

The Future of CH₂LE: Green Hydrogen !



Klaus Schmidt-Hebbel

Professor of Economics UDD

Member of the Board FChP

Member Adv. Com. Chile H2 Strategy

Consultant HIF Project


www.schmidt-hebbel.com

Fundación Chilena del Pacífico (FChP)

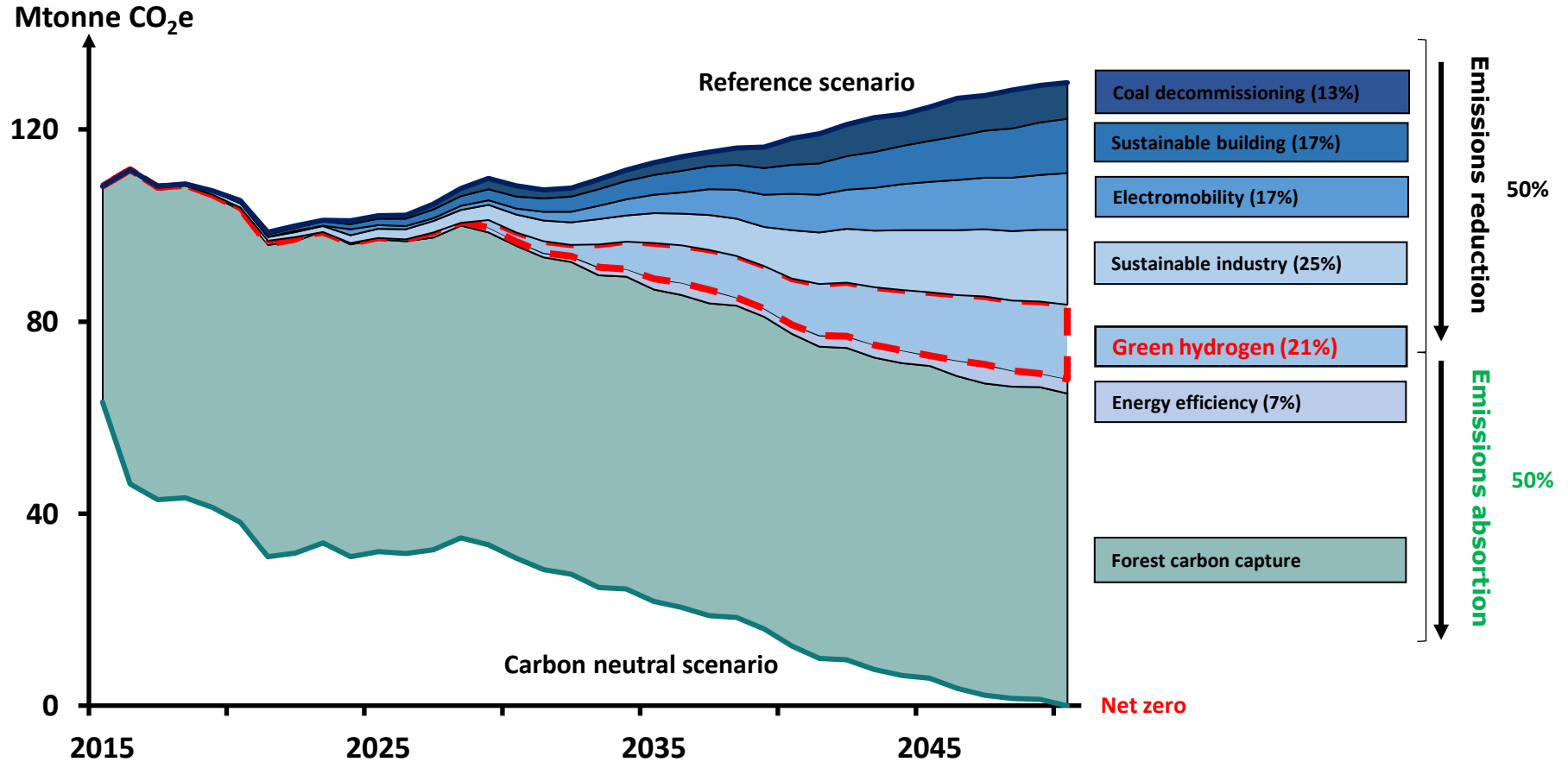
Santiago, 9 August 2021

1. Chile's Green Hydrogen Strategy

(Source: Mins. of Energy and Mining of Chile, July 2021)



Green hydrogen: the key to attain zero net GHG emmissions



Sources: Ministries of Energy and Mining of Chile (July 2021).

CH₂LE

National Green Hydrogen Strategy

Published November 2020

"I believe that water will one day be employed as fuel, that hydrogen and oxygen which constitute it, used singly or together, will furnish an inexhaustible source of heat and light, of an intensity of which coal is not capable"
Jules Verne, 1874



A long-term strategy with broad political support

Advisory board



Ricardo Lagos
Former President of Chile
Vivianne Blanlot
Former Head of Energy Regulator
Marcelo Mena
Former Minister of the Environment

Jeannette von Wolfersdorff
Economist
Klaus Schmidt-Hebbel
Former Chief Economist of the OECD
Gonzalo Muñoz
COP25 High Level Climate Action Champion

Green hydrogen 'ambassadors'

El transversal grupo de embajadores del HIDRÓGENO VERDE

Elaboración de PABLO PEREIRA

1. Minería

Asignar más recursos económicos de la cartera de minería orientados al desarrollo verde en la industria, apoyar en la capacitación de acuerdo público, priorizar competencias para el sector de energía limpia y actividad.



MARCELA ESPINOZA
Exministra de Minería y Carbón y exministra de Energía y Minería



FRANCISCA CASTRO
Directora de Estrategia y Asesoría de Minería y Carbón, Exministra de Minería y Carbón, Exministra de Energía y Minería, Exministra de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio

2. Transportes

Cooperar técnica y económica en un amplio grupo de temas prioritarios de transporte que permitan avanzar en la implementación de tecnologías de hidrógeno verde en el transporte público, en el transporte de carga y en el transporte de pasajeros.



PE德罗 PABLO KUCZYNSKI
Exministro de Economía, Exministro de Hacienda y Exministro de Comercio Exterior



LORETO SILVA
Exministra de Energía y Minería, Exministra de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministra de Energía y Minería



JOSEFINA MONTENEGRO
Exministra de Energía y Minería, Exministra de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio

Desarrollar un ecosistema económico para producir hidrógeno verde en Chile que sea viable a largo plazo, atraer inversión extranjera y promover el desarrollo de la industria de hidrógeno verde. Esto requiere un marco regulatorio y de incentivos que permita avanzar en la implementación de tecnologías de hidrógeno verde en el transporte público, en el transporte de carga y en el transporte de pasajeros.

Así, también en el rubro en la primera de las tres líneas de la estrategia nacional, que está planificada hasta el 2030 y está orientada en tres ejes de desarrollo: el primero es el desarrollo de la industria. El segundo es el desarrollo de la industria de hidrógeno verde. El tercer eje es el desarrollo de la industria de hidrógeno verde en el transporte público, en el transporte de carga y en el transporte de pasajeros.

3. Petróleo y gas

Explorar posibles oportunidades y rutas para el desarrollo de la industria de hidrógeno verde en Chile, en el marco de la transición energética.



LORETO SILVA
Exministra de Energía y Minería, Exministra de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministra de Energía y Minería



DANIEL FERNÁNDEZ
Exministro de Energía y Minería, Exministro de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministro de Energía y Minería



EDUARDO FREI
Exministro de Energía y Minería, Exministro de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministro de Energía y Minería



DAVID GALLAGHER
Exministro de Energía y Minería, Exministro de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministro de Energía y Minería

4. Exportación

Generar oportunidades de compra de hidrógeno verde y sus derivados en mercados internacionales, con énfasis en Asia y Europa.



EDUARDO FREI
Exministro de Energía y Minería, Exministro de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministro de Energía y Minería



DAVID GALLAGHER
Exministro de Energía y Minería, Exministro de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministro de Energía y Minería

5. Educación y ciudadanía

Crear ciudades inteligentes que permitan a la ciudadanía acceder a servicios de hidrógeno verde y promover el desarrollo de la industria de hidrógeno verde.



JUIVERA PARADA
Exministra de Energía y Minería, Exministra de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio



PABLO ORTÚZAR
Exministro de Energía y Minería, Exministro de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministro de Energía y Minería

6. Financiación e incentivos

Identificar y diseñar fuentes de financiamiento público y privado, desarrollar mecanismos de incentivos y promover el desarrollo de la industria de hidrógeno verde.



AXEL CHRISTENSEN
Exministro de Energía y Minería, Exministro de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministro de Energía y Minería



ANORES PÉREZ
Exministro de Energía y Minería, Exministro de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministro de Energía y Minería



CAROLINA NOGUERA
Exministra de Energía y Minería, Exministra de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministra de Energía y Minería

AXEL CHRISTENSEN
Exministro de Energía y Minería, Exministro de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministro de Energía y Minería

JUIVERA PARADA
Exministra de Energía y Minería, Exministra de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio

PABLO ORTÚZAR
Exministro de Energía y Minería, Exministro de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministro de Energía y Minería

ANORES PÉREZ
Exministro de Energía y Minería, Exministro de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministro de Energía y Minería

CAROLINA NOGUERA
Exministra de Energía y Minería, Exministra de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministra de Energía y Minería

EDUARDO FREI
Exministro de Energía y Minería, Exministro de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministro de Energía y Minería

DAVID GALLAGHER
Exministro de Energía y Minería, Exministro de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministro de Energía y Minería

LORETO SILVA
Exministra de Energía y Minería, Exministra de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministra de Energía y Minería

JOSEFINA MONTENEGRO
Exministra de Energía y Minería, Exministra de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministra de Energía y Minería

ROSARIO NAVARRO
Exministra de Energía y Minería, Exministra de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministra de Energía y Minería

ERWIN FLETT
Exministro de Energía y Minería, Exministro de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministro de Energía y Minería

MARÍA ELENA ARIZTE
Exministra de Energía y Minería, Exministra de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministra de Energía y Minería

NECLA BORGHEARO
Exministra de Energía y Minería, Exministra de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministra de Energía y Minería

ERWIN FLETT
Exministro de Energía y Minería, Exministro de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministro de Energía y Minería

MARÍA ELENA ARIZTE
Exministra de Energía y Minería, Exministra de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministra de Energía y Minería

NECLA BORGHEARO
Exministra de Energía y Minería, Exministra de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministra de Energía y Minería

ROSARIO NAVARRO
Exministra de Energía y Minería, Exministra de Medio Ambiente y Desarrollo Urbano y Territorio, Exministra de Energía y Minería

Sources: Ministries of Energy and Mining of Chile (July 2021).

An action plan to cover 8 key fronts



1 Strategy and targets

Establish a vision and mission to align public and private stakeholders.

Drive action and commitment by investors, developers, regulators, and civil society towards defined goals.



5 Incentives and financing

Help in bridging the remaining cost gap relative to fossil solutions, especially reducing the cost of capital.



2 Regulation and permits

Develop a clear, stable, and coherent regulation on markets and safety issues, so uncertainty is reduced and projects are accelerated. Streamline permitting to accelerate deployment of technologies.



6 Infrastructure

Plans for developing adequate and coordinated port, electrical, and distribution infrastructure to foster the growth of hubs.



3 Coordination and alliances

Reduce market failures: information asymmetries, high transaction costs, barriers for new entrants. International cooperation to overcome technological capability gaps, commercial, regulatory and cultural challenges together.



7 Research & development

Deploy technologies and solve local implementation issues, in order to reduce costs, unlock markets, and increase competition in the sector.



4 Value chain development

Enable the development of manufacturing and services to capture increased shares of the market value domestically.



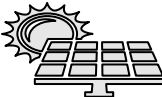

8 Human capital

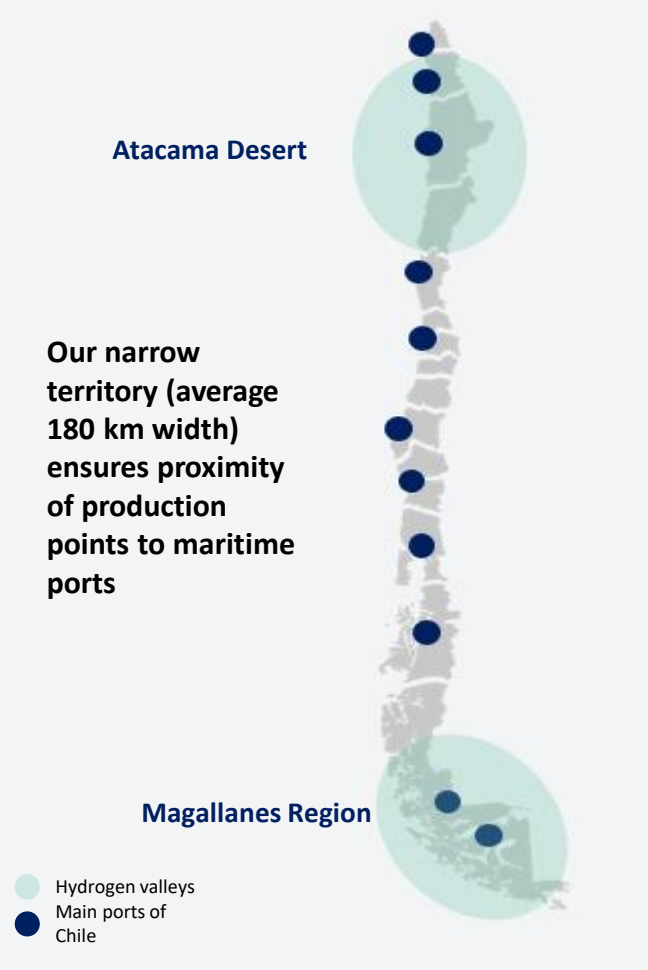
Develop local talent and technical capabilities to accelerate project deployment and generate green jobs.

Sources: Ministries of Energy and Mining of Chile (July 2021).

Chile is poised to become the leading producer of green H2

Capacity factors per country in best areas (%)

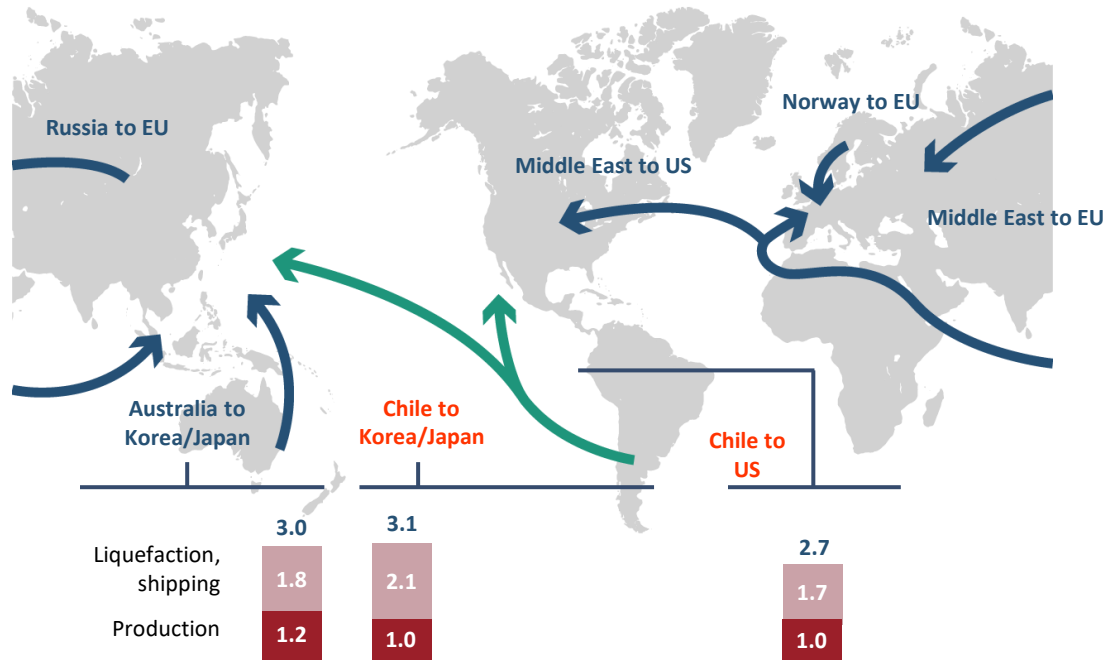
	Chile	Australia	Saudi Arabia	USA	EU
Solar PV 	37%	~30%	~30%	~25%	20-25%
Wind 					
Off shore	>75%			40-45%	50-55%
On shore	70-75%	30-35%		40-50%	



Sources: Ministries of Energy and Mining of Chile (July 2021) and McKinsey & Co.

Despite distance to markets, Chile remains competitive in H2

Cost of liquid H₂ at port of destination, 2030
(USD/kg H₂)



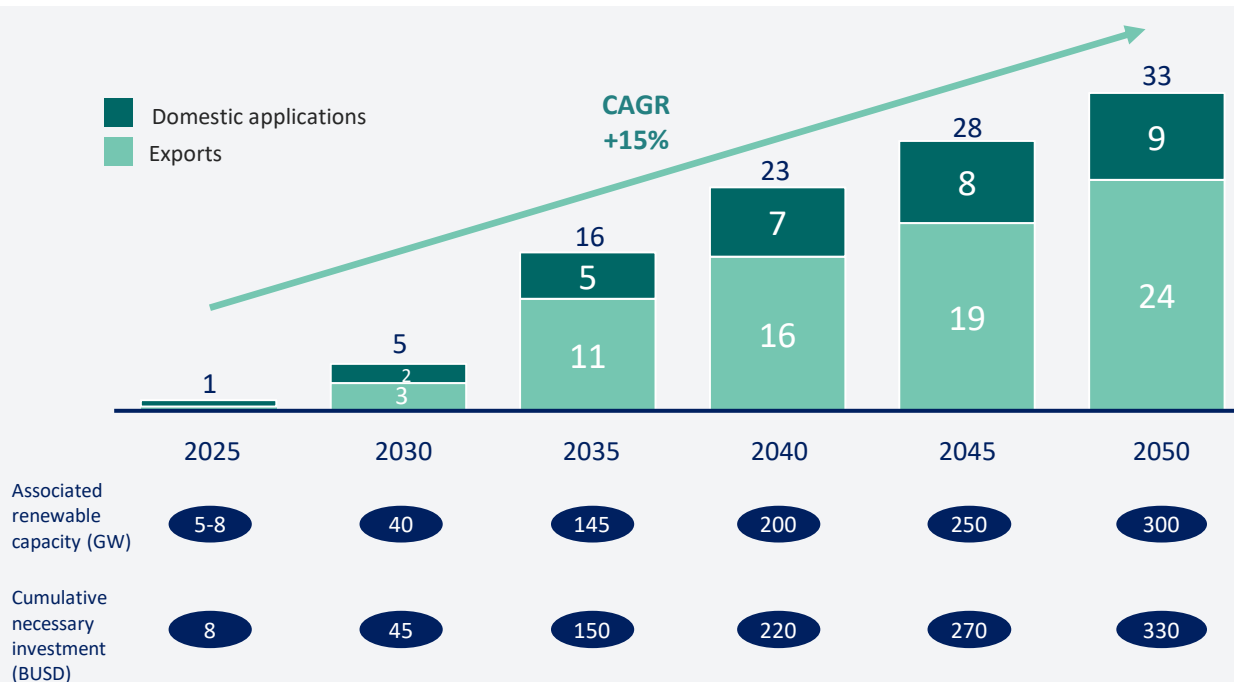
Renewable energy carriers considered by developers and investors

- LH₂** Liquid hydrogen
- NH₃** Green ammonia
- CH₃OH** Green methanol / eFuels
- Cu** Green copper and other green exports

Sources: Ministries of Energy and Mining of Chile (July 2021) and McKinsey & Co.

A unique opportunity: green hydrogen could be a clean industry as big as our mining sector

Projection of Chilean markets for green hydrogen and its derivatives, 2025 - 2050 (BUSD)



The competitiveness of Chile in renewable energy production and the global need for clean energy carriers will open the door to the creation of an economic sector that could rival the size of the Chilean mining sector

If timely and effective action is taken, the use of green hydrogen in domestic applications will generate an industry prepared to compete in international export markets. Investment in green hydrogen will lead to significant national capabilities and the creation of dynamic economic ecosystems throughout the country

Sources: Ministries of Energy and Mining of Chile (July 2021) and McKinsey & Co.

We have set clear goals to lead the way

2025



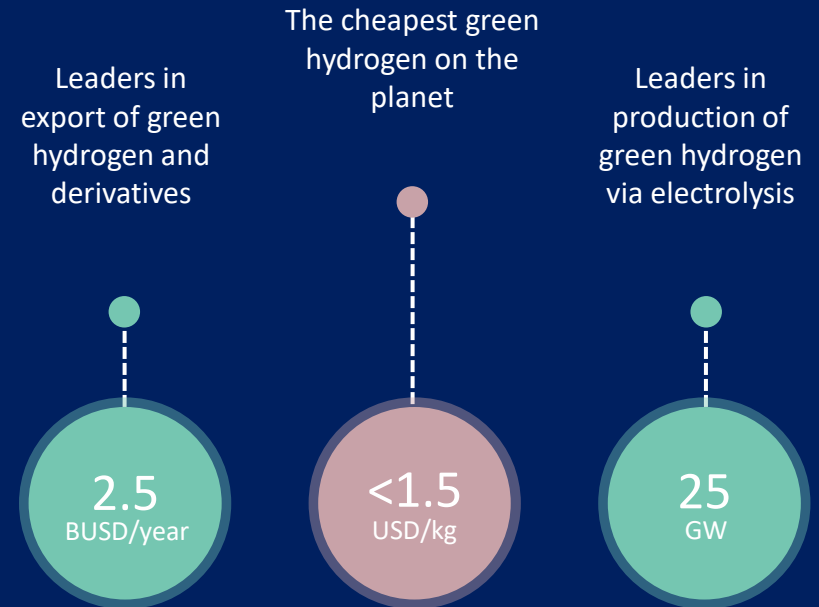
Top destination for green hydrogen investment in LATAM



Electrolysis capacity operating and under development



Production in at least 2 *hydrogen valleys* in Chile



Leaders in export of green hydrogen and derivatives

The cheapest green hydrogen on the planet

Leaders in production of green hydrogen via electrolysis

2.5 B USD/year

<1.5 USD/kg

25 GW

2030

Sources: Ministries of Energy and Mining of Chile (July 2021).

40+ projects have already sprung in Chile



+15

USD billion projected investment by 2030



+1,200

kTonne H2 projected yearly production by 2030



+500

kTonne H2 projected yearly local consumption by 2030



+15

Projects have already defined their operations start date

Atacama Hydrogen Hub Project

Large-scale electrolysis facility with export potential and hydrogen fuel cell powered freight train

Green Steel Project

Green hydrogen blending into CAP's blast furnaces to reduce consumption of coke and eventually replace it entirely in their production of steel

HIF Project

Industrial-scale plant in Magallanes that will produce synthetic climate-neutral fuels for export

HyEx Project

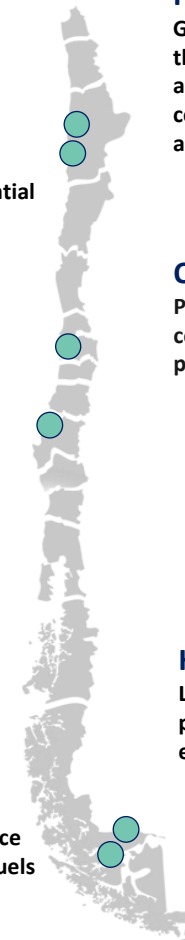
Green ammonia production in the north of Chile for domestic and international consumption, replacing ENAEX ammonia imports

Quintero Bay H₂ Hub Project

Production of green hydrogen in the central zone of Chile, close to potential off-takers

HNH ENERGY Project

Large scale green ammonia production in Magallanes for export



Sources: Ministries of Energy and Mining of Chile (July 2021).

2. The HIF Project

(Source: J.J. Gana: “HIF Project Overview”, June 2021)

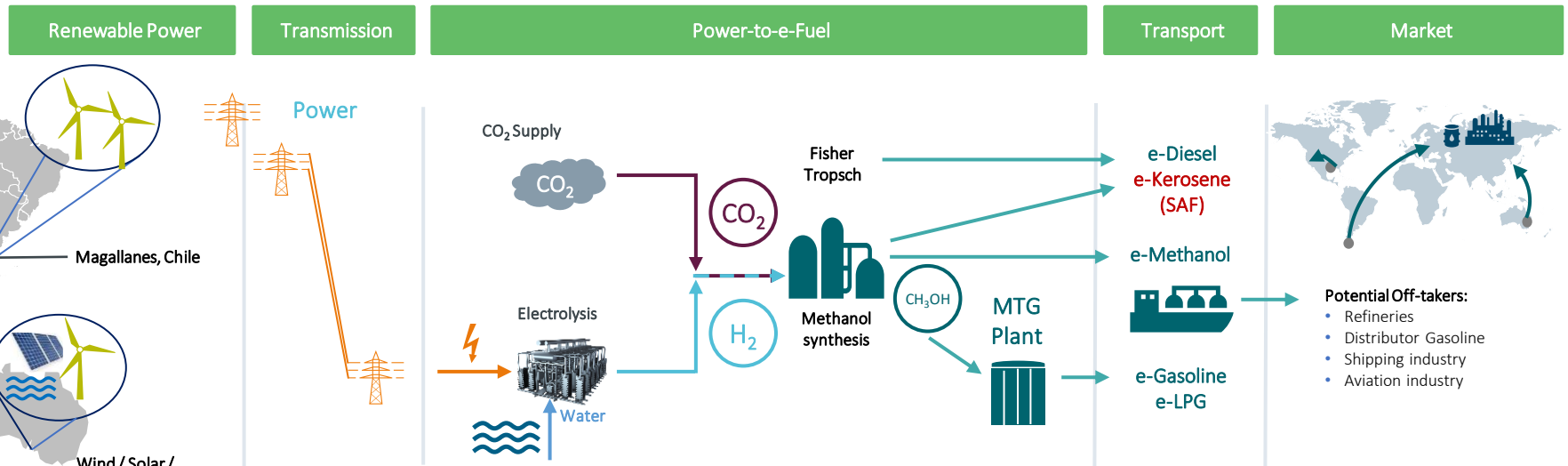
The HIF Project



- **Electrification is not enough**; a solution is needed to **replace fossil fuels** with renewable energy
- HIF, a subsidiary of AME (the fifth largest IPP company in Chile) has been developing a project since 2016 to take advantage of one of the **world's best wind resources located in the south of Chile**
- HIF's vision is to be the world's first **internationally based, industrial scale, carbon neutral e-fuel company**
- HIF's project in Chile adopts a phased approach: a demonstration plant, to start operation in 2022, a first commercial scale plant operation in 2024, and successive phases of world scale commercial plants starting in 2026
- In mid 2020, HIF initiated development of similar large-scale e-fuels projects in Australia and Texas, with targeted COD in 2024.

Source: J.J. Gana: "HIF Project Overview" (June 2021).

e-fuel Production Process



HIF PtX-project is the first large-scale commercial project for production of 'green fuels', also known as e-fuels based on renewable power

- with industrial business sales volumes
- extraordinary high GHG quota
- at competitive prices
- high up-scaling capability

Source: J.J. Gana: "HIF Project Overview" (June 2021).

Chile: the world's best renewable resource

World's best onshore wind resource

- HIF has signed long term leases for over 200,000 ha of the best renewable energy resources the world has to offer. The tip of South America enjoys the world's best onshore wind conditions due to the Coriolis effect
- Plant factors in the range of 70%: low expected energy prices, \$0.01 – 0.02 /kWh
- Constant wind profile allows to have nearly continuous operation
- Location of extensive grazing lands, with a long history of petroleum exploration and production, well removed from sensitive tourism locations or nature reserves
- Direct electrical connection to the chemical plant, no need to be connected to the main grid, which allows for significantly lower transmission costs

Leveraging of existing infrastructure

- Lease in final negotiation with ENAP for construction of commercial facilities in the Cabo Negro port area to provide access to existing under-used port infrastructure
- Medium sized town (Punta Arenas) able to provide qualified workforce, accommodation, and services
- Potential to capture CO2 from nearby industrial facilities

Access to markets

- Chile is an investment grade country
- Free trade agreements in place with most export destinations
- Low-cost export to Europe (US\$40/tonne of gasoline), with access to export to Pacific markets without needing to pass through the Panama canal
- Strong track record for attracting international investment in mining and energy sectors: high liquidity, attractive margins
- Government and broad political support for development of hydrogen-based exports

HIF Demonstration Plant: World Class Project Team



PORSCHE

Porsche: off-taker



AME: owner and lead developer



Green Power

ENEL: partner in wind park and H2 production

SIEMENS

Ingenuity for life

Siemens: technology provider and integrator



ENAP: infrastructure and port service provider



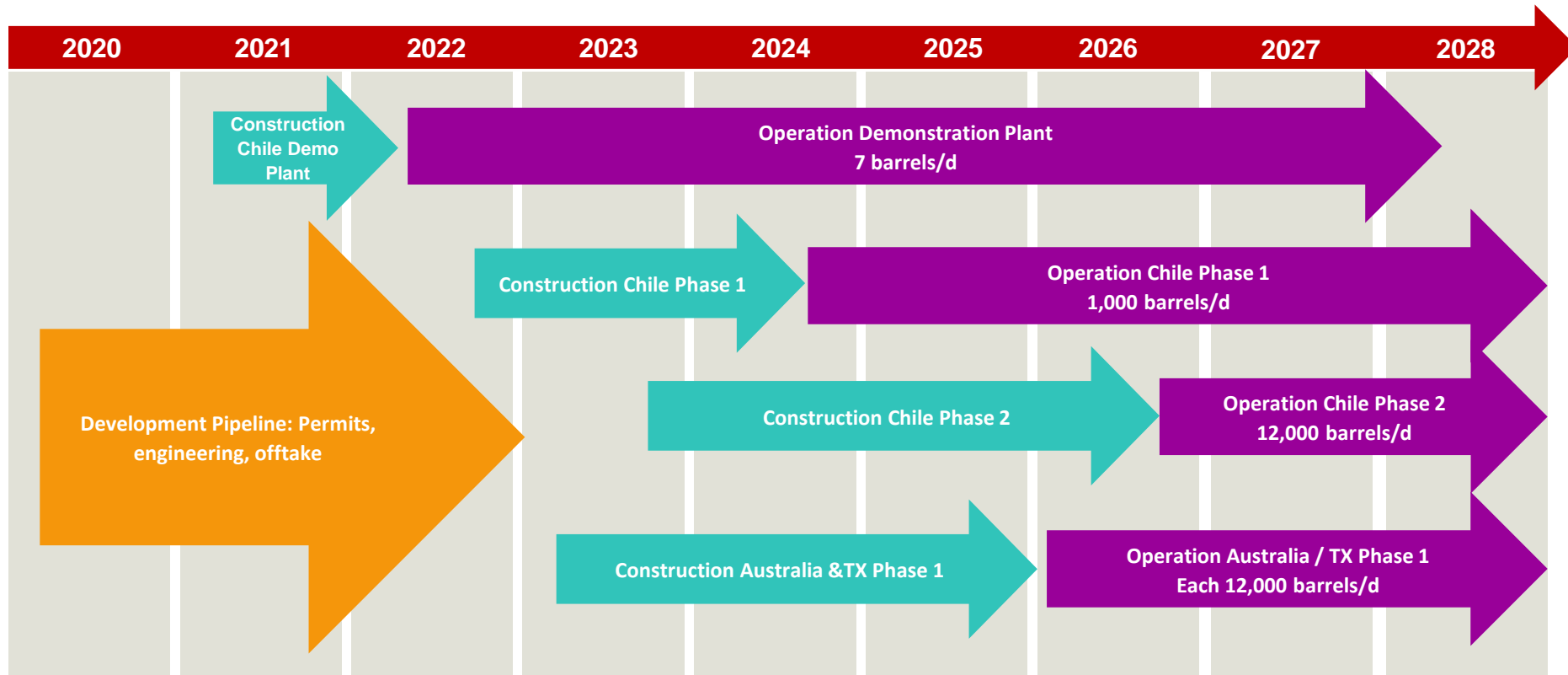
GASCO: user of LPG output for I+D and product development

Source: J.J. Gana: "HIF Project Overview" (June 2021).

PLANTA DEMOSTRATIVA HARU ONI
PUNTA ARENAS, REGION DE MAGALLANES, CHILE



Progressive roll-out of commercial phases



Source: J.J. Gana: "HIF Project Overview" (June 2021).

The Future of CH₂LE: Green Hydrogen !



Klaus Schmidt-Hebbel

Professor of Economics UDD

Member of the Board FChP

Member Adv. Com. Chile H2 Strategy

Consultant HIF Project

www.schmidt-hebbel.com

Fundación Chilena del Pacífico (FChP)

Santiago, 9 August 2021