USD (2.833)	USD (5.198)	USD (5.841)	USD (5.841)	USD (5.841)
Costo eléctrico externo	USD -	USD (39.324)	USD (82.471)	USD (101.039)	USD (112.266)	USD (106.920)
Costos mantención celdas	USD -	USD (1.495)	USD (2.760)	USD (4.830)	USD (4.830)	USD (4.830)
Costos mantención planta	USD -	USD -	USD (42.500)	USD (43.775)	USD (45.088)	USD (46.441)
MARGEN DE VENTA	USD -	USD 500.518	USD 865.651	USD 966.515	USD 953.975	USD 957.968
GASTOS ADMINISTRACIÓN Y VENTAS	USD -	USD (402.086)	USD (453.436)	USD (469.395)	USD (411.624)	USD (421.086)
RRHH	USD -	USD (222.747)	USD (275.403)	USD (290.500)	USD (295.301)	USD (303.865)
Marketing y ventas	USD -	USD (110.100)	USD (108.100)	USD (108.100)	USD (44.800)	USD (44.800)
Otros Gastos	USD -	USD (69.239)	USD (69.934)	USD (70.795)	USD (71.523)	USD (72.421)
Combustible vehículos	USD -	USD (18.000)	USD (18.360)	USD (18.727)	USD (19.102)	USD (19.484)
Peajes	USD -	USD (3.600)	USD (3.672)	USD (3.745)	USD (3.820)	USD (3.897)
Arriendo y mantención vehículos	USD -	USD (7.500)	USD (7.500)	USD (7.650)	USD (7.650)	USD (7.803)
Seguros	USD -	USD (31.389)				
Servicios básicos, gastos de oficina	USD -	USD (8.750)	USD (9.013)	USD (9.283)	USD (9.561)	USD (9.848)
EBITDA	USD -	USD 98.432	USD 412.214	USD 497.120	USD 542.351	USD 536.883
DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN	USD -	USD (235.733)				
UTILIDADES ANTES DE IMPUESTOS	USD -	USD (137.301)	USD 176.481	USD 261.386	USD 306.618	USD 301.149
IMPUESTOS (27%)	USD -	USD -	USD (10.578)	USD (70.574)	USD (82.787)	USD (81.310)
UTILIDADES DESPUÉS DE IMPUESTOS	USD -	USD (137.301)	USD 165.902	USD 190.812	USD 223.831	USD 219.839
DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN	USD -	USD 235.733				
INVERSIÓN KTNO	USD (498.385)	USD -				
FLUJO CAJA LIBRE	USD (2.559.535)	USD 98.432	USD 401.636	USD 426.545	USD 459.564	USD 298.072

En el año 0 se requiere una inversión de USD 2.559.535 asociadas a ingeniería, compra de activos, servicios, construcción, comisionamiento, puesta en servicio y capital de trabajo. Sucesivas inversiones se realizan los años 5 y 10 de operación para reemplazo de las celdas de hidrógeno que serán parte del suministro dentro del marco contractual con los clientes con montos de inversión de USD 157.500 el año 5 y USD 118.125 el año 10.

Respecto a los valores de flujo de caja libre proyectados estos son positivos desde el año 1, con un valor máximo de USD 459.564 el año 4 y para el año 10 se considera un valor de continuidad de USD 3.424.597.

7.5. Análisis de resultados por grúas horquillas

Si analizamos el desempeño por grúa horquilla se tiene que el CAPEX por grúa horquilla corresponde a USD 49.075. Los ingresos por ventas, los costos por ventas y el resultado operacional son 26.714, 4.001 y 12.913 USD/grúa. Las utilidades después de impuestos por grúa horquilla corresponden a USD 5.329 en comparación con el beneficio económico del cliente que corresponde a 8.397 USD/grúa. El ROA por grúa horquilla estimado como EBITDA/CAPEX da un valor de 26,31%.

7.6. Cálculo de tasa de descuento

Para el cálculo de la tasa de descuento, se utiliza la metodología CAPM (Capital Assets Pricing Model) considerando una empresa sin deuda con un horizonte de tiempo de 20 años. La expresión matemática y las variables utilizadas son:

$$r = R_f + \beta \cdot (R_m - R_f) + \text{Premio por liquidez} + \text{Premio por } start-up \quad (1)$$

Donde:

R	:	Tasa de descuento.
R_f	:	Tasa libre de riesgo, considerando los valores de la tasa de mercado de los bonos bullet del Banco Central en UF y a 20 años.
R_m	:	Riesgo de mercado de Chile, tomado de Damoradan, consultado en marzo de 2021.
β	:	Beta patrimonial de una empresa sin deuda, riesgo sistemático de la industria "Green & Renewable Energy" obtenida de Damoradan, consultado en marzo de 2021.
Premio por liquidez	:	Incremento sobre la rentabilidad exigida a la tasa libre de riesgo.
Premio por <i>start-up</i>	:	Incremento rentabilidad exigida sobre la tasa libre de riesgo.

Utilizando la ecuación (1) y los valores de las variables informados en la tabla 13 se obtiene un valor para la tasa de descuento de 12,17%. El detalle metodológico para cada una de las variables utilizadas para el cálculo de la tasa de descuento se detalla en el ANEXO X.

Tabla 13: “Cálculo de la tasa de descuento para H4F”.
Fuente: Elaboración Propia.

VARIABLE	VALOR
r	12,17%
R _f	1,79%
β	0,67
R _m	5,40%
Premio por liquidez	4,00%
Premio por <i>start-up</i>	4,00%

7.7. Evaluación financiera del proyecto puro y sin deuda

El proyecto se evaluó a diez años, puro y sin deuda obteniendo los indicadores que se informan en la tabla 14.

Tabla 14: “Indicadores financieros para H4F evaluados para diez años (perpetuidad), puro y sin deuda”.
Fuente: Elaboración Propia.

INDICADOR	VALOR
r	12,17%
VAN	USD 513.666
TIR	15,32%
PAYBACK	8,9 años

El VAN de USD 513.666 es positivo lo que indica que el proyecto es rentable e incrementa la riqueza de los inversionistas, la tasa interna de retorno (TIR) es 15,32%, es decir, 1,26 veces la tasa exigida (12,17%) y el periodo de recuperación de la inversión es 8,9 años.

La tabla 15 resume los principales indicadores de rentabilidad y de liquidez para H4F. Se tiene que el primer año los indicadores de rentabilidad son negativas producto que las utilidades son negativas. Desde el segundo año de operación (año 2024) los indicadores son positivos producto de las utilidades obtenidas. Los mayores valores de los indicadores ROA y el ROE se dan el año 2026 cuando se logra la venta de la capacidad total del hidrógeno producido, los que en promedio

los nueve años en que se obtienen utilidades positivas son del orden de 8,25% y 6,40%, respectivamente.

Tabla 15: “Indicadores de rentabilidad y liquidez para H4F evaluados para diez años”.
Fuente: Elaboración Propia.

INDICADOR	AÑO 2023	AÑO 2024	AÑO 2025	AÑO 2026	AÑO 2027	AÑO 2028	AÑO 2029	AÑO 2030	AÑO 2031	AÑO 2032
ROA	-5,67%	6,70%	9,17%	9,94%	9,11%	9,13%	8,51%	7,84%	7,19%	6,67%
ROE	-5,67%	6,41%	6,87%	7,45%	6,82%	7,03%	6,53%	5,99%	5,47%	5,06%
MARGEN DE VENTA A VENTAS	91,98%	86,69%	86,14%	85,02%	85,38%	85,26%	85,92%	85,79%	86,45%	86,31%
MARGEN OPERACIONAL A VENTAS	-25,23%	17,67%	23,30%	27,33%	26,84%	29,76%	29,55%	28,87%	27,89%	27,17%
MARGEN NETO A VENTAS	-25,23%	16,61%	17,01%	19,95%	19,59%	21,72%	21,57%	21,07%	20,36%	19,83%
RAZÓN CORRIENTE	-	26,15	23,54	25,36	30,11	15,14	17,62	20,17	22,95	25,67
TEST ÁCIDO	-	20,03	20,67	24,16	30,11	15,14	17,62	20,17	22,95	25,67

En términos de liquidez, ambos indicadores, razón corriente y test ácido indican que H4F tendría una buena capacidad de pago de sus compromisos con proveedores, con valores promedio de 22,97% y 21,84%, respectivamente.

7.8. Valor residual

Para la estimación del valor residual de los flujos de caja libre para H4F se consideró una tasa de crecimiento de 0% considerando la limitación de la capacidad del equipo generador de hidrógeno (electrolizador). Con el flujo de caja libre del año 9 (USD 416.837) y la tasa de descuento de 12,17% informada en la sección 7.6 se obtuvo un valor residual o de continuidad de USD 3.424.597.

7.9. Balance proyectado

El balance proyectado para los cinco primeros años de operación se informa en la tabla 16. Los principales supuestos para su elaboración son:

- No habrá deuda financiera y la empresa se constituirá con aportes de inversionistas.
- Se estima una cobrabilidad del 75% de las ventas de hidrógeno en un año.
- Las cuentas por pagar corresponden a IVA e impuesto a la renta.
- No se consideró pago de dividendos.

El año 2023, el 65,72% de los activos totales corresponde a los equipos que forman parte de H4F los que irán disminuyendo año a año por la depreciación de éstos. Las cuentas por cobrar representan el 5,62% el primer año llegando a un máximo de 9,84% el año 2025. La cuenta de

efectivo y efectivo equivalente representa el año 2023 el 12,77% de los activos totales incrementándose año a año hasta 92,7% al décimo año de operación.

Respecto a los pasivos, las cuentas por pagar asociadas a compromisos tributarios corresponden al 100% del total de los pasivos. El patrimonio de H4F está constituido por el capital emitido (USD 2.559.535) y por las utilidades acumuladas, negativas el primer año y desde el segundo año, positivas.

Tabla 16: “Balance del modelo de negocios de H4F”.

Fuente: Elaboración Propia.

	AÑO 2023	AÑO 2024	AÑO 2025	AÑO 2026	AÑO 2027
ACTIVOS					
ACTIVOS CORRIENTES					
Efectivos y efectivos equivalentes	USD 309.377	USD 705.001	USD 1.178.340	USD 1.719.297	USD 2.241.534
Cuentas por cobrar	USD 136.043	USD 249.645	USD 280.500	USD 280.500	USD 280.500
IVA crédito	USD 347.943	USD 291.206	USD 202.616	USD 99.569	USD -
Impuestos a la renta	USD 37.071	USD -	USD -	USD -	USD -
TOTAL ACTIVOS CORRIENTES	USD 830.434	USD 1.245.853	USD 1.661.456	USD 2.099.366	USD 2.522.034
ACTIVOS NO CORRIENTES					
Propiedad, planta y equipos	USD 1.591.800	USD 1.389.933	USD 1.188.067	USD 986.200	USD 784.333
TOTAL ACTIVOS NO CORRIENTES	USD 1.591.800	USD 1.389.933	USD 1.188.067	USD 986.200	USD 784.333
TOTAL ACTIVOS	USD 2.422.234	USD 2.635.786	USD 2.849.523	USD 3.085.566	USD 3.306.367
PASIVOS					
PASIVOS CORRIENTES					
Cuentas por pagar	USD -				
IVA débito	USD -	USD -	USD -	USD -	USD 2.438
Impuestos a la renta	USD -	USD 47.650	USD 70.574	USD 82.787	USD 81.310
TOTAL PASIVOS CORRIENTES	USD -	USD 47.650	USD 70.574	USD 82.787	USD 83.749
PASIVOS NO CORRIENTES					
Deuda largo plazo	USD -				
TOTAL PASIVOS NO CORRIENTES	USD -				
TOTAL PASIVOS	USD -	USD 47.650	USD 70.574	USD 82.787	USD 83.749
PATRIMONIO					
Capital	USD 2.559.535				
Utilidades (pérdida) acumulada	USD (137.301)	USD 28.601	USD 219.413	USD 443.244	USD 663.083
TOTAL PATRIMONIO	USD 2.422.234	USD 2.588.136	USD 2.778.948	USD 3.002.779	USD 3.222.618
PASIVO + PATRIMONIO	USD 2.422.234	USD 2.635.786	USD 2.849.523	USD 3.085.566	USD 3.306.367

7.10. Capital de trabajo

El capital de trabajo se calcula utilizando la metodología del *Déficit Máximo Acumulado* para los primeros 24 meses de operaciones de H4F y así obtener el monto necesario para garantizar el desarrollo de dichas actividades operativas en términos de capacidad de pago a proveedores, remuneraciones, actividades de mantención, gastos de marketing, pagos de IVA (compra de activos y proveedores) y pagos provisionales mensuales (PPM) de 1% respecto al ingreso por ventas.

El monto máximo de capital de trabajo requerido es de USD 498.385 y se obtuvo en el mes 17 de operación. El detalle se informa en el ANEXO XI.

7.11. Fuentes de financiamiento

El financiamiento del proyecto se realiza con inversión de los generadores de la idea y el aporte de capital de un inversionista de la Región de Antofagasta que a la fecha ha manifestado interés en el modelo de negocios. Los aportes de los generadores de la idea corresponden al 3% y el del inversionista, 97%. No se considera deuda financiera.

7.12. Análisis de sensibilidad

De acuerdo con la naturaleza del modelo de negocio que está asociado a una tecnología nueva que no se ha masificado y que el cliente no necesariamente valoriza de manera fehaciente al inicio de su irrupción en el mercado, se consideró para el análisis de sensibilidad las siguientes dos variables:

- Variación en el CAPEX, en incrementos y disminuciones de éste de 10 y 20%.
- Variación en el precio de venta del hidrógeno.

Las tablas 17 y 18 muestran la sensibilidad del VAN y TIR a estos cambios.

Tabla 17: “Análisis de sensibilidad para el VAN del proyecto”.

Fuente: Elaboración Propia.

		VARIACIÓN EN EL PRECIO DE VENTA DEL HIDRÓGENO VERDE							
		USD 11	USD 12	USD 13	USD 14	USD 15	USD 16	USD 17	USD 18
VARIACIÓN DEL CAPEX	USD (2.047.628)	USD (1.196.439)	USD (826.104)	USD (455.768)	USD (85.433)	USD 284.902	USD 655.238	USD 1.025.573	USD 1.395.909
	USD (2.303.582)	USD (1.452.393)	USD (1.082.057)	USD (711.722)	USD (341.386)	USD 28.949	USD 399.284	USD 769.620	USD 1.139.955
	USD (2.559.535)	USD (1.708.346)	USD (1.338.011)	USD (967.675)	USD (597.340)	USD (227.005)	USD 143.331	USD 513.666	USD 884.002
	USD (2.815.489)	USD (1.964.300)	USD (1.593.964)	USD (1.223.629)	USD (853.294)	USD (482.958)	USD (112.623)	USD 257.713	USD 628.048
	USD (3.378.587)	USD (2.527.398)	USD (2.157.062)	USD (1.786.727)	USD (1.416.391)	USD (1.046.056)	USD (675.720)	USD (305.385)	USD 64.950

Tabla 18: “Análisis de sensibilidad para la TIR del proyecto”.

Fuente: Elaboración Propia.

		VARIACIÓN EN EL PRECIO DE VENTA DEL HIDRÓGENO VERDE							
		USD 11	USD 12	USD 13	USD 14	USD 15	USD 16	USD 17	USD 18
VARIACIÓN DEL CAPEX	USD (2.047.628)	-0,17%	4,46%	8,23%	11,48%	14,37%	17,02%	19,48%	21,79%
	USD (2.303.582)	-1,63%	2,86%	6,49%	9,61%	12,38%	14,90%	17,23%	19,42%
	USD (2.559.535)	-2,90%	1,46%	4,98%	8,00%	10,66%	13,08%	15,32%	17,40%
	USD (2.815.489)	-4,02%	0,24%	3,66%	6,58%	9,17%	11,50%	13,65%	15,65%
	USD (3.378.587)	-6,11%	-2,04%	1,23%	3,99%	6,43%	8,62%	10,63%	12,49%

Se tiene que en términos de incremento del CAPEX un aumento del 10% permitiría obtener valores de VAN (USD 257.713) y de TIR (13,65%) favorables para precios desde 17 USD/kg-H₂, precios iguales o menores a 16 USD/kg-H₂ no harían viable el proyecto con valores negativos para el VAN y, además, la TIR sería menor a la exigida para el proyecto. Para incrementos del CAPEX del 20% el proyecto solo sería viable para precios de venta de hidrógeno iguales o mayores a 18 USD/kg-H₂.

Por lo tanto, la propuesta de H4F podría soportar un incremento máximo del CAPEX del 10% manteniendo el precio de 17 USD/kg-H₂.

Un resultado interesante desde el análisis de sensibilidad realizado es el efecto de la disminución del CAPEX el que le daría mayores oportunidades de éxito al proyecto dado que el cliente podría acceder a precios de venta de hidrógeno más económicos. Además, el 45% del CAPEX corresponde a la compra del electrolizador el que a la fecha es costoso dado que el mercado de éstos es reducido y sin mucha demanda. Se espera que los precios de los electrolizadores disminuyan su costo en un 25% en los próximos cinco años. Para disminuciones del CAPEX del 10% se tiene que el proyecto es viable para precios de hidrógeno de 15 USD/kg-H₂ con VAN de USD 28.949 y TIR de 12,38%. En el caso de disminuciones de CAPEX del 20% también se podría ofertar el hidrógeno a 15 USD/kg-H₂.

8. Riesgos críticos

Los riesgos críticos del proyecto se definieron como riesgos externos y riesgos internos. Cada uno de ellos se evaluó en términos de impacto, probabilidad y magnitud de daño planteando, además, una mitigación y control. El resumen de lo anterior se informa en las tablas 19 y 20.

Tabla 19: “Riesgos críticos externos de H4F”.

Fuente: Elaboración propia.

RIESGOS EXTERNOS	IMPACTO	PROBABILIDAD	MAGNITUD DEL DAÑO	MITIGACIÓN Y/O CONTROL
Aumento de los costos de operación.	ALTO	MEDIA	MEDIO	Monitorear y controlar los precios del mercado proyectando escenarios futuros.
Aumento de los costos de mantenimiento.	MEDIO	MEDIA	MEDIO	Contratos a mediano plazo con proveedores. Generación de competencias de mantención en H4F.
Incremento de la competencia por el ingreso de nuevos participantes.	ALTO	MEDIO	ALTA	Fidelización de clientes. Mayor competitividad por costos y gastos operacionales y de administración. Crecimiento acelerado, contratos a largo plazo y captar a clientes más atractivos.
Regulaciones más estrictas en términos de seguridad y salud ocupacional y medio ambiente.	MEDIO	MEDIA	MEDIA	Contrataciones de especialistas en la materia.
Ingreso de grandes y reconocidas empresas al mercado.	ALTO	MEDIA	ALTA	Aumento de fidelización de clientes. Mayor competitividad por costos y gastos operacionales y de administración. Crecimiento acelerado, contratos de largo plazo y captar a clientes más atractivos.
Ingreso al mercado de nuevos combustibles verde sustitutos.	ALTO	BAJA	ALTA	Crecimiento acelerado, contratos a largo plazo y captar a clientes más atractivos.

Tabla 20: “Riesgos críticos internos de H4F”.
Fuente: Elaboración propia.

RIESGOS INTERNOS	IMPACTO	PROBABILIDAD	MAGNITUD DEL DAÑO	MITIGACIÓN Y/O CONTROL
Empresa nueva y desconocimiento de la marca y del producto.	ALTO	ALTA	ALTA	Plan de marketing robusto e intenso en comunicación con clientes potenciales, fidelización clientes, presencia en exposiciones, talleres y estudios de satisfacción.
Accidentes laborales.	ALTO	MEDIA	ALTA	Ejercer una cultura con un objetivo de cero accidentes que estará alineado también a los incentivos de los empleados. Generación y aplicación de Política de Seguridad.
Los resultados técnicos esperados de la planta no cubren el stock esperado y/o no satisfacen la productividad ofrecida al cliente.	MEDIO	BAJA	BAJA	Firma de contratos que cubran diferencias operacionales ofrecidas por el proveedor.
Bajo <i>know-how</i> del equipo de operaciones y de mantención.	MEDIO	MEDIA	MEDIA	Implementar planes de capacitación en el comisionamiento del proyecto.

9. Propuesta inversionista

La inversión necesaria para realizar el proyecto es de USD 2.559.535 correspondiente a CAPEX y capital de trabajo. El financiamiento del equipo gestor es del 3% (USD 76.786) y el del inversionista el 97% (USD 2.482.749).

La valorización de la gestión del equipo gestor se valorizará en un 5% por lo que el porcentaje en el año 10 de la empresa se distribuye en 92% para los inversores y 8% para el equipo gestor (5% valorización idea + 3% inversión). La tabla 21 detalla los flujos de caja proyectado del equipo gestor y el inversionista según los porcentajes de participación.

Tabla 21: “Flujos de caja proyectados del inversionista y del equipo gestor”.
Fuente: Elaboración Propia.

FLUJO DE CAJA	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5	AÑO 6	AÑO 7	AÑO 8	AÑO 9	AÑO 10
PROYECTO	USD (2.559.535)	USD 98.432	USD 401.636	USD 426.545	USD 459.564	USD 298.072	USD 432.093	USD 430.361	USD 424.793	USD 416.837	USD 3.717.370
EQUIPO GESTOR	USD (76.786)	USD 7.875	USD 32.131	USD 34.124	USD 36.765	USD 23.846	USD 34.567	USD 34.429	USD 33.983	USD 33.347	USD 297.390
INVERSIONISTA	USD (2.482.749)	USD 90.557	USD 369.505	USD 392.422	USD 422.799	USD 274.226	USD 397.526	USD 395.932	USD 390.809	USD 383.490	USD 3.419.980

En base a los flujos de caja proyectados y los valores de VAN y TIR informados en la sección 7.6 se determinó los indicadores financieros para el inversionista y el equipo gestor los que se detallan en la tabla 22. En términos del inversionista, se le ofrece como incentivo a la inversión una rentabilidad del 14,38% y un incremento de su riqueza de USD 344.596.

Tabla 22: “VAN y TIR del inversionista y del equipo gestor”.
Fuente: Elaboración Propia.

	TASA DE DESCUENTO	VAN	TIR
PROYECTO	12,17%	USD 513.666	15,32%
EQUIPO GESTOR		USD 169.070	37,46%
INVERSIONISTA		USD 344.596	14,38%

Al décimo año de operación, la valorización de H4F es de USD 3.717.370 y un EBITDA objetivo de USD 493.200. En estas condiciones, el inversionista tendría un 92% de la propiedad de H4F que corresponde a un monto de USD 3.419.980 y en el caso del equipo gestor, 8,0% de la propiedad de H4F y una valorización de USD 297.390.

10. Conclusiones

Debido a los recursos solar y eólico que tiene Chile, la generación de hidrógeno verde por electrólisis de agua se perfila como una oportunidad, siendo impulsada por el Estado de Chile a través de la *Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde* (Ministerio de Energía, 2020). Por otra parte, se identifica que existe un problema de productividad y rendimiento en las grúas eléctricas que utilizan baterías de plomo ácido que puede ser mejorada a través de la reconversión de las grúas horquillas a celdas de hidrógeno cuya tecnología ha sido comprobada. Bajo estas oportunidades H4F incorpora a la matriz energética de Antofagasta y Mejillones, el combustible hidrógeno verde para su uso en grúas horquillas a través de su modelo de negocios que considera la venta de hidrógeno verde sumando los servicios de reconversión, asesorías, mantención, operación y monitoreo de los requerimientos de suministro.

El nicho en el que participa H4F es atractivo debido a baja competitividad, poca presencia tecnológica a nivel regional y nacional, apoyo estatal y altas barreras de entradas debido a los montos de inversión. Para implementar su modelo de negocios, H4F requiere una inversión inicial de MMUSD 2,56 cuya evaluación, en un horizonte de diez años y una tasa interna de retorno de 12,17%, genera un VAN de USD 513.666, con una TIR de 15,32% y un PAYBACK de 8,9 años.

La performance financiera del proyecto es tal que desde el segundo año de operación (año 2024) los indicadores son positivos producto de las utilidades obtenidas. Los mayores valores de los indicadores ROA y el ROE se dan el año 2026 cuando se logra la venta de la capacidad total del equipo electrolizador, los que en promedio los nueve años en que se obtienen utilidades positivas son del orden de 8,25% y 6,40%, respectivamente. En términos de liquidez, los indicadores razón corriente y test ácido indican que H4F tendría una buena capacidad de pago de sus compromisos con proveedores.

Se sensibiliza la rentabilidad del proyecto y se observa que el costo de la inversión inicial es uno de los aspectos que más impactan en el desempeño del modelo de negocio en términos de VAN y TIR, además, se concluye que un precio menor a 16 USD/kg-H₂ no haría viable el negocio, ya que el VAN sería negativo y la TIR sería menor al retorno exigido para el proyecto (12,17%).

En términos de financiamiento, se requiere el aporte de un inversionista del 97% de la inversión inicial, esto es, MMUSD 2,48, con un VAN para el inversionista de USD 344.596 y una TIR de 14,38%.

Por lo tanto, bajo estos antecedentes se recomienda la operación de H4F y su modelo de negocios.

Bibliografía

- CDT In Data SPA. (2019). Construcción de Una Estrategia Para el Desarrollo del Mercado de Hidrógeno Verde en Chile a Través de Acuerdos Público Privados” (Versión 3.0). Comité Solar. Recuperado de <https://www.comitesolar.cl/wp-content/uploads/2020/06/Informe-Final-Espan%CC%83ol-Mercado-de-Hidrogeno-Verde-en-Chile-1.pdf>
- CEPAL/ OCDE. (2016). Evaluaciones del desempeño ambiental: Chile 2016. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40308/S1600413_es.pdf
- Consideraciones Sobre Grúas Horquillas Eléctricas. (2010). EMB Grupo Editorial y Comunicaciones. Recuperado de <http://www.emb.cl/negociosglobales/articulo.mvc?xid=694&ni=consideraciones-sobre-gruas-horquillas-electricas>
- Coordinador Eléctrico Nacional. (2020). Proyección de la Demanda Eléctrica 2019 – 2039. Recuperado de <https://www.cne.cl/wp-content/uploads/2020/01/Ap%C3%A9ndice-II-Proyecci%C3%B3n-de-Demanda-El%C3%A9ctrica-2019-%E2%80%93-2039.pdf>
- Dirección de Presupuestos del Ministerio de Hacienda. (2021). Informe de Finanzas Públicas. Primer Trimestre 2021. Recuperado de https://www.dipres.gob.cl/598/articles-221796_doc1_pdf.pdf
- Espíndola, César, & Valderrama, José O. (2012). Huella del Carbono. Parte 2: La Visión de las Empresas, los Cuestionamientos y el Futuro. *Información tecnológica*, 23(1), 177-192.
- GRÚAS HORQUILLA: Un Mercado Maduro y con Futuro. (2016). EMB Grupo Editorial y Comunicaciones. Recuperado de <http://www.emb.cl/negociosglobales/articulo.mvc?xid=2644>
- Lillo, P., Rivera, J., & Caro, R. (2020). Proposición de Estrategia Regulatoria del Hidrógeno para Chile. Centro de Energía UC.

- Maguer, M., & Miranda, A. (2005). El Hidrógeno, Fundamento de un Futuro Equilibrado. Díaz de Santos.
- McKinsey & Company. (2020). Chilean Hydrogen Pathway, Final Report.
- Ministerio de Energía. (2020). Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde. Recuperado de https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_nacional_de_hidrogeno_verde_-_chile.pdf
- SEC. (2021). Guía de Apoyo Para Solicitud de Autorización de Proyectos Especiales de Hidrógeno. Recuperado de https://www.sec.cl/sitio-web/wp-content/uploads/2021/05/final_Guia-Proyectos-Especiales-Hidrogeno.pdf
- TRACTEBEL. (2018). Oportunidades Para el Desarrollo de una Industria de Hidrógeno Solar en las Regiones de Antofagasta y Atacama: Innovación Para un Sistema Energético 100% Renovable.
- Vásquez, R., & Salinas, F. (2019). Tecnologías del Hidrógeno y Perspectivas Para Chile. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
- Walker, I. (2018). Evaluación del Potencial de Energía Solar Como Recurso Territorial Para Contribuir a la Autonomía Energética de la Comuna de Valparaíso. Memoria Para Optar al Título de Ingeniería Civil Química. Universidad Técnica Federico Santa María. Chile.

ANEXO I: Análisis de la industria a través del modelo de las cinco fuerzas de Porter

La competitividad del escenario se realizó a través del modelo de las cinco fuerzas de Porter con criterios detallados en las tablas I.1, I.2, I.3, I.4 y I.5. La escala de evaluación de cumplimiento fue: A (Alta), MA (Medianamente Alta), M (Media), MB (Medianamente Baja) y B (Baja).

Tabla I.1: “Análisis de la amenaza de entrada de nuevos competidores”.

Fuente: Elaboración propia.

Criterios Para Entrada de Nuevos Competidores	A	MA	M	MB	B
Economía de escalas.				X	
Curva de experiencia.		X			
Requisitos de capital.		X			
Costo al cambiar de proveedor.		X			
Acceso a insumos/repuestos.			X		
Acceso a canales de distribución.		X			
Identificación de marca.				X	
Identificación de producto.				X	
IMPACTO TOTAL	MB				

Tabla I.2: “Análisis de la amenaza de sustitutos”.

Fuente: Elaboración propia.

Criterios Para Productos Sustitutos	A	MA	M	MB	B
Disponibilidad de sustitutos.		X			
Precio entre el ofrecido el sustituto.		X			
Rendimiento y calidad comparada.				X	
Costo de cambio para el cliente.			X		
Propensión del comprador a cambiar.			X		
IMPACTO TOTAL	M				

Tabla I.3: “Análisis del poder de negociación de los proveedores”.

Fuente: Elaboración propia.

Criterios Para la Amenaza de los Proveedores	A	MA	M	MB	B
Concentración de los proveedores.		X			
Importancia del volumen para los proveedores.				X	
Diferenciación de insumos/repuestos.	X				
Costos de cambiar.	X				
Disponibilidad de insumos/repuestos sustitutos.		X			
Impacto de los insumos/repuestos.	X				
Integración horizontal.			X		
Diferenciación de producto	X				
IMPACTO TOTAL	A				

Tabla I.4: “Análisis del poder de negociación de los clientes”.

Fuente: Elaboración propia.

Criterios Para el Poder de Negociación de los Clientes	A	MA	M	MB	B
Concentración de clientes.	X				
Volumen de compra.	X				
Diferenciación.				X	
Información acerca del proveedor.				X	
Identificación de la marca.				X	
Integración horizontal.					X
Productos sustitutos.		X			
IMPACTO TOTAL	MA				

Tabla I.5: “Análisis de la rivalidad entre los competidores existentes”.

Fuente: Elaboración propia.

Criterios Para la Rivalidad Entre los Competidores	A	MA	M	MB	B
Concentración.			X		
Diversidad de los competidores.				X	
Magnitud costos fijos y almacenamiento			X		
Diferenciación entre productos.				X	
Costo de cambio.	X				
Grupos empresariales.		X			
Crecimiento de la demanda.			X		
Barreras de salida.	X				
Equilibrio entre capacidad y producción.			X		
IMPACTO TOTAL	M				

ANEXO II: Entrevistas a potenciales clientes

A continuación, se detallan las entrevistas realizadas a las quince empresas durante el levantamiento de información del mercado.

ENTREVISTA		
Nombre de la empresa	CCU Antofagasta	
1. ¿Cuántas grúas horquillas operan en sus bodegas? 18.		
2. ¿Para qué utilizan las grúas horquillas? Las grúas horquillas se utilizan para manipulación y movimiento de nuestros productos.		
3. ¿La demanda de grúas es estacional? La cantidad de grúas es fija durante el año, lo que varía con la estacionalidad (de septiembre a marzo) es su utilización, la cual se ajusta con los turnos de operación.		
4. ¿Cuántas grúas horquillas del total son eléctricas, usan gasolina, gas natural u otro combustible? Todas las grúas son eléctricas.		
5. ¿Las grúas horquillas son propias o arrendadas? Las grúas son propias.		
6. De ser arrendadas, ¿quién es el proveedor?		
7. En caso de tener grúas propias, ¿con qué frecuencia reemplazan sus equipos? Las actuales fueron adquiridas recientemente. Averiguaré su vida útil de operación estimada.		
8. ¿Ven un valor en su gestión logística al mejorar el rendimiento de los equipos y la reducción del OPEX? Absolutamente, cuando se logra la mejor relación de costo-rendimiento.		
9. ¿Conoce el potencial uso del hidrógeno como combustible en las grúas horquillas? No. Nuestra opción de grúas horquillas eléctricas se debe a que estamos restringidos por operar en espacios cerrados donde los combustibles fósiles no pueden ser utilizados por temas de salud.		

ENTREVISTA		
Nombre de la empresa	GNLM	
1. ¿Cuántas grúas horquillas operan en sus bodegas? 1.		
2. ¿Para qué utilizan las grúas horquillas? La grúa se utiliza para mover materiales en nuestras bodegas.		
3. ¿La demanda de grúas es estacional? Su uso es muy reducido dado que los materiales están asociados a trabajos de mantención.		
4. ¿Cuántas grúas horquillas del total son eléctricas, usan gasolina, gas natural u otro combustible? La única grúa en uso es diésel.		
5. ¿Las grúas horquillas son propias o arrendadas? Arrendada.		

6. De ser arrendadas, ¿quién es el proveedor? KOMATSU.
7. En caso de tener grúas propias, ¿con qué frecuencia reemplazan sus equipos?
8. ¿Ven un valor en su gestión logística al mejorar el rendimiento de los equipos y la reducción del OPEX? El costo del arriendo de la grúa es marginal y no influye en nuestro OPEX.
9. ¿Conoce el potencial uso del hidrógeno como combustible en las grúas horquillas? Como combustible, sí. En particular respecto a su uso en grúas horquillas lo desconocía. Es atractivo en términos de emisiones dado que es un ítem importante para nosotros.

ENTREVISTA		
Nombre de la empresa	ENGIE Mejillones	
1. ¿Cuántas grúas horquillas operan en sus bodegas?	2.	
2. ¿Para qué utilizan las grúas horquillas?	Se utilizan para Movimiento de repuestos para mantenimientos.	
3. ¿La demanda de grúas es estacional?	No, ya que se ocupan en mantenimientos correctivos todo el año.	
4. ¿Cuántas grúas horquillas del total son eléctricas, usan gasolina, gas natural u otro combustible?	Ambas son diésel.	
5. ¿Las grúas horquillas son propias o arrendadas?	Ambas propias.	
6. De ser arrendadas, ¿quién es el proveedor?		
7. En caso de tener grúas propias, ¿con qué frecuencia reemplazan sus equipos?	10 años.	
8. ¿Ven un valor en su gestión logística al mejorar el rendimiento de los equipos y la reducción del OPEX?	Dada la cantidad de grúas, es irrelevante para nosotros.	
9. ¿Conoce el potencial uso del hidrógeno como combustible en las grúas horquillas?	Realmente no.	

ENTREVISTA		
Nombre de la empresa	AES Gener Mejillones	
1. ¿Cuántas grúas horquillas operan en sus bodegas?	3.	
2. ¿Para qué utilizan las grúas horquillas?	Mantenión y movimientos en bodega.	
3. ¿La demanda de grúas es estacional?	Para nada, todo el año las ocupamos.	

4. ¿Cuántas grúas horquillas del total son eléctricas, usan gasolina, gas natural u otro combustible? Tenemos 1 a gas y 2 diésel.
5. ¿Las grúas horquillas son propias o arrendadas? Propias.
6. De ser arrendadas, ¿quién es el proveedor?
7. En caso de tener grúas propias, ¿con qué frecuencia reemplazan sus equipos? Cada 8 años aproximadamente.
8. ¿Ven un valor en su gestión logística al mejorar el rendimiento de los equipos y la reducción del OPEX? . Un valor mínimo.
9. ¿Conoce el potencial uso del hidrógeno como combustible en las grúas horquillas? No.

ENTREVISTA		
Nombre de la empresa	ORICA	
1. ¿Cuántas grúas horquillas operan en sus bodegas? 5.		
2. ¿Para qué utilizan las grúas horquillas? Movimiento de materiales y repuestos.		
3. ¿La demanda de grúas es estacional? No.		
4. ¿Cuántas grúas horquillas del total son eléctricas, usan gasolina, gas natural u otro combustible? Todas son a Gas.		
5. ¿Las grúas horquillas son propias o arrendadas? Propias.		
6. De ser arrendadas, ¿quién es el proveedor?		
7. En caso de tener grúas propias, ¿con qué frecuencia reemplazan sus equipos? Cada mucho tiempo, diría que uno 12 años por lo menos.		
8. ¿Ven un valor en su gestión logística al mejorar el rendimiento de los equipos y la reducción del OPEX? Menos costos claro que sí.		
9. ¿Conoce el potencial uso del hidrógeno como combustible en las grúas horquillas? En realidad, nada.		

ENTREVISTA		
Nombre de la empresa	Starter Motors	
1. ¿Cuántas grúas horquillas operan en sus bodegas? 3.		
2. ¿Para qué utilizan las grúas horquillas? Movimiento de equipos, materiales, etc.		

3. ¿La demanda de grúas es estacional? No.
4. ¿Cuántas grúas horquillas del total son eléctricas, usan gasolina, gas natural u otro combustible? Usan gas las 3.
5. ¿Las grúas horquillas son propias o arrendadas? Son propias.
6. De ser arrendadas, ¿quién es el proveedor?
7. En caso de tener grúas propias, ¿con qué frecuencia reemplazan sus equipos? Cuando empiezan a fallar, pueden ser entre 4 a 6 años.
8. ¿Ven un valor en su gestión logística al mejorar el rendimiento de los equipos y la reducción del OPEX? . Mejoraría si hay cualquier ahorro de dinero.
9. ¿Conoce el potencial uso del hidrógeno como combustible en las grúas horquillas? Nada.

ENTREVISTA		
Nombre de la empresa	Proquiel Químicos	
1. ¿Cuántas grúas horquillas operan en sus bodegas? 3 grúas horquillas.		
2. ¿Para qué utilizan las grúas horquillas? Traslados de barriles y levantamiento de equipos/repuestos.		
3. ¿La demanda de grúas es estacional? No.		
4. ¿Cuántas grúas horquillas del total son eléctricas, usan gasolina, gas natural u otro combustible? Las 3 son con opción de usarlas con gas o bencina.		
5. ¿Las grúas horquillas son propias o arrendadas? Propias.		
6. De ser arrendadas, ¿quién es el proveedor?		
7. En caso de tener grúas propias, ¿con qué frecuencia reemplazan sus equipos? 4 a 5 años.		
8. ¿Ven un valor en su gestión logística al mejorar el rendimiento de los equipos y la reducción del OPEX? Si hay una mejora en rendimiento y es más económica, sí, sería una buena opción.		
9. ¿Conoce el potencial uso del hidrógeno como combustible en las grúas horquillas? No, tendría que investigar.		

ENTREVISTA		
Nombre de la empresa	COCA – COLA ANDINA	
1. ¿Cuántas grúas horquillas operan en sus bodegas? 15.		

<p>2. ¿Para qué utilizan las grúas horquillas? Las grúas horquillas se utilizan para manipulación y movimiento de nuestros productos al interior de las bodegas.</p>
<p>3. ¿La demanda de grúas es estacional? Sí, la demanda se supe a través de las grúas horquillas propias.</p>
<p>4. ¿Cuántas grúas horquillas del total son eléctricas, usan gasolina, gas natural u otro combustible? Todas las grúas son eléctricas.</p>
<p>5. ¿Las grúas horquillas son propias o arrendadas? Las grúas son propias.</p>
<p>6. De ser arrendadas, ¿quién es el proveedor?</p>
<p>7. En caso de tener grúas propias, ¿con qué frecuencia reemplazan sus equipos? Tres años.</p>
<p>8. ¿Ven un valor en su gestión logística al mejorar el rendimiento de los equipos y la reducción del OPEX? Todo esfuerzo en mejorar el rendimiento de los equipos se valora.</p>
<p>9. ¿Conoce el potencial uso del hidrógeno como combustible en las grúas horquillas? Hemos leído de experiencias de la empresa en otros países usando hidrógeno como combustible. Al parecer los resultados son mejores en términos de rendimiento y mantención.</p>

ENTREVISTA		
Nombre de la empresa	ATI	
<p>1. ¿Cuántas grúas horquillas operan en sus bodegas? 22.</p>		
<p>2. ¿Para qué utilizan las grúas horquillas? Las grúas se utilizan para mover materiales, pallets, acopios de material o contenedores de pequeños en las distintas áreas del puerto.</p>		
<p>3. ¿La demanda de grúas es estacional? Las grúas se usan dependiendo la demanda existente y eso es variable en el tiempo. El puerto opera 24/7 y las maniobras de materiales se realizan durante la operación del puerto.</p>		
<p>4. ¿Cuántas grúas horquillas del total son eléctricas, usan gasolina, gas natural u otro combustible? 8 grúas horquillas utilizan diésel como combustible y 14 gas natural.</p>		
<p>5. ¿Las grúas horquillas son propias o arrendadas? Las grúas son propias.</p>		
<p>6. De ser arrendadas, ¿quién es el proveedor?</p>		
<p>7. En caso de tener grúas propias, ¿con qué frecuencia reemplazan sus equipos? Tres años a cinco años, depende del estado de las grúas horquillas.</p>		
<p>8. ¿Ven un valor en su gestión logística al mejorar el rendimiento de los equipos y la reducción del OPEX? En general, las grúas horquillas que utilizan diésel o gas natural tienen un buen rendimiento. Por el lado del OPEX siempre se requiere un esfuerzo para disminuirlo. Hoy no tenemos sustituto al diésel o al gas natural.</p>		
<p>9. ¿Conoce el potencial uso del hidrógeno como combustible en las grúas horquillas? No.</p>		

ENTREVISTA		
Nombre de la empresa	ESCONDIDA	ESCONDIDA BHP
1. ¿Cuántas grúas horquillas operan en sus bodegas? 21.		
2. ¿Para qué utilizan las grúas horquillas? Movimientos de materiales asociados a operación y mantención.		
3. ¿La demanda de grúas es estacional? La demanda depende de los requerimientos asociados a operación y mantención. Solo operamos de día.		
4. ¿Cuántas grúas horquillas del total son eléctricas, usan gasolina, gas natural u otro combustible? 6 grúas horquillas eléctricas y 15 grúas horquillas utilizan diésel como combustible.		
5. ¿Las grúas horquillas son propias o arrendadas? Las grúas son arrendadas.		
6. De ser arrendadas, ¿quién es el proveedor? El proveedor es VECCHIOLA.		
7. En caso de tener grúas propias, ¿con qué frecuencia reemplazan sus equipos?		
8. ¿Ven un valor en su gestión logística al mejorar el rendimiento de los equipos y la reducción del OPEX? El OPEX asociado a las grúas horquillas no es importante para nosotros y el rendimiento lo suplimos con números de grúas, como las eléctricas son ineficientes por temas de carga, manejamos también grúas horquillas en base a diésel cuyo rendimiento es bueno para el uso que le damos a los equipos.		
9. ¿Conoce el potencial uso del hidrógeno como combustible en las grúas horquillas? Sí, conocemos del uso del hidrógeno, pero aún no está considerado en nuestras mejoras del área.		

ENTREVISTA		
Nombre de la empresa	ULTRAPORT	
1. ¿Cuántas grúas horquillas operan en sus bodegas? 37.		
2. ¿Para qué utilizan las grúas horquillas? Movimientos de materiales.		
3. ¿La demanda de grúas es estacional? Más que estacional es variable.		
4. ¿Cuántas grúas horquillas del total son eléctricas, usan gasolina, gas natural u otro combustible? 17 grúas horquillas utilizan diésel como combustible y 20 gas natural.		
5. ¿Las grúas horquillas son propias o arrendadas? Las grúas son propias.		
6. De ser arrendadas, ¿quién es el proveedor?		
7. En caso de tener grúas propias, ¿con qué frecuencia reemplazan sus equipos? Es relativo. No siempre se cambia la totalidad de las grúas horquillas, depende de su estado.		
8. ¿Ven un valor en su gestión logística al mejorar el rendimiento de los equipos y la reducción del OPEX? El rendimiento es importante pero dado el número de grúas horquillas que disponemos la gestión se cubre con el número de éstas.		
9. ¿Conoce el potencial uso del hidrógeno como combustible en las grúas horquillas? Algo hemos leído, pero en detalle, se desconoce el potencial del hidrógeno.		

ENTREVISTA		
Nombre de la empresa	SODIMAC	
1. ¿Cuántas grúas horquillas operan en sus bodegas? 6.		
2. ¿Para qué utilizan las grúas horquillas? Movimientos de materiales al interior de la bodega.		
3. ¿La demanda de grúas es estacional? Variable durante el día.		
4. ¿Cuántas grúas horquillas del total son eléctricas, usan gasolina, gas natural u otro combustible? 2 grúas horquillas son eléctricas y 4 grúas horquillas utilizan gas natural como combustible.		
5. ¿Las grúas horquillas son propias o arrendadas? Las grúas son arrendadas.		
6. De ser arrendadas, ¿quién es el proveedor? DERCOMAQ.		
7. En caso de tener grúas propias, ¿con qué frecuencia reemplazan sus equipos? El contrato de <i>leasing</i> es por tres años.		
8. ¿Ven un valor en su gestión logística al mejorar el rendimiento de los equipos y la reducción del OPEX? Ambos temas son importantes para nosotros.		
9. ¿Conoce el potencial uso del hidrógeno como combustible en las grúas horquillas? No.		

ENTREVISTA		
Nombre de la empresa	ALBEMARLE	
1. ¿Cuántas grúas horquillas operan en sus bodegas? 10.		
2. ¿Para qué utilizan las grúas horquillas? Movimientos de productos en maxi sacos.		
3. ¿La demanda de grúas es estacional? Variable durante el año.		
4. ¿Cuántas grúas horquillas del total son eléctricas, usan gasolina, gas natural u otro combustible? 10 grúas horquillas que utiliza LPG como combustible.		
5. ¿Las grúas horquillas son propias o arrendadas? Las grúas son propias.		
6. De ser arrendadas, ¿quién es el proveedor?		
7. En caso de tener grúas propias, ¿con qué frecuencia reemplazan sus equipos? Por lo general, cinco años. Si un equipo se deteriora antes de ese período se reemplaza.		
8. ¿Ven un valor en su gestión logística al mejorar el rendimiento de los equipos y la reducción del OPEX? Los equipos tienen buen rendimiento. El OPEX lo manejamos en términos de combustible y mantención, cualquier mejora, se valora.		
9. ¿Conoce el potencial uso del hidrógeno como combustible en las grúas horquillas? No.		

ENTREVISTA		
Nombre de la empresa	ENAEX	
1. ¿Cuántas grúas horquillas operan en sus bodegas? 9.		
2. ¿Para qué utilizan las grúas horquillas? Movimientos de productos en maxi sacos y materiales de mantención.		
3. ¿La demanda de grúas es estacional? Variable durante el año.		
4. ¿Cuántas grúas horquillas del total son eléctricas, usan gasolina, gas natural u otro combustible? Todas las grúas horquillas utilizan diésel como combustible.		
5. ¿Las grúas horquillas son propias o arrendadas? Del total, seis grúas horquillas son propias y tres, modalidad <i>leasing</i> .		
6. De ser arrendadas, ¿quién es el proveedor?		
7. En caso de tener grúas propias, ¿con qué frecuencia reemplazan sus equipos? No hay un número específico, depende mucho del uso y de lo que indique el plan de mantenimiento.		
8. ¿Ven un valor en su gestión logística al mejorar el rendimiento de los equipos y la reducción del OPEX? El OPEX se controla en procesos internos, cualquier mejora ayudaría, pero no es relevante. Los equipos diésel en general tienen un buen rendimiento.		
9. ¿Conoce el potencial uso del hidrógeno como combustible en las grúas horquillas? Si.		

ENTREVISTA		
Nombre de la empresa	MOLYB	
1. ¿Cuántas grúas horquillas operan en sus bodegas? 6.		
2. ¿Para qué utilizan las grúas horquillas? Movimiento y acopio de maxi sacos de molibdeno y otros productos.		
3. ¿La demanda de grúas es estacional? Variable durante el año.		
4. ¿Cuántas grúas horquillas del total son eléctricas, usan gasolina, gas natural u otro combustible? El 100% de las grúas horquillas utilizan diésel como combustible.		
5. ¿Las grúas horquillas son propias o arrendadas? Todas las grúas horquillas son propias.		
6. De ser arrendadas, ¿quién es el proveedor?		
7. En caso de tener grúas propias, ¿con qué frecuencia reemplazan sus equipos? No se han cambiado aún desde que se inició la operación la planta.		
8. ¿Ven un valor en su gestión logística al mejorar el rendimiento de los equipos y la reducción del OPEX? Si.		
9. ¿Conoce el potencial uso del hidrógeno como combustible en las grúas horquillas? No.		

ENTREVISTA		
Nombre de la empresa	KELAR	
1. ¿Cuántas grúas horquillas operan en sus bodegas? 4.		
2. ¿Para qué utilizan las grúas horquillas? Movimiento y acopio de materiales asociados a operación y mantención.		
3. ¿La demanda de grúas es estacional? Variable.		
4. ¿Cuántas grúas horquillas del total son eléctricas, usan gasolina, gas natural u otro combustible? El 100% de las grúas horquillas son eléctricas.		
5. ¿Las grúas horquillas son propias o arrendadas? Todas las grúas horquillas son propias.		
6. De ser arrendadas, ¿quién es el proveedor?		
7. En caso de tener grúas propias, ¿con qué frecuencia reemplazan sus equipos? No se han cambiado aún desde que se inició la operación la planta.		
8. ¿Ven un valor en su gestión logística al mejorar el rendimiento de los equipos y la reducción del OPEX? Si.		
9. ¿Conoce el potencial uso del hidrógeno como combustible en las grúas horquillas? No.		

ENTREVISTA		
Nombre de la empresa	ANTUCOYA	
1. ¿Cuántas grúas horquillas operan en sus bodegas? 15.		
2. ¿Para qué utilizan las grúas horquillas? Movimiento y acopio de materiales asociados a operación y mantención.		
3. ¿La demanda de grúas es estacional? Variable.		
4. ¿Cuántas grúas horquillas del total son eléctricas, usan gasolina, gas natural u otro combustible? 5 grúas horquillas son eléctricas y 10 utilizan diésel como combustible.		
5. ¿Las grúas horquillas son propias o arrendadas? Todas las grúas horquillas son arrendadas.		
6. De ser arrendadas, ¿quién es el proveedor? Sin información.		
7. En caso de tener grúas propias, ¿con qué frecuencia reemplazan sus equipos? Los contratos de leasing duran cinco años.		
8. ¿Ven un valor en su gestión logística al mejorar el rendimiento de los equipos y la reducción del OPEX? Si.		
9. ¿Conoce el potencial uso del hidrógeno como combustible en las grúas horquillas? Si.		

ENTREVISTA		
Nombre de la empresa	SQM	
1. ¿Cuántas grúas horquillas operan en sus bodegas? 10		
2. ¿Para qué utilizan las grúas horquillas? Movimiento y acopio de materiales asociados a operación y mantención. Movimiento de maxisacos.		
3. ¿La demanda de grúas es estacional? Variable.		
4. ¿Cuántas grúas horquillas del total son eléctricas, usan gasolina, gas natural u otro combustible? 6 grúas horquillas son eléctricas y 4 utilizan diésel como combustible.		
5. ¿Las grúas horquillas son propias o arrendadas? Las grúas horquillas son propias.		
6. De ser arrendadas, ¿quién es el proveedor?		
7. En caso de tener grúas propias, ¿con qué frecuencia reemplazan sus equipos? Es función de las horas de funcionamiento y mantención de las grúas horquillas. Por lo general, cinco años.		
8. ¿Ven un valor en su gestión logística al mejorar el rendimiento de los equipos y la reducción del OPEX? Si.		
9. ¿Conoce el potencial uso del hidrógeno como combustible en las grúas horquillas? No.		

ENTREVISTA		
Nombre de la empresa	LIDER	
1. ¿Cuántas grúas horquillas operan en sus bodegas? 5		
2. ¿Para qué utilizan las grúas horquillas? Movimiento y acopio de materiales asociados a la operación de los supermercados.		
3. ¿La demanda de grúas es estacional? Variable.		
4. ¿Cuántas grúas horquillas del total son eléctricas, usan gasolina, gas natural u otro combustible? El total de las grúas horquillas son eléctricas.		
5. ¿Las grúas horquillas son propias o arrendadas? Las grúas horquillas son arrendadas.		
6. De ser arrendadas, ¿quién es el proveedor? Sin información.		
7. En caso de tener grúas propias, ¿con qué frecuencia reemplazan sus equipos? Por lo general, cinco años.		
8. ¿Ven un valor en su gestión logística al mejorar el rendimiento de los equipos y la reducción del OPEX? Si.		
9. ¿Conoce el potencial uso del hidrógeno como combustible en las grúas horquillas? No.		

ENTREVISTA		
Nombre de la empresa	JUMBO	
1. ¿Cuántas grúas horquillas operan en sus bodegas? 6		
2. ¿Para qué utilizan las grúas horquillas? Movimiento y acopio de materiales asociados a la operación de los supermercados.		
3. ¿La demanda de grúas es estacional? Variable.		
4. ¿Cuántas grúas horquillas del total son eléctricas, usan gasolina, gas natural u otro combustible? El total de las grúas horquillas son eléctricas.		
5. ¿Las grúas horquillas son propias o arrendadas? Las grúas horquillas son arrendadas.		
6. De ser arrendadas, ¿quién es el proveedor? DERCOMAQ.		
7. En caso de tener grúas propias, ¿con qué frecuencia reemplazan sus equipos? Por lo general, cinco años, aunque en algunos casos pudiese ser menos.		
8. ¿Ven un valor en su gestión logística al mejorar el rendimiento de los equipos y la reducción del OPEX? Si.		
9. ¿Conoce el potencial uso del hidrógeno como combustible en las grúas horquillas? No.		

ENTREVISTA		
Nombre de la empresa	TOTTUS	
1. ¿Cuántas grúas horquillas operan en sus bodegas? 3		
2. ¿Para qué utilizan las grúas horquillas? Movimiento y acopio de materiales asociados a la operación de los supermercados.		
3. ¿La demanda de grúas es estacional? Variable.		
4. ¿Cuántas grúas horquillas del total son eléctricas, usan gasolina, gas natural u otro combustible? El total de las grúas horquillas son eléctricas.		
5. ¿Las grúas horquillas son propias o arrendadas? Las grúas horquillas son arrendadas.		
6. De ser arrendadas, ¿quién es el proveedor? Sin información.		
7. En caso de tener grúas propias, ¿con qué frecuencia reemplazan sus equipos? Cinco años.		
8. ¿Ven un valor en su gestión logística al mejorar el rendimiento de los equipos y la reducción del OPEX? Si.		
9. ¿Conoce el potencial uso del hidrógeno como combustible en las grúas horquillas? No.		

ENTREVISTA		
Nombre de la empresa	KOMATSU	
1. ¿Cuántas grúas horquillas operan en sus bodegas? 25		
2. ¿Para qué utilizan las grúas horquillas? Movimiento y acopio de materiales asociados a la operación de sus equipos.		
3. ¿La demanda de grúas es estacional? Variable.		
4. ¿Cuántas grúas horquillas del total son eléctricas, usan gasolina, gas natural u otro combustible? 18 grúas horquillas son eléctricas y 7 en base a gas natural.		
5. ¿Las grúas horquillas son propias o arrendadas? Las grúas horquillas son arrendadas.		
6. De ser arrendadas, ¿quién es el proveedor? ROYAL AMÉRICA.		
7. En caso de tener grúas propias, ¿con qué frecuencia reemplazan sus equipos?		
8. ¿Ven un valor en su gestión logística al mejorar el rendimiento de los equipos y la reducción del OPEX? Si.		
9. ¿Conoce el potencial uso del hidrógeno como combustible en las grúas horquillas? No.		

ANEXO III: Análisis del mercado

Para dimensionar el mercado se realizó un levantamiento contactando a las empresas del rubro alimenticio, logístico e industrial de Antofagasta y Mejillones. Contestaron nuestras consultas, relacionadas con el número de grúas horquillas, tipo de combustible, propiedad de éstas y el grado de conocimiento que tenían del uso del hidrógeno como combustible, veintidós empresas, sus respuestas se informan en el ANEXO II y la información relevante de éstas se resume en las figuras III.1 y III.2. Respecto a las características de las grúas horquillas por potencial cliente entrevistado se resumen en la tabla III.1.

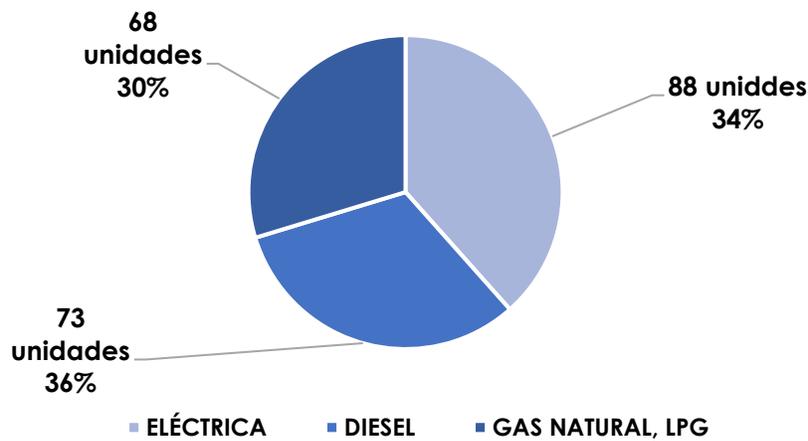


Figura III.1: “Tamaño del mercado en Antofagasta y Mejillones de grúas horquillas por tipo de combustible”.

Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a potenciales clientes.

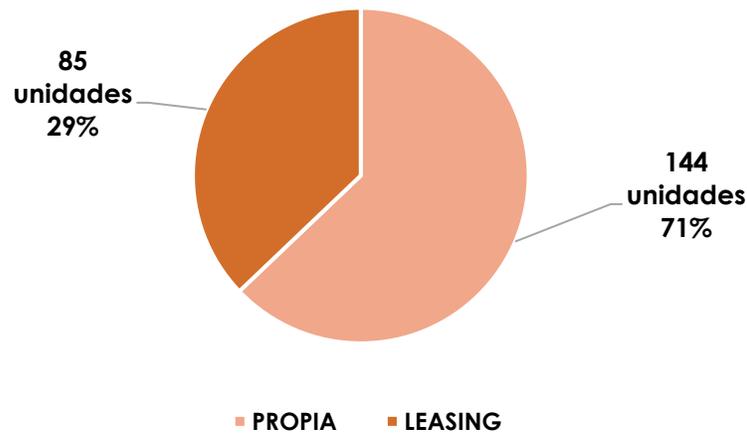


Figura III.2: “Tamaño del mercado en Antofagasta y Mejillones de grúas horquillas por tipo de propiedad”.

Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a potenciales clientes.

Tabla III.1: “Detalle de grúas horquillas por potencial cliente”.
Fuente: Elaboración propia en base a entrevista a potenciales clientes.

CLIENTE	UNIDADES DE GRÚAS HORQUILLAS					
	PROPIEDAD DEL CLIENTE	LEASING	ELÉCTRICA	DIESEL	GAS NATURAL, LPG	TOTAL
ATI	22	0	0	8	14	22
ULTRAPORT	37	0	0	17	20	37
ENGIE ENERGÍA CHILE	2	0	0	2	0	2
AES GENER	3	0	0	2	1	3
GNLM	0	1	0	0	1	1
ESCONDIDA	0	21	6	15	0	21
SODIMAC-TIENDA	0	6	2	0	4	6
ALBEMARLE	10	0	0	0	10	10
ENAEX	6	3	0	9	0	9
ORICA	5	0	0	0	5	5
MOLYB	6	0	0	6	0	6
COCA-COLA ANDINA	15	0	15	0	0	15
CCU ANTOFAGASTA	18	0	18	0	0	18
STARTER MOTORS	3	0	0	0	3	3
PROQUIEL QUÍMICOS	3	0	0	0	3	3
KELAR	4	0	4	0	0	4
ANTUCOYA	0	15	5	10	0	15
SQM	10	0	6	4	0	10
LIDER	0	5	5	0	0	5
JUMBO	0	6	6	0	0	6
TOTTUS	0	3	3	0	0	3
KOMATSU ANTOFAGASTA	0	25	18	0	7	25
TOTAL	144	85	88	73	68	229

En términos de características del cliente y tamaño de mercado es posible indicar que:

- Número de grúas horquillas en Antofagasta y Mejillones: 229 unidades.
- Número de grúas horquillas eléctricas con baterías de plomo ácido: 88 unidades.
- Número de grúas horquillas tipo combustibles fósiles: 141 unidades.

Las grúas potenciales para reconvertir a la tecnología de celdas de hidrógeno son 88 unidades. Un punto interesante en el mercado de la ciudad de Antofagasta y Mejillones es el amplio porcentaje de las grúas horquillas asociadas a combustibles fósiles que corresponde a un 66%. Del número de grúas cuantificadas 73 corresponden a diésel que son las más contaminantes y que eventualmente, podrían ser reemplazadas por equipos que utilicen celdas de hidrógeno.

Respecto al *leasing* su porcentaje es menor al esperado y corresponde a un 29% con 85 unidades y de éstas, 45 unidades son eléctricas.

Del total de grúas horquillas eléctricas 43 son propias del cliente, están asociadas al rubro alimenticio (CCU Antofagasta y COCA-COLA Andina) y operan en lugares cerrados por lo que el hidrógeno se convierte es un sustituto directo a lo existente. Un punto desfavorable es que la mayoría de los potenciales consumidores desconocen la opción de uso de hidrógeno como combustible y los beneficios de esta tecnología. Sin embargo, la tendencia de los clientes entrevistados es que estarían dispuestos a cambiar de combustible si hay una oportunidad de mejorar el rendimiento de las grúas horquillas y poder reducir su huella de carbono.

Finalmente, el tiempo de recambio de los equipos está en el intervalo de tres a cinco años.

ANEXO IV: Modelo CANVAS

La figura IV.1 resume el modelo CANVAS considerando el enfoque en el área de las grúas horquillas.



Figura IV.1: “Modelo CANVAS para el modelo de negocio de H4F”.

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO V: Estrategia de segmentación

La estrategia de segmentación de los potenciales clientes de H4F y sus principales características se resumen en la tabla V.1.

Tabla V.1: “Segmentos de clientes y sus principales características”.

Fuente: Elaboración Propia.

SEGMENTO	CLIENTE	INFLUENCIADOR	CARACTERÍSTICAS DEL SEGMENTO
<p><u>PRIORITARIO</u> Grúas horquillas propias del cliente tipo eléctricas</p>	<p>CCU ANTOFAGASTA, COCA-COLA ANTOFAGASTA, ENGIE ENERGÍA, ANTUCOYA, SQM.</p>	<p>Interno (áreas de operaciones, mantención y logística). Externos (H2 Chile, Ministerio de Energía).</p>	<p>Pocos clientes. Sin sustitutos directos a las baterías eléctricas dado que operan en espacios cerrados. El cliente da valor al rendimiento operacional de los equipos. Tamaño: 64 ton/año (2,5 GWh). Valor: 1.085.535 USD/año.</p>
<p><u>SECUNDARIO</u> Grúas horquillas modalidad <i>leasing</i> tipo eléctricas</p>	<p>KOMATSU ANTOFAGASTA, SODIMAC, LIDER, JUMBO, TOTTUS, GNLM, ESCONDIDA.</p>	<p>Empresas proveedoras de grúas horquillas.</p>	<p>Mismas características del segmento anterior. Tamaño: 32 ton/año (1,3 GWh). Valor: 550.341 USD/año.</p>
<p><u>OTRO SEGMENTO</u> Grúas horquillas propias del cliente tipo combustible fósil</p>	<p>ATI, ULTRAPORT, KOMATSU ANTOFAGASTA, AES GENER, ALBEMARLE, ENAEX, ORICA, SQM.</p>	<p>Sin influenciador.</p>	<p>Muchos clientes. Sin beneficios económicos para cambiarse al hidrógeno. Tamaño: 125 ton/año (5,0 GWh). Valor: 2.125.629 USD/año.</p>
<p><u>OTRO SEGMENTO</u> Grúas horquillas modalidad <i>leasing</i> tipo combustible fósil</p>	<p>ENAEX, ESCONDIDA, ANTUCOYA, STARTER MOTOR, PROQUIEL QUÍMICOS.</p>	<p>Empresas proveedoras de grúas horquillas.</p>	<p>Mismas características del segmento anterior. Tamaño: 25 ton/año (1,0 GWh). Valor: 429.165 USD/año.</p>

ANEXO VI: Estimación de la demanda

Para la estimación de la demanda de hidrógeno por uso como combustible en las grúas horquillas de Antofagasta y Mejillones se consideró:

- Levantamiento de las grúas horquillas en operación en términos de cantidad, tipo de combustible y propiedad de éstas. El detalle de estas se informa en el ANEXO III.
- Carga de hidrógeno por turno y por día obteniendo la demanda de hidrógeno necesaria en términos de ton-H₂/año y GWh. El resumen por cliente potencial se informa en la tabla VI.1.

Tabla VI.1: “Demanda proyectada por potencial cliente”.

Fuente: Elaboración Propia.

EMPRESA	Cargas/día	kg/día-grúa	kg/d	kg/año	TOTAL	
					ton/año	GWh/año
ATI	3,0	5,4	119	39.204	39	1,5
ULTRAPORT	3,0	5,4	200	65.934	66	2,6
ENGIE ENERGÍA	0,5	0,9	3	594	0,6	0,023
AES GENER	0,5	0,9	3	891	0,9	0,035
GNLM	0,5	0,9	1	297	0,3	0,012
ESCONDIDA	1,0	1,8	38	12.474	12	0,5
SODIMAC	1,0	1,8	11	3.564	4	0,1
ALBEMARLE	1,0	1,8	18	5.940	6	0,2
ENAEEX	1,0	1,8	16	5.346	5	0,2
ORICA	1,0	1,8	9	2.970	3	0,1
MOLYB	0,5	0,9	5	1.782	2	0,1
COCA-COLA	3,0	5,4	81	26.730	27	1,0
CCU ANTOFAGASTA	3,0	5,4	97	32.076	32	1,3
STARTER MOTORS	0,5	0,9	3	891	1	0,035
PROQUIEL QUÍMICOS	0,5	0,9	3	891	1	0,035
KELAR	0,5	0,9	4	1.188	1	0,046
ANTUCOYA	1,0	1,8	27	8.910	9	0,3
SQM	1,0	1,8	18	5.940	6	0,2
LIDER	1,0	1,8	9	2.970	3	0,1
JUMBO	1,0	1,8	11	3.564	4	0,1
TOTTUS	1,0	1,8	5	1.782	2	0,1
KOMATSU ANTOFAGASTA	1,5	2,7	68	22.275	22	0,9
			747	246.510	247	7,8

ANEXO VII: Presupuesto y cronograma de marketing año 1

La tabla VII.1 resume el presupuesto de marketing para los primeros cuatro años y la tabla VII.2 el cronograma de marketing de H4F para el primer año de operaciones.

Tabla VII.1: “Presupuesto de marketing”.

Fuente: Elaboración Propia.

DETALLE	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4
INGRESOS POR VENTAS	USD 544.170	USD 998.580	USD 1.122.000	USD 1.122.000
TOTAL GASTOS DE MARKETING	USD 110.100	USD 108.100	USD 108.100	USD 44.800
Feria EXPONOR	USD 29.400	USD 29.400	USD 29.400	USD -
Evento EXPO ENERGÍA	USD 10.000	USD 10.000	USD 10.000	USD -
Página web	USD 4.200	USD 2.200	USD 2.200	USD 2.400
Marketing Digital RRSS	USD 3.200	USD 3.200	USD 3.200	USD 3.200
Email Marketing	USD 2.400	USD 2.400	USD 2.400	USD 2.400
Publicaciones en revistas y sitios web especializados	USD 3.200	USD 3.200	USD 3.200	USD 1.067
Estudios de satisfacción	USD 8.000	USD 8.000	USD 8.000	USD 5.333
Visitas a potenciales clientes y clientes	USD 15.100	USD 15.100	USD 15.100	USD 8.000
Relaciones con los clientes	USD 19.400	USD 19.400	USD 19.400	USD 11.200
Membresía H2 Chile	USD 7.200	USD 7.200	USD 7.200	USD 7.200
Capacitaciones y Talleres	USD 8.000	USD 8.000	USD 8.000	USD 4.000
% MARKETING/VENTAS	20,2%	10,8%	9,6%	4,0%

Tabla VII.2: “Cronograma de marketing H4F año 1”.
Fuente: Elaboración propia.

DETALLE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Feria EXPONOR					X							
Evento EXPO ENERGÍA										X		
Página WEB	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Marketing Digital RRSS	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
e-mail Marketing	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Publicaciones en revistas y sitios web especializados		X		X		X		X		X		X
Estudios de satisfacción				X				X				X
Visitas a clientes y potenciales clientes	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Relaciones con el cliente	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Capacitaciones y talleres			X									
Membresía H2 Chile	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

ANEXO VIII: Detalle del equipo electrolizador

Se informa el detalle técnico del electrolizador considerado el cual fue cotizado para estructurar el CAPEX del proyecto. El modelo considerado fue HyProvide™ 90A-Serie, marca GREEN HYDROGEN.

GREENHYDROGEN



HyProvide™ A-Series

Modular electrolysis solutions that provide scalable, low-cost hydrogen using electricity from renewable sources

The HyProvide™ A-Series is the world's only range of complete alkaline electrolysis units available in standardised, modular configurations that provide maximum flexibility and scalability.

HyProvide™ A-Series units can meet all your electrolysis needs – whether standalone or cluster-configured for MW-scale supplies of low-cost hydrogen.

You get >99.998% pure dry hydrogen at 35 bar, ideal for direct storage, further compression or immediate use as is.



Transport



Energy storage



Power-to-X



Larger industry

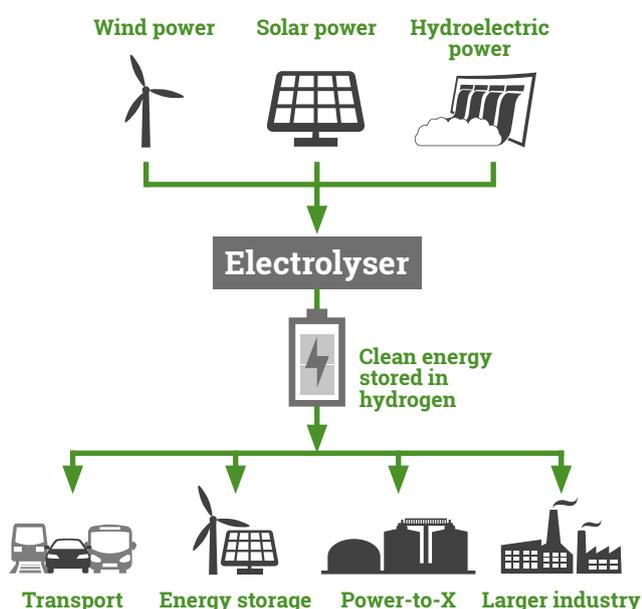
Building blocks for commercial success

The HyProvide™ A-Series meets your every need for high-efficiency alkaline electrolysis. Just add water and electricity.

Designed specifically for applications that focus on the responsible use of renewable energy, modular MW-scale alkaline HyProvide™ A-Series units deliver the performance and high return on investment that help

provide your operation with commercial success as well as environmental acceptability.

Each HyProvide™ A-Series unit is a complete electrolyser solution that includes everything you need – fully configured, pretested, and ready to install and power up.



How you benefit

- Proven, stable technology that provides you with a high return on investment
- Exceptional price/performance metrics
- High-volume, affordable storage of any kind of renewable energy
- Effective, reliable “building blocks” for a wide range of multi-energy solutions
- High uptime statistics, supported by advanced monitoring and control systems
- Power up/down in less than a second for effective grid balancing
- Provides effective basis for optimisation of the entire hydrogen value chain

Inexpensive to purchase, own and operate

- Standardised modular units keep CAPEX costs down
- Exceptional price/performance metrics, with very low OPEX costs due to high efficiency
- No significant site preparation needed – no ATEX requirements
- Pre-configured, pre-tested systems ensure inexpensive, rapid installation and commissioning
- Fully automated operation, with minimal manpower requirements
- Designed for >20-year service life, with excellent return on investment

Easy to service and maintain

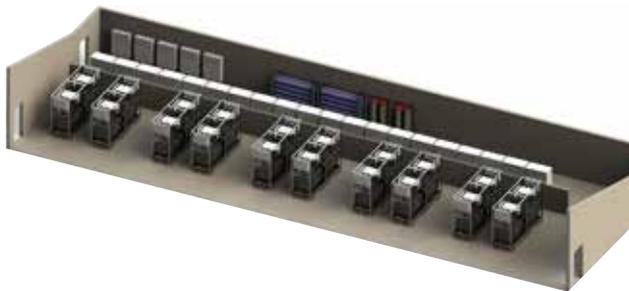
- Comprehensive use of quality-tested, standardised components keeps service and maintenance costs to a minimum
- All key components are tray-mounted for easy access during service or replacement
- The stack is easy to disconnect and remove from the mounting rack for service. Changing the whole stack only takes 3 hours
- All components exposed to lye are nickel-coated to ensure long service life

**There's more information at greenhydrogen.dk,
or contact our sales department at +45 7550 3500 or sales@greenhydrogen.dk**

Modular opportunities

Each HyProvide™ A-series unit is a complete, modular electrolyser that includes everything you need, so you're ready to begin operations fast.

Each unit is a small-footprint, self-contained module with its own controller. Any number of units can be connected in a cluster to supply multi-MW solutions. You scale up smoothly by simply adding more units to the cluster, or adding more clusters when you're ready for more capacity.



20 HyProvide™ A90 units in a production plant, including water treatment, water pressurisation and main controller. Provides 1800 Nm³ hydrogen/hour (8.6 MW/162 kg hydrogen/hour).

This modular configuration makes it easy for operators to expand their hydrogen production setups as and when needed, and as market requirements change.

You can opt for HyProvide™ A-Series electrolysers as single units (ideal at a hydrogen refuelling station, for example) – or as multiple units to provide a MW-scale source of hydrogen for larger-scale industrial uses.



Containerised HyProvide™ A90 – for use wherever a reliable supply of hydrogen is required.

Modular, compact and complete

- Single HyProvide™ unit with 2 m² footprint produces up to 200 kg hydrogen daily
- Delivered as 30/60/90 Nm³ hydrogen/hour (2.7/5.4/8.1 kg hydrogen/hour modules – pre-tested and ready to switch on
- Stand-alone units for installation inside buildings, or mounted in standard 20 or 40-ft containers
- Easy to connect multiple HyProvide™ modules in a cluster to provide large-scale hydrogen requirements
- Inverter, power electronics and HyProManager™ monitoring and control system are included as standard
- Control system, dryer and de-oxygenation unit all included as standard
- Cables, pipes and hoses all connect at the top, for easy installation

The HyProManager™ software advantage

- Advanced monitoring and control system provides automatic operation with minimal manpower requirements.
- Easy to manage, monitor and control HyProvide™ units individually or in clusters
- Easy integration into SCADA control systems (on-site or remote) and grid balancing/grid management systems
- Provides automated redundancy and load balancing
- Predicts requirements to ensure planned, preventive service and maintenance
- Remote monitoring enables rapid system diagnostics and problem-solving, with big savings to follow

Overview of HyProvide™ A-Series specifications

Electrolyser unit	A30	A60	A90
Hydrogen production rate (Nm ³ /hour kg/hour)	30 2.7	60 5.4	90 8.1
Hydrogen pressure (bar)	35	35	35
Hydrogen purity (%)	>99.998	>99.998	>99.998
Hydrogen dew point (°C)	-70	-70	-70
Oxygen purity (%)	>99	>99	>99
Maximum stack power consumption (kW)	125	250	390
Stack voltage (DC)	250	250	250
Stack current at 100% load (A)	1200	1200	1800
Stack at 100% load:			
Power consumption (kW/Nm ³)	4.17	4.17	4.33
Efficiency HHV (%)	84.97	84.97	81.8
Stack at 50% load:			
Power consumption (kW/Nm ³)	3.91	3.91	4.05
Efficiency HHV (%)	90.5	90.5	87.4
Stack at 25% load:			
Power consumption (kW/Nm ³)	3.77	3.77	3.84
Efficiency HHV (%)	94.0	94.0	92.0
Total system at 100% load:			
Power consumption (kW/Nm ³)	4.63	4.63	4.81
Energy consumption (kWh/kg hydrogen)	51.44	51.44	53.66
Efficiency HHV (%)	76.5	76.5	73.6
Electrical interface	3 phase 400 V +/- 10 %, 50-60 Hz	3 phase 400 V +/- 10 %, 50-60 Hz	3 phase 400 V +/- 10 %, 50-60 Hz
Water intake (litres/Nm ³)	0.9	0.9	0.9
Water quality (µS/cm)	<5	<5	<5
Liquid cooling requirements (kW)	40	80	120
Communication interface	Ethernet/Can-bus	Ethernet/Can-bus	Ethernet/Can-bus
Control software	HyProManager™	HyProManager™	HyProManager™
Installation	Indoors or container	Indoors or container	Indoors or container
Ambient humidity skid frame (% relative humidity, non-condensing)	0–90	0–90	0–90
Ambient temperature skid frame (°C)	+5–+40	+5–+40	+5–+40
Ambient temperature container (°C)	-20–+40	-20–+40	-20–+40
Skid frame measurements wxdxh (mm)	1800 x 1100 x 2300	1800 x 1100 x 2300	1800 x 1100 x 2300
Skid frame weight (kg)	<3400	<3500	<3500
Expected stack service life (years)	+10	+10	+10

All configurations are CE-approved and comply with: Hydrogen generators ISO 22734-1, EMC directive (2004/108/EC), Low voltage directive (2006/95 EC), Machine directive (2006/42/EC), PED directive (2014/68/EC)

Measurements carried out in GreenHydrogen lab.

About GreenHydrogen

Founded in 2007, GreenHydrogen provides a proven, low-cost technology platform that serves as a reliable basis for significant commercial opportunities in the growing fossil-free economy. Producing hydrogen using renewable energy, in a wide range of innovative, decentralised setups, makes it possible to produce and consume energy locally.

Highly competitive electrolysis solutions from GreenHydrogen make it easy to exploit hydrogen as a tradeable commodity, and make the entire hydrogen value chain more efficient, more reliable and more affordable.

GREENHYDROGEN

Platinvej 29B | 6000 Kolding | Denmark | Phone: +45 75 50 35 00 | Mail: sales@greenhydrogen.dk | www.greenhydrogen.com

ANEXO IX: Proyecciones de estados de resultados y flujos de caja para diez años de operación

Tabla IX.1: “Proyecciones de estados de resultados de H4F para un período de diez años”.

Fuente: Elaboración Propia.

	AÑO 2023	AÑO 2024	AÑO 2025	AÑO 2026	AÑO 2027	AÑO 2028	AÑO 2029	AÑO 2030	AÑO 2031	AÑO 2032
INGRESOS POR VENTAS	USD 544.170	USD 998.580	USD 1.122.000							
COSTOS OPERACIÓN	USD (43.652)	USD (132.929)	USD (155.485)	USD (168.025)	USD (164.032)	USD (165.425)	USD (157.950)	USD (159.428)	USD (152.041)	USD (153.609)
Costo agua potable	USD (2.833)	USD (5.198)	USD (5.841)							
Costo eléctrico externo	USD (39.324)	USD (82.471)	USD (101.039)	USD (112.266)	USD (106.920)	USD (106.920)	USD (98.010)	USD (98.010)	USD (89.100)	USD (89.100)
Costos mantención celdas	USD (1.495)	USD (2.760)	USD (4.830)							
Costos mantención planta	USD -	USD (42.500)	USD (43.775)	USD (45.088)	USD (46.441)	USD (47.834)	USD (49.269)	USD (50.747)	USD (52.270)	USD (53.838)
MARGEN DE VENTAS	USD 500.518	USD 865.651	USD 966.515	USD 953.975	USD 957.968	USD 956.575	USD 964.050	USD 962.572	USD 969.959	USD 968.391
GASTOS ADMINISTRACIÓN Y VENTAS	USD (402.086)	USD (453.436)	USD (469.395)	USD (411.624)	USD (421.086)	USD (434.336)	USD (444.185)	USD (450.334)	USD (468.620)	USD (475.188)
RRHH	USD (222.747)	USD (275.403)	USD (290.500)	USD (295.301)	USD (303.865)	USD (316.352)	USD (325.263)	USD (330.613)	USD (347.921)	USD (353.650)
Marketing y ventas	USD (110.100)	USD (108.100)	USD (108.100)	USD (44.800)						
Otros Gastos	USD (69.239)	USD (69.934)	USD (70.795)	USD (71.523)	USD (72.421)	USD (73.184)	USD (74.121)	USD (74.921)	USD (75.899)	USD (76.738)
Combustible vehiculos	USD (18.000)	USD (18.360)	USD (18.727)	USD (19.102)	USD (19.484)	USD (19.873)	USD (20.271)	USD (20.676)	USD (21.090)	USD (21.512)
Peajes	USD (3.600)	USD (3.672)	USD (3.745)	USD (3.820)	USD (3.897)	USD (3.975)	USD (4.054)	USD (4.135)	USD (4.218)	USD (4.302)
Arriendo y mantención vehículos	USD (7.500)	USD (7.500)	USD (7.650)	USD (7.650)	USD (7.803)	USD (7.803)	USD (7.959)	USD (7.959)	USD (8.118)	USD (8.118)
Seguros	USD (31.389)									
Servicios básicos, gastos de oficina	USD (8.750)	USD (9.013)	USD (9.283)	USD (9.561)	USD (9.848)	USD (10.144)	USD (10.448)	USD (10.761)	USD (11.084)	USD (11.417)
EBITDA	USD 98.432	USD 412.214	USD 497.120	USD 542.351	USD 536.883	USD 522.239	USD 519.865	USD 512.238	USD 501.339	USD 493.203
DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN	USD (235.733)	USD (188.367)								
EBIT	USD (137.301)	USD 176.481	USD 261.386	USD 306.618	USD 301.149	USD 333.872	USD 331.499	USD 323.871	USD 312.972	USD 304.836
UTILIDADES ANTES DE IMPUESTOS	USD (137.301)	USD 176.481	USD 261.386	USD 306.618	USD 301.149	USD 333.872	USD 331.499	USD 323.871	USD 312.972	USD 304.836
IMPUESTOS (27%)	USD -	USD (10.578)	USD (70.574)	USD (82.787)	USD (81.310)	USD (90.146)	USD (89.505)	USD (87.445)	USD (84.503)	USD (82.306)
UTILIDADES DESPUÉS DE IMPUESTOS	USD (137.301)	USD 165.902	USD 190.812	USD 223.831	USD 219.839	USD 243.727	USD 241.994	USD 236.426	USD 228.470	USD 222.531

Tabla IX.2: “Proyecciones de flujos de caja de H4F para un período de diez años”.

Fuente: Elaboración Propia.

	AÑO 2022	AÑO 2023	AÑO 2024	AÑO 2025	AÑO 2026	AÑO 2027	AÑO 2028	AÑO 2029	AÑO 2030	AÑO 2031	AÑO 2032
CAPEX	USD (2.061.150)	USD -	USD -	USD -	USD -	USD (157.500)	USD -	USD -	USD -	USD -	USD (118.125)
INGRESOS POR VENTAS	USD -	USD 544.170	USD 998.580	USD 1.122.000							
COSTOS OPERACIÓN	USD -	USD (43.652)	USD (132.929)	USD (155.485)	USD (168.025)	USD (164.032)	USD (165.425)	USD (157.950)	USD (159.428)	USD (152.041)	USD (153.609)
Costo agua potable	USD -	USD (2.833)	USD (5.198)	USD (5.841)							
Costo eléctrico externo	USD -	USD (39.324)	USD (82.471)	USD (101.039)	USD (112.266)	USD (106.920)	USD (106.920)	USD (98.010)	USD (98.010)	USD (89.100)	USD (89.100)
Costos mantención celdas	USD -	USD (1.495)	USD (2.760)	USD (4.830)							
Costos mantención planta	USD -	USD -	USD (42.500)	USD (43.775)	USD (45.088)	USD (46.441)	USD (47.834)	USD (49.269)	USD (50.747)	USD (52.270)	USD (53.838)
MARGEN DE VENTA	USD -	USD 500.518	USD 865.651	USD 966.515	USD 953.975	USD 957.968	USD 956.575	USD 964.050	USD 962.572	USD 969.959	USD 968.391
GASTOS ADMINISTRACIÓN Y VENTAS	USD -	USD (402.086)	USD (453.436)	USD (469.395)	USD (411.624)	USD (421.086)	USD (434.336)	USD (444.185)	USD (450.334)	USD (468.620)	USD (475.188)
RRHH	USD -	USD (222.747)	USD (275.403)	USD (290.500)	USD (295.301)	USD (303.865)	USD (316.352)	USD (325.263)	USD (330.613)	USD (347.921)	USD (353.650)
Marketing y ventas	USD -	USD (110.100)	USD (108.100)	USD (108.100)	USD (44.800)						
Otros Gastos	USD -	USD (69.239)	USD (69.934)	USD (70.795)	USD (71.523)	USD (72.421)	USD (73.184)	USD (74.121)	USD (74.921)	USD (75.899)	USD (76.738)
Combustible vehículos	USD -	USD (18.000)	USD (18.360)	USD (18.727)	USD (19.102)	USD (19.484)	USD (19.873)	USD (20.271)	USD (20.676)	USD (21.090)	USD (21.512)
Peajes	USD -	USD (3.600)	USD (3.672)	USD (3.745)	USD (3.820)	USD (3.897)	USD (3.975)	USD (4.054)	USD (4.135)	USD (4.218)	USD (4.302)
Arriendo y mantención vehículos	USD -	USD (7.500)	USD (7.500)	USD (7.650)	USD (7.650)	USD (7.803)	USD (7.803)	USD (7.959)	USD (7.959)	USD (8.118)	USD (8.118)
Seguros	USD -	USD (31.389)									
Servicios básicos, gastos de oficina	USD -	USD (8.750)	USD (9.013)	USD (9.283)	USD (9.561)	USD (9.848)	USD (10.144)	USD (10.448)	USD (10.761)	USD (11.084)	USD (11.417)
EBITDA	USD -	USD 98.432	USD 412.214	USD 497.120	USD 542.351	USD 536.883	USD 522.239	USD 519.865	USD 512.238	USD 501.339	USD 493.203
DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN	USD -	USD (235.733)	USD (188.367)								
UTILIDADES ANTES DE IMPUESTOS	USD -	USD (137.301)	USD 176.481	USD 261.386	USD 306.618	USD 301.149	USD 333.872	USD 331.499	USD 323.871	USD 312.972	USD 304.836
IMPUESTOS (27%)	USD -	USD -	USD (10.578)	USD (70.574)	USD (82.787)	USD (81.310)	USD (90.146)	USD (89.505)	USD (87.445)	USD (84.503)	USD (82.306)
UTILIDADES DESPUÉS DE IMPUESTOS	USD -	USD (137.301)	USD 165.902	USD 190.812	USD 223.831	USD 219.839	USD 243.727	USD 241.994	USD 236.426	USD 228.470	USD 222.531
DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN	USD -	USD 235.733	USD 188.367								
INVERSIÓN KTNO	USD (498.385)	USD -									
FLUJO CAJA LIBRE	USD (2.559.535)	USD 98.432	USD 401.636	USD 426.545	USD 459.564	USD 298.072	USD 432.093	USD 430.361	USD 424.793	USD 416.837	USD 292.772
VALOR DE CONTINUIDAD (VC)	USD -	USD -	USD -	USD -	USD -	USD -	USD -	USD -	USD -	USD -	USD 3.424.597
FLUJO CAJA LIBRE + VC	USD (2.559.535)	USD 98.432	USD 401.636	USD 426.545	USD 459.564	USD 298.072	USD 432.093	USD 430.361	USD 424.793	USD 416.837	USD 3.717.370

ANEXO X: Detalle metodología CAMP para el cálculo de la tasa de descuento

Como se indicó en la sección 7.6 para el cálculo de la tasa de descuento, se utilizó la metodología CAPM (Capital Assets Pricing Model) considerando una empresa sin deuda con un horizonte de tiempo de 20 años. La expresión matemática y las variables utilizadas son:

$$r = R_f + \beta \cdot (R_m - R_f) + \text{Premio por liquidez} + \text{Premio por } start-up \quad (X.1)$$

Donde:

- r : Tasa de descuento.
- R_f : Tasa libre de riesgo. se estimó considerando los valores de la tasa de mercado de los bonos bullet del Banco Central en UF y a 20 años.
- R_m : Riesgo de mercado de Chile, tomado de Damoradan, consultado en marzo de 2021.
- β : Beta patrimonial de una empresa sin deuda, riesgo sistemático de la industria “*Green & Renewable Energy*” obtenida de Damoradan, consultado en marzo de 2021.
- Premio por liquidez : Incremento sobre la rentabilidad exigida a la tasa libre de riesgo.
- Premio por *start-up* : Incremento rentabilidad exigida sobre la tasa libre de riesgo.

▪ Obtención de la tasa libre de riesgo, R_f

Para la tasa libre de riesgo, R_f , se consideró la data diaria de la tasa de interés de los Bonos en UF a 20 años (BCU, BTU) del Banco Central de Chile desde el 1-ene-2015 al 6-abr-2021. Con esa data se determinó promedio y desviación estándar para cada año, según se informa en la tabla X.1.

Tabla X.1: “Tasa de interés de los bonos en UF a 20 AÑOS (BCU, BTU)”.

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2015 - 2021
Promedio	1,71	1,68	1,86	2,11	1,03	0,63	0,86	1,48
Desviación Estándar	0,13	0,11	0,26	0,13	0,55	0,27	0,26	0,61

R_f	1,68
-------	-------------

Para el valor final de R_f , se consideró el promedio entre los valores de los bonos de 20 años entre los años 2015-2019, dejando fuera los valores de los años 2020 y 2021 por las particularidades del mercado en esos años producto del estallido social y la pandemia.

- **Obtención del riesgo de mercado de Chile, R_m**

El valor de R_m , fue obtenido desde Damodaran:

http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html

El valor es 5,40%.

- **Obtención de la beta patrimonial**

El valor de β , fue obtenido desde Damodaran:

http://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html

El valor es 0,67 y considera empresas de energía verde y renovable.

- **Premios por liquidez y *start-up***

En ambos casos, para cada uno de ellos se consideró 4,0% para así reflejar los riesgos asociados a la inversión del proyecto.

Finalmente, reemplazando los valores anteriores en la ecuación (1) se obtiene el valor para la tasa de descuento, r , que en este caso fue de 12,17%.

ANEXO XI: Detalle del capital de trabajo

Tabla XI.1: "Cálculo del capital de trabajo".

Fuente: Elaboración Propia.

	MES 1	MES 2	MES 3	MES 4	MES 5	MES 6	MES 7	MES 8	MES 9	MES 10	MES 11	MES 12
INGRESOS POR VENTAS	USD -	USD -	USD -	USD 45.348								
COSTOS POR VENTAS	USD (3.513)	USD (4.261)	USD (3.513)	USD (3.513)	USD (4.261)	USD (3.513)	USD (3.513)	USD (3.513)				
COSTO AGUA	USD (236)											
COSTO ELÉCTRICO EXTERNO	USD (3.277)											
COSTOS MANTENCIÓN CELDAS	USD -	USD (748)	USD -	USD -	USD (748)	USD -	USD -	USD -				
COSTOS MANTENCIÓN PLANTA	USD -											
GAV	USD (30.732)	USD (29.465)	USD (32.932)	USD (31.765)	USD (57.965)	USD (29.099)	USD (28.332)	USD (35.532)	USD (28.332)	USD (38.599)	USD (28.065)	USD (31.265)
RRHH	USD (18.562)											
MARKETING	USD (6.400)	USD (5.133)	USD (8.600)	USD (7.433)	USD (33.633)	USD (4.767)	USD (4.000)	USD (11.200)	USD (4.000)	USD (14.267)	USD (3.733)	USD (6.933)
OTROS GASTOS	USD (5.770)											
IMPUESTOS	USD (344.230)	USD (3.193)	USD (3.851)	USD (3.630)	USD (8.608)	USD (3.123)	USD (2.977)	USD (4.345)	USD (2.977)	USD (4.928)	USD (2.927)	USD (3.535)
IVA (19%)	USD (2.980)	USD (2.739)	USD (3.398)	USD (3.176)	USD (8.154)	USD (2.669)	USD (2.524)	USD (3.892)	USD (2.524)	USD (4.474)	USD (2.473)	USD (3.081)
PPM (1%)	USD (453)											
IMPUESTOS (27%)	USD -											
IVA INVERSIÓN (19%)	USD (340.797)	USD -										
CAPITAL DE TRABAJO	USD (378.475)	USD (36.171)	USD (40.297)	USD 6.439	USD (24.739)	USD 8.865	USD 10.525	USD 1.957	USD 9.777	USD (1.692)	USD 10.842	USD 7.034
CAPITAL DE TRABAJO ACUMULADO	USD (378.475)	USD (414.646)	USD (454.943)	USD (448.504)	USD (473.242)	USD (464.377)	USD (453.852)	USD (451.895)	USD (442.118)	USD (443.810)	USD (432.968)	USD (425.933)

Tabla XI.1: “Cálculo del capital de trabajo”.

Fuente: Elaboración Propia.

	MES 13	MES 14	MES 15	MES 16	MES 17	MES 18	MES 19	MES 20	MES 21	MES 22	MES 23	MES 24
INGRESOS POR VENTAS	USD 45.348	USD 83.215										
COSTOS POR VENTAS	USD (7.314)	USD (21.481)	USD (8.234)	USD (7.314)	USD (21.481)	USD (7.314)	USD (8.234)	USD (21.481)	USD (7.314)	USD (7.314)	USD (8.234)	USD (7.314)
COSTO AGUA	USD (442)											
COSTO ELÉCTRICO EXTERNO	USD (6.873)											
COSTOS MANTENCIÓN CELDAS	USD -	USD -	USD (920)	USD -	USD -	USD -	USD (920)	USD -	USD -	USD -	USD (920)	USD -
COSTOS MANTENCIÓN PLANTA	USD -	USD (14.167)	USD -	USD -	USD (14.167)	USD -	USD -	USD (14.167)	USD -	USD -	USD -	USD -
GAV	USD (35.178)	USD (33.911)	USD (37.378)	USD (36.211)	USD (62.411)	USD (33.545)	USD (32.778)	USD (39.978)	USD (32.778)	USD (43.045)	USD (32.511)	USD (35.711)
RRHH	USD (22.950)											
MARKETING	USD (6.400)	USD (5.133)	USD (8.600)	USD (7.433)	USD (33.633)	USD (4.767)	USD (4.000)	USD (11.200)	USD (4.000)	USD (14.267)	USD (3.733)	USD (6.933)
OTROS GASTOS	USD (5.828)											
IMPUESTOS	USD (4.545)	USD (4.305)	USD (4.963)	USD (4.742)	USD (9.720)	USD (4.235)	USD (4.089)	USD (5.457)	USD (4.089)	USD (6.040)	USD (4.039)	USD (4.647)
IVA (19%)	USD (3.713)	USD (3.472)	USD (4.131)	USD (3.909)	USD (8.887)	USD (3.403)	USD (3.257)	USD (4.625)	USD (3.257)	USD (5.208)	USD (3.206)	USD (3.814)
PPM (1%)	USD (832)											
IMPUESTOS (27%)	USD -											
IVA INVERSIÓN (19%)	USD -											
CAPITAL DE TRABAJO	USD (1.690)	USD (14.349)	USD (5.228)	USD (2.920)	USD (48.264)	USD 38.121	USD 38.113	USD 16.299	USD 39.033	USD 26.816	USD 38.431	USD 35.543
CAPITAL DE TRABAJO ACUMULADO	USD (427.623)	USD (441.973)	USD (447.201)	USD (450.121)	USD (498.385)	USD (460.264)	USD (422.151)	USD (405.852)	USD (366.819)	USD (340.003)	USD (301.572)	USD (266.030)

