



Seminario:

Condiciones para la competitividad y sostenibilidad de la industria
del hidrógeno verde y derivados en Antofagasta

Proyecto H2-Uppp:

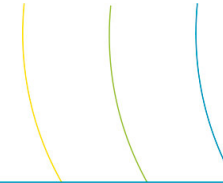
“SolarNH3-Pool Chile: Conceptos para el desarrollo de un parque industrial
sustentable para H2V y derivados en la Región de Antofagasta”

Enero 2024

Jorge Taboada



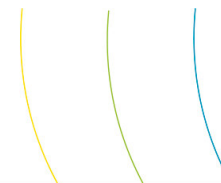
Objetivos del proyecto H2-Uppp



- 1) Elaborar una serie de estudios para **conceptualizar el desarrollo sostenible de un parque (pool) industrial de hidrógeno verde** y derivados en la región de Antofagasta.
- 2) Promover condiciones para el **uso compartido de infraestructura** y aprovechamiento de sinergias.
- 3) Prediseñar y optimizar, a nivel conceptual, una **planta modelo de producción de amoníaco verde**, como parte del Parque Industrial.
- 4) **Colaborar con stakeholder** público y privados, con universidades de centros de investigación, para contribuir al desarrollo del Hub de Hidrógeno Verde en Antofagasta.



Índice



1. Análisis de infraestructura regional y localización de plantas
2. Conceptualización de un Parque Industrial de H2 verde y derivados
3. Plan Maestro de Desarrollo del Parque Industrial
4. Prediseño y optimización de una planta modelo de amoniaco verde
5. Algunas conclusiones

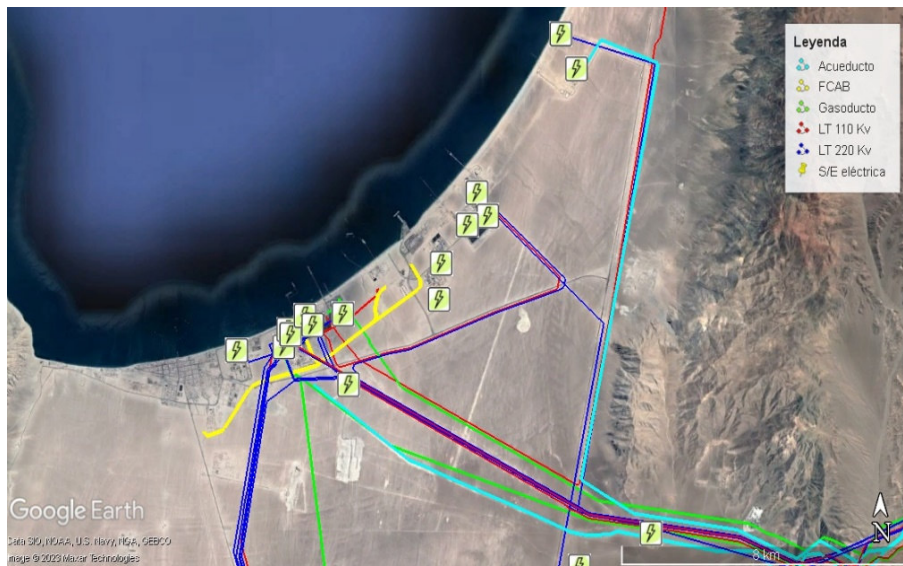


Infraestructura y localización de plantas

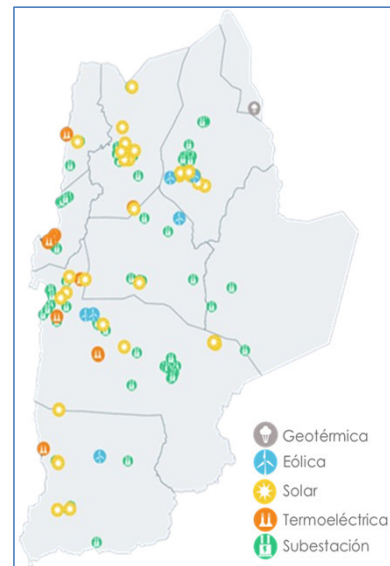


Infraestructura y localización de plantas

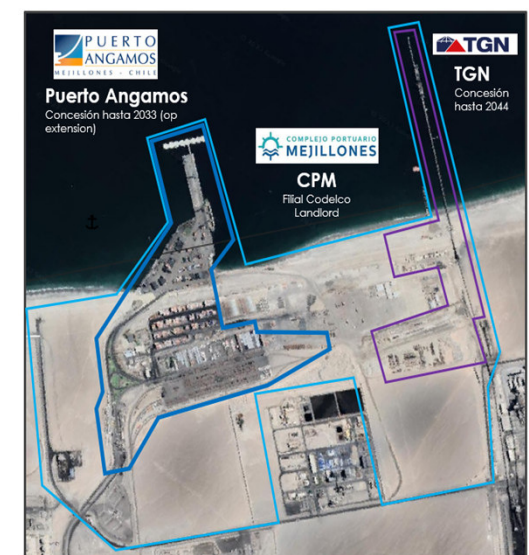
Mejillones tiene excelente infraestructura habilitante para el desarrollo de un parque industrial para el hidrógeno verde y derivados. etc.



Plantas de desalinización, caminos de acceso y ferrocarril, líneas de transmisión eléctrica y subestaciones, gasoductos.



Plantas actuales de energías renovables



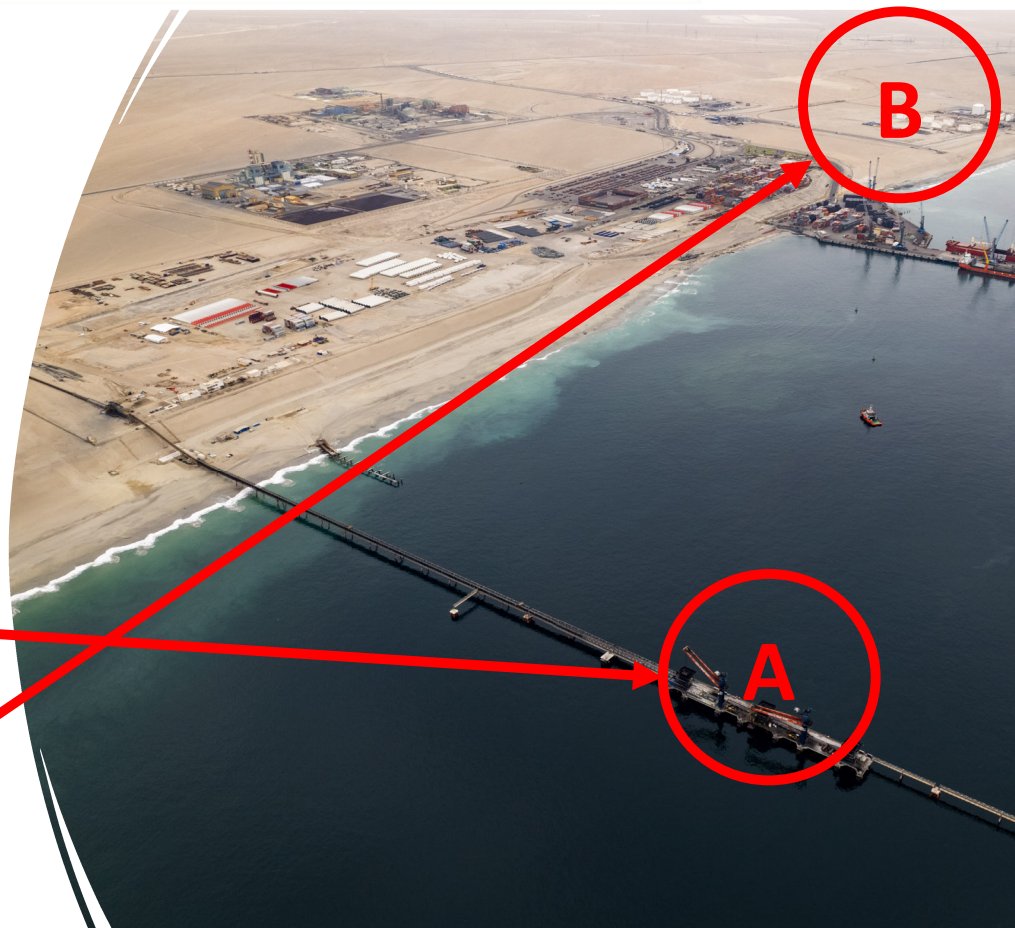
Terminales del Complejo Portuario Mejillones

Infraestructura y localización de plantas

- **Puerto de uso público**, acceso abierto en condiciones conocidas, no discriminatorias.
- **Plan Maestro Portuario** para desarrollo planificado a largo plazo, contempla un terminal para graneles líquidos.
- **Amplias áreas** para infraestructura de almacenamiento y servicios logísticos.
- **Buenos accesos** camineros, ferroviarios y gasoductos.
- Permite **concentrar cargas** y servicios navieros, aprovechando sinergias y reduciendo costos logísticos.

Dos alternativas para embarque de amoniaco:

- (A) **Adecuación de terminal de graneles sólidos existente:** corto-mediano plazo
- (B) **Nuevo terminal de graneles líquidos y almacenamiento** (según Plan Maestro Portuario): largo plazo

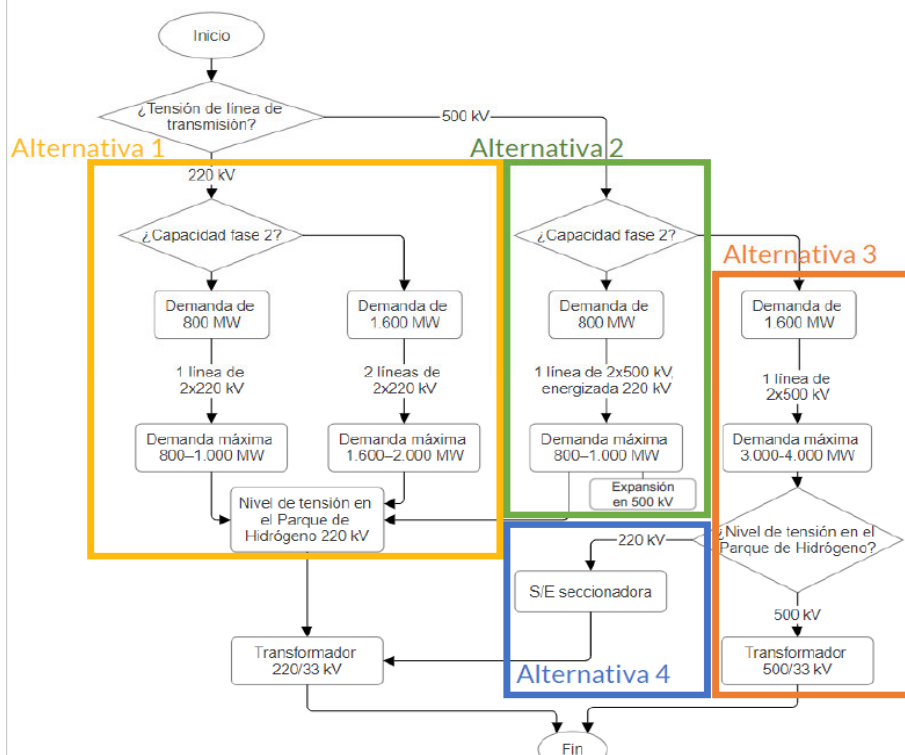


Infraestructura y localización de plantas

Infraestructura	Condición actual	Acciones
Terminal portuario e infraestructura de almacenamiento – servicios logísticos de exportación	Un sitio del TGN o desarrollo de un nuevo terminal de graneles líquidos del CPM (según Plan Maestro Portuario)	- Definir el terminal compartido en CPM - Inversiones en nueva infraestructura de almacenamiento
Planta desalinización y ductos de distribución - suministro de agua industrial	4 plantas desaladoras operando en Mejillones y una empresa sanitaria regional con capacidad de suministro	- Avanzar en acuerdos para uso de infraestructura existente o nueva (desaladoras y aducciones) - Definir trazados de acueductos
Sistema de transmisión eléctrica y subestaciones	Numerosas líneas y subestaciones conectadas a la red; se requieren nuevas líneas dedicadas	- Analizar oportunidades de uso de líneas existentes - Definir corredores para líneas dedicadas
Ductos para el transporte de H2 y derivados	Se requieren inversiones para nueva infraestructura de ductos	Analizar modelos de uso compartido de ductos hacia el puerto
Accesos viales	Buenos accesos viales en la comuna	Habilitación de accesos y vialidad estructurante del parque
Acceso ferroviario	Buen acceso ferroviario (FCAB) en la comuna	Habilitar conexiones de acceso ferroviario al parque

Infraestructura y localización de plantas

Alternativas evaluadas para el sistema de transmisión dedicado para el proyecto (y parque industrial)



Alternativas:

- 1 - Transmisión en 220 kV
- 2 - Transmisión en 500 kV, línea energizada en 220 kV
- 3 - Transmisión en 500 kV, parque energizado en 500 kV
- 4 - Transmisión en 500 kV, parque energizado en 220 kV

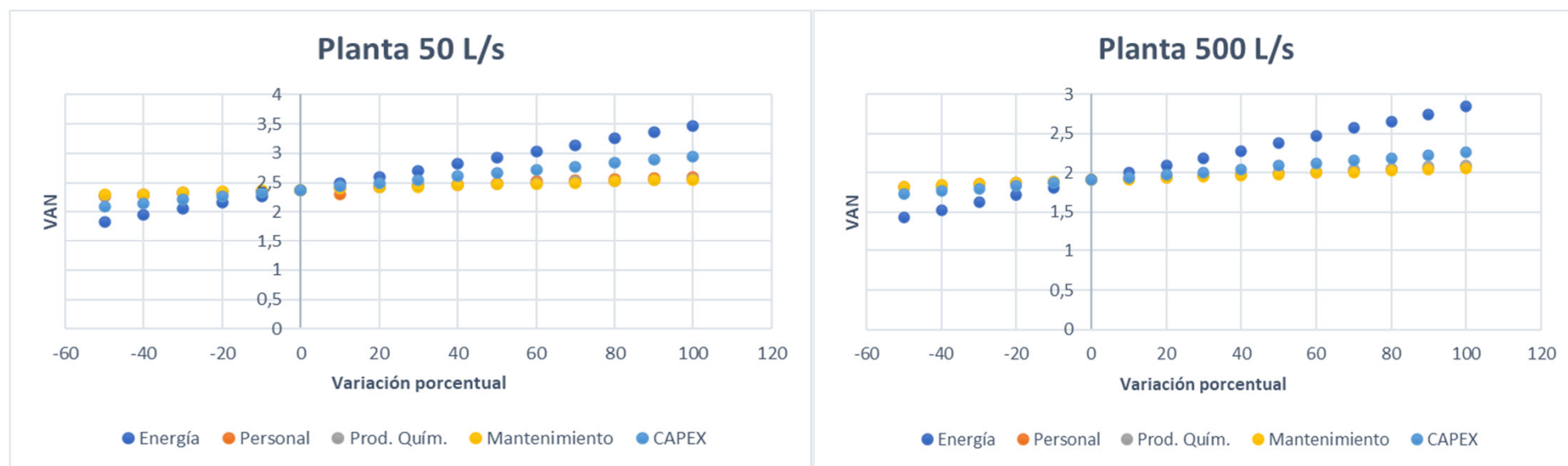
Componentes a evaluar:

- 1 línea de transmisión de 220 kV
- 1 línea de transmisión de 500 kV
- 1 Subestación 500 kV seccionadora
- 1 Subestación transformadora de 500/220 kV
- 1 subestación transformadora de 500/33 kV
- 1 Subestación transformadora de 220/33 kV

La combinación de los diferentes componentes permite evaluar cada una de las diferentes alternativas.

Infraestructura y localización de plantas

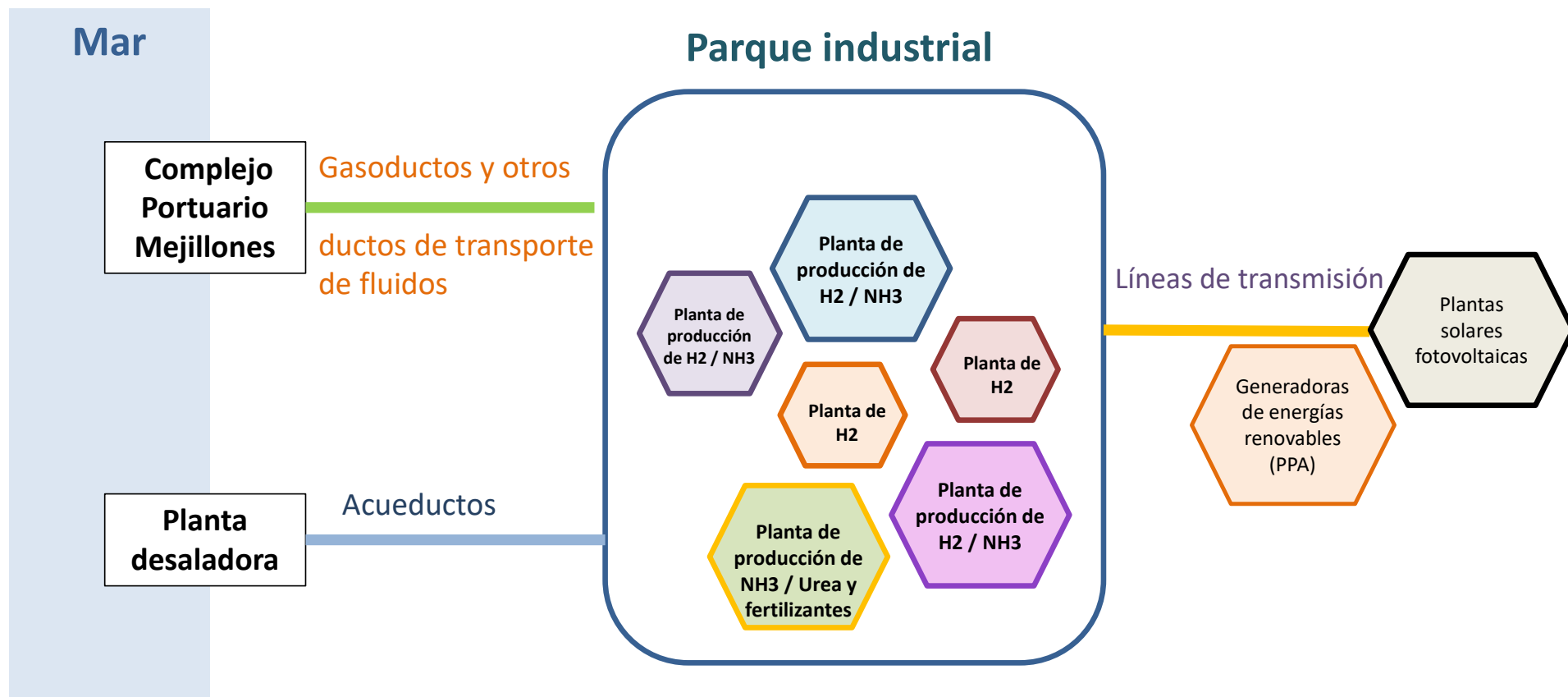
Análisis de sensibilidad y de economías de escala para el suministro de agua desalinizada



Supuestos sobre costos de la energía:

- Bloque diurno: 80 USD/MWh
- Bloque nocturno: 150 USD/MWh
- Costos sistémicos: 10 USD/MWh

Parque Industrial H2 Mejillones



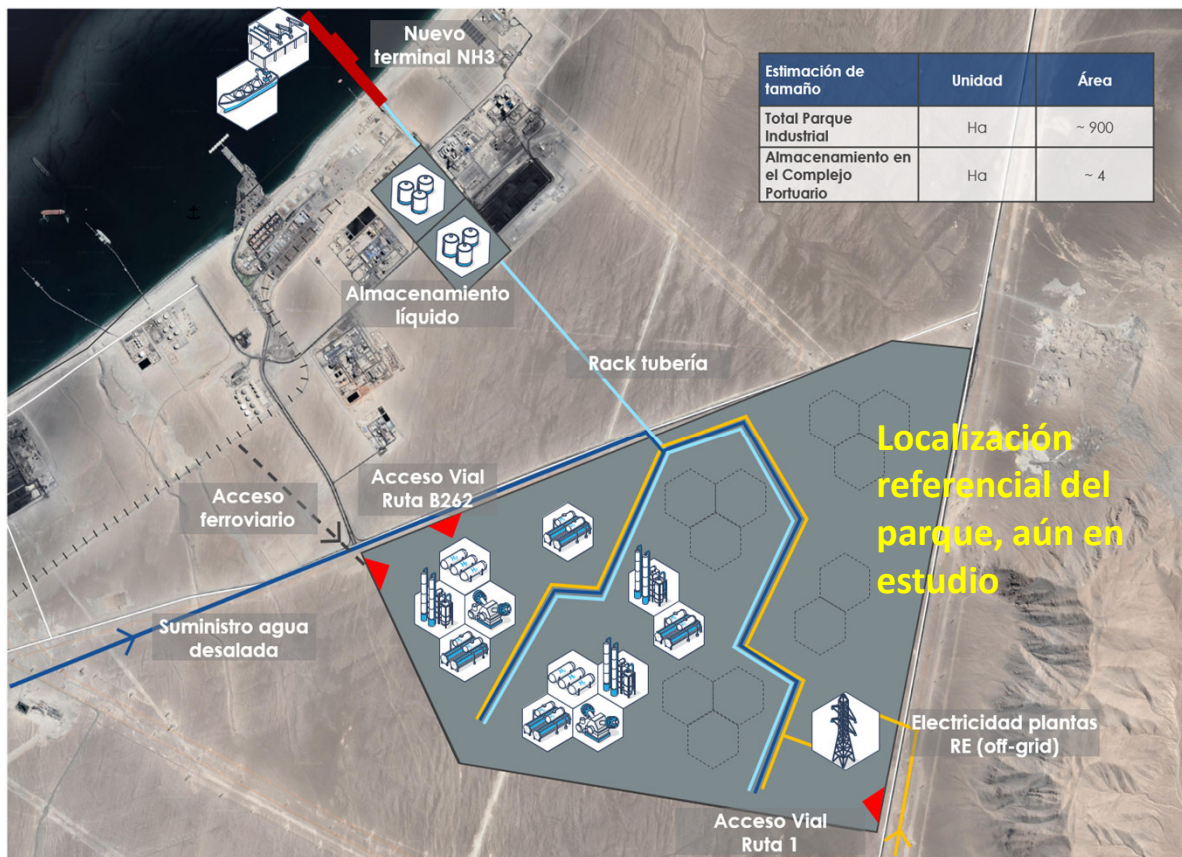
Parque Industrial H2 Mejillones

Objetivos:

- Potenciar la **competitividad** del hub regional H2V Antofagasta
- Uso compartido de **infraestructura habilitante**
- **Sinergias económicas** y economías de escala: minimización de CAPEX y OPEX
- **Planificación territorial** y uso eficiente del territorio y borde costero
- Minimización de **impactos ambientales**, participación temprana de **comunidades**
- **Colaboración** entre actores públicos y privados
- Participación de **empresas de tamaño medio**, plantas de producción, proveedores de insumos o prestadores de servicios



Parque Industrial H2 Mejillones



Plan Maestro Parque Industrial H2 Mejillones

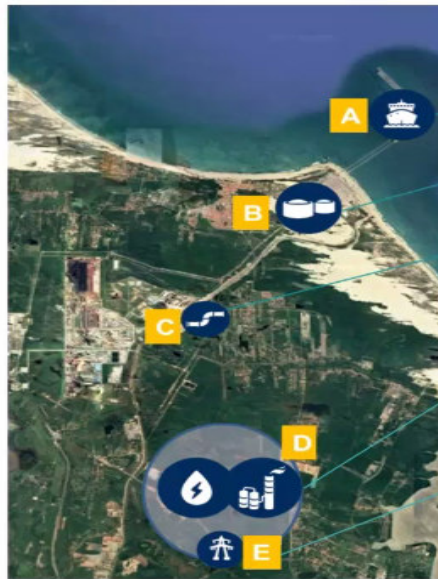
- Acceso a **infraestructura portuaria** para la exportación de los productos e importación de equipos
- **Almacenamiento compartido** de hidrógeno y sus derivados
- Disponibilidad de **agua desalada**
- Acceso a **redes eléctricas y líneas dedicadas**
- Acceso **ferroviario y vial**
- Menores de **riesgos ambientales y comunitarios**
- **Disponibilidad de terrenos fiscales**
- Mayor rapidez para **obtención de permisos**
- Menores **riesgos para financiamiento**

Caso internacional

Complejo Industrial y Portuario de Pecém, Estado de Ceará, Brasil

CIPP is already planning and preparing its port and industrial areas to receive the Green Hydrogen HUB

INFRASTRUCTURE SOLUTIONS FOR THE GREEN HYDROGEN HUB IN PECÉM



A. Port Infrastructure

Operation at Pier 2 (existing infrastructure)

B. Shared Tanking

Ammonia storage for centralizer tanking

C. Utilities

- Pipeline connecting the port and the industrial area
- Shared water solution: (1) Reuse of waste water, (2) Desalination and (3) Raw water

D. 1.100ha of industrial area for electrolysis plants in the CE ZPE
Wide area available in ZPE with possibility for expansion of H2 plants. Proximity to installed industries: Steel; Fertilizers, Cement and Thermoelectric.

E. Electricity available to hub

- Gives access to the SIN at the 500 kv voltage level, currently supports a 1,5-3GW power generation connection

Source: CIPP

Prediseño y optimización de planta modelo

Objetivo: diseñar una de las plantas de amoniaco verde más competitivas a nivel internacional (con uno de los menores costos nivelados de producción, LCOA)

Enfoque: optimización consistente y continua de toda la cadena de valor, por medio de:

- Aprovechar el recurso solar y óptimas **condiciones de desarrollo** para reducir CAPEX y OPEX, y aplicar medidas de reducción de riesgos
- Optimizar el **diseño y operación** del proyecto de modo sistemático

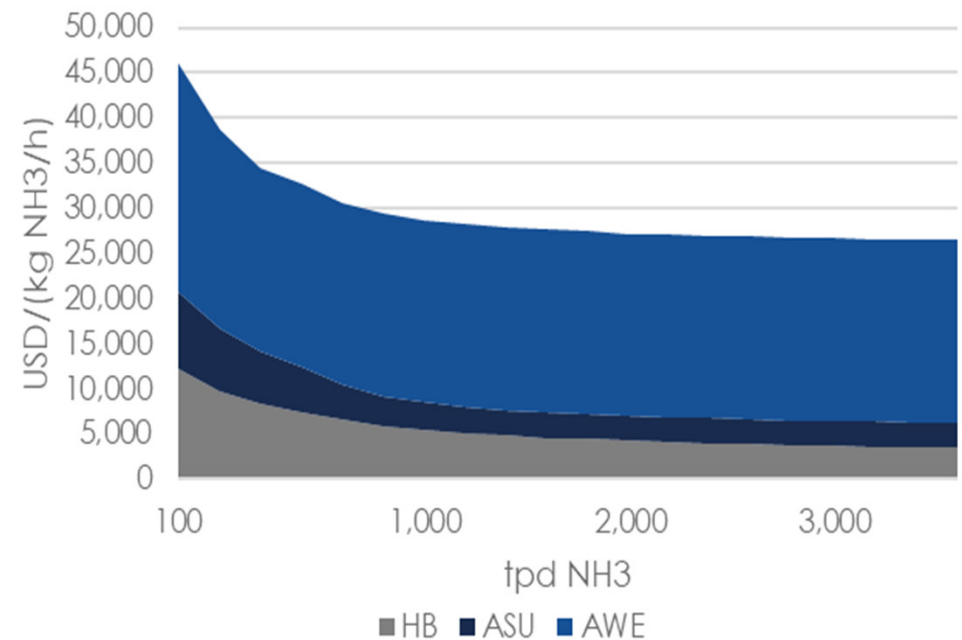
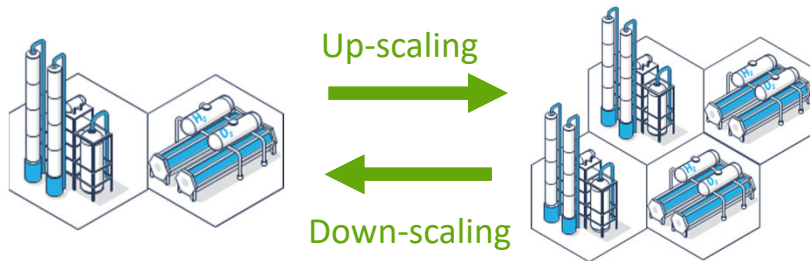


ANDREA: Inicio In-house tool

- [illegible]

Prediseño y optimización de planta modelo

- Optimización del **tamaño de planta** considerando economías de escala:
1.000 t/día de NH3 verde (aprox. 320,000 t/año)
- Posibilidad de **escalamiento** hacia arriba o hacia abajo, y desarrollo en fases, según requerimientos (p.ej. CAPEX inicial, cambios tecnológicos, etc.)



HB = NH3-production; ASU: air separation unit; AWE: alkaline electrolysis

Prediseño y optimización de planta modelo

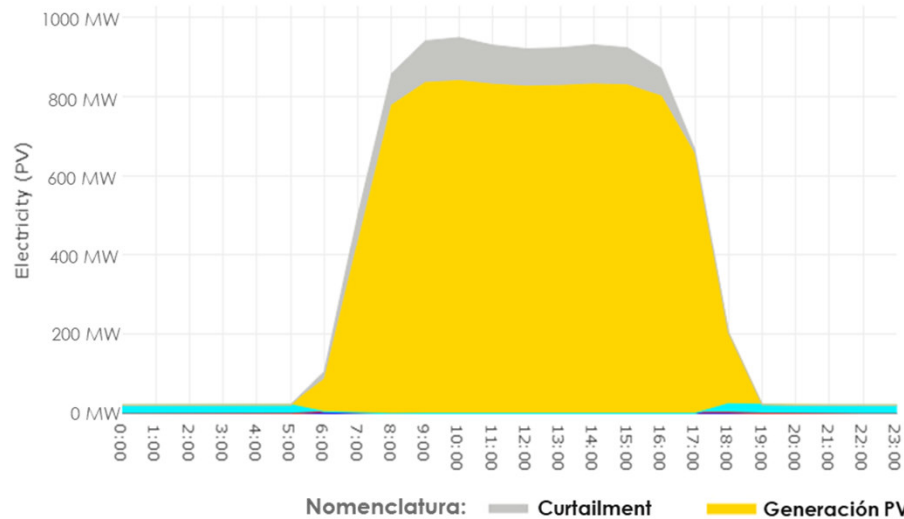
Desarrollo de un **sistema diversificado y eficiente** de suministro energético para todos los procesos involucrados (electrólisis, separación de aire, síntesis de amoníaco, desalinización de agua, etc.)

- Generación con una **propia planta solar PV y BESS**
- Complemento con **PPAs de proveedores/socios regionales** de energía renovable (solar PV, CSP, parque eólico)
- Alternativas de PPA con **plantas termoeléctricas reconvertidas** (en base a almacenamiento térmico de energía renovable, o combustión de combustibles renovables)



Prediseño y optimización de planta modelo

El sistema de suministro de energía considera principalmente una planta solar PV, complementada por PPAs renovables y un sistema de almacenamiento BESS



Planta solar PV

Capacidad: 1,130 MW
Electricidad Total Bruta: 3,532 GWh/año
Electricidad Neta (Utilizada): 3,188 GWh/año (90.3%)

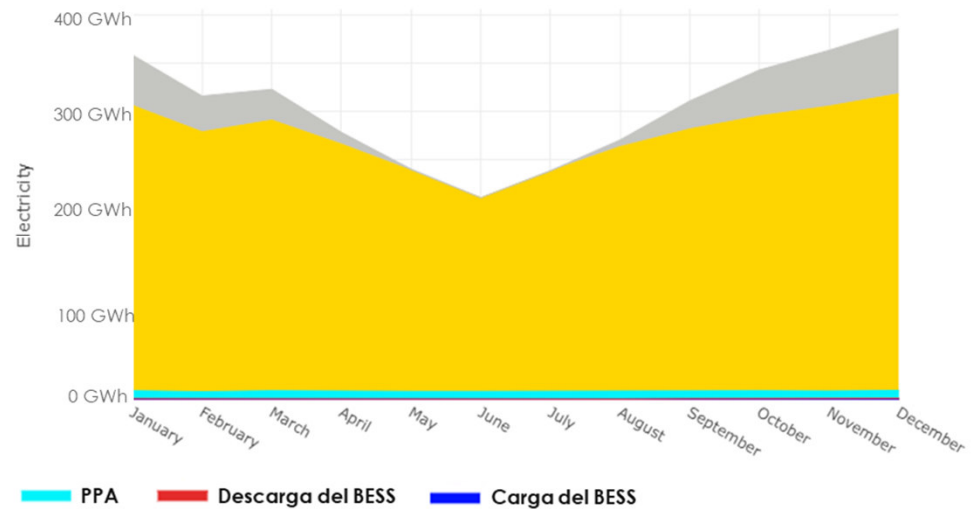


en virtud de una decisión del Bundestag alemán

Socio Implementador:



Deutsch-Chilensche Industrie- und Handelskammer
Cámara Chileno-Alemana de Comercio e Industria



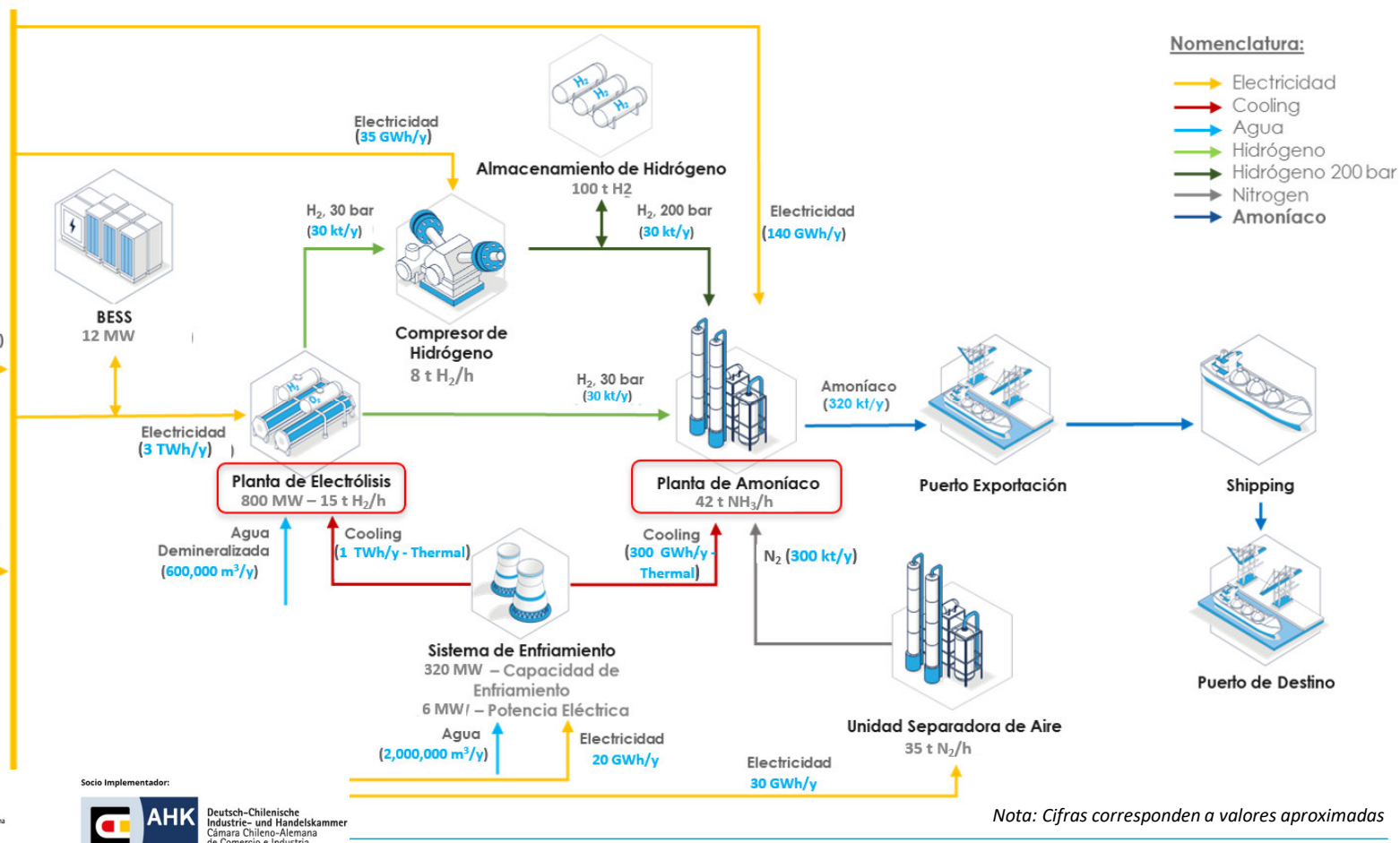
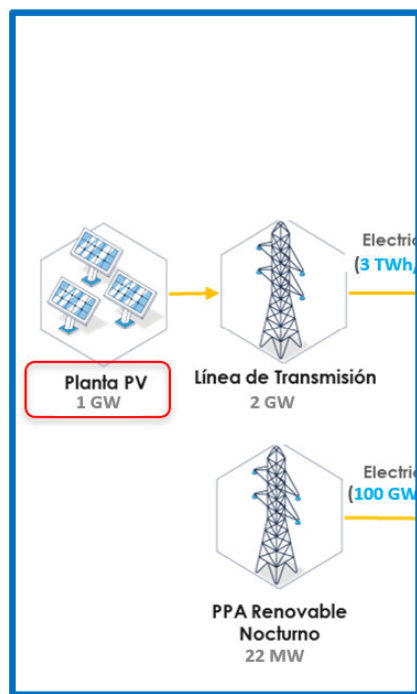
PPAs renovables Bloque nocturno

Capacidad: 22.1 MW
Electricidad Total Generada: 96.8 GWh/año



Prediseño y optimización de planta modelo

Mix de suministro de energía
con potencial de ser optimizado



Algunas conclusiones

- El **Parque Industrial H2 Mejillones** permitiría generar condiciones favorables para la **competitividad** de la región y los proyectos.
- Oportunidad de aplicar directrices de UNIDO – Banco Mundial para el diseño y desarrollo de **Eco-Parques industriales** para profundizar la **sostenibilidad** (principios de economía circular).
- La **colaboración** entre actores públicos y privados es esencial en esta etapa de desarrollo de la industria, para promover condiciones de **competitividad y sostenibilidad**.
- Los proyectos deben desplegar esfuerzos sistemáticos y continuos para **optimizar toda la cadena de valor** del hidrógeno verde y derivados. Un desafío principal en Antofagasta es **optimizar el factor de planta**.
- Los resultados de la optimización realizada son favorables:
 - ✓ Valores de **LCOE para la planta PV de aprox. 20 USD/MWh**.
 - ✓ Costos de producción de H₂, **LCOH, de entre 3,5 a 4 USD/kg**
- Los costos nivelados de producción de amoníaco (**LCOA**) en niveles competitivos, en el rango **de 600 a 800 USD/t NH₃**.





● Gracias!



giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Fomentado por:
Ministerio Federal
de Economía
y Protección del Clima

en virtud de una decisión
del Bundestag alemán

Socio Implementador:
AHK Deutsch-Chilensche
Industrie- und Handelskammer
Cámara Chileno-Alemana
de Comercio e Industria

j.taboada@soventix.com

SAC
Solar Ammonia Chile