



UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
DE CHILE

30

AÑOS



COMITÉ SOLAR
E INNOVACIÓN ENERGÉTICA

CORFO

DESAFIOS PARA EL DESARROLLO DE LA INDUSTRIA DE HIDRÓGENO VERDE EN CHILE

Santiago, 5 de septiembre 2019



Contenido

- Introducción
- Diagnóstico y oportunidad
- Propuesta de Estrategia
- Ejes de acción
- Avances proyectos de escala industrial





COMITÉ SOLAR
E INNOVACIÓN ENERGÉTICA



Fomento a la inversión, la innovación y el emprendimiento, fortaleciendo, además, el capital humano y las capacidades tecnológicas para alcanzar el desarrollo sostenible y territorialmente equilibrado.



COMITÉ SOLAR
E INNOVACIÓN ENERGÉTICA



Promover el desarrollo de la industria solar y la innovación energética en Chile, contribuyendo a acelerar la transición energética del país.

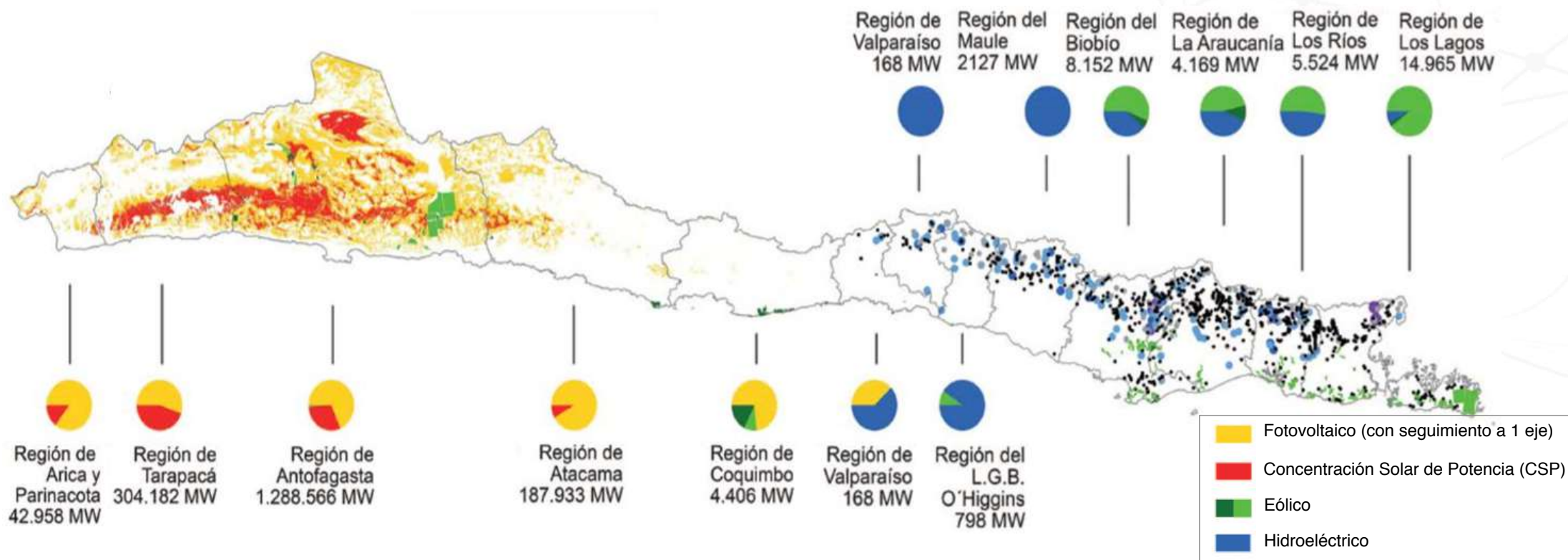


Responsable elaborar y coordinar los planes, políticas y normas para el buen funcionamiento y desarrollo del sector de energía.



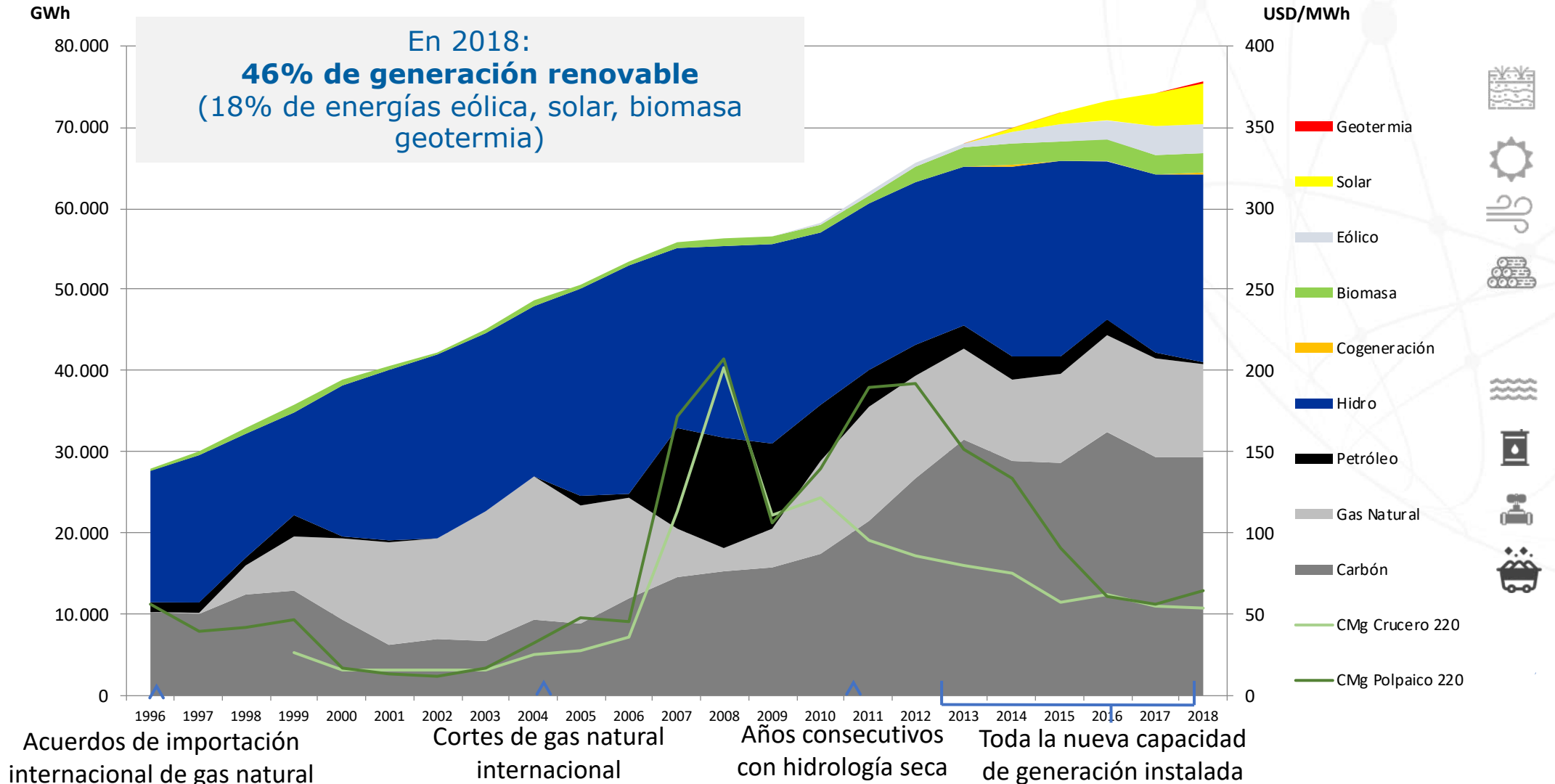
POTENCIAL eólico, solar e hidroeléctrico / Arica a Chiloé


Chile tiene un potencial eólico, solar e hidroeléctrico sobre **1.860 GW**,
de los cuales **1.800 GW** son solares (aprox. 1.300 GW Fotovoltaico y 500 GW
de Concentración Solar de Potencia).





Generación eléctrica en las últimas dos décadas

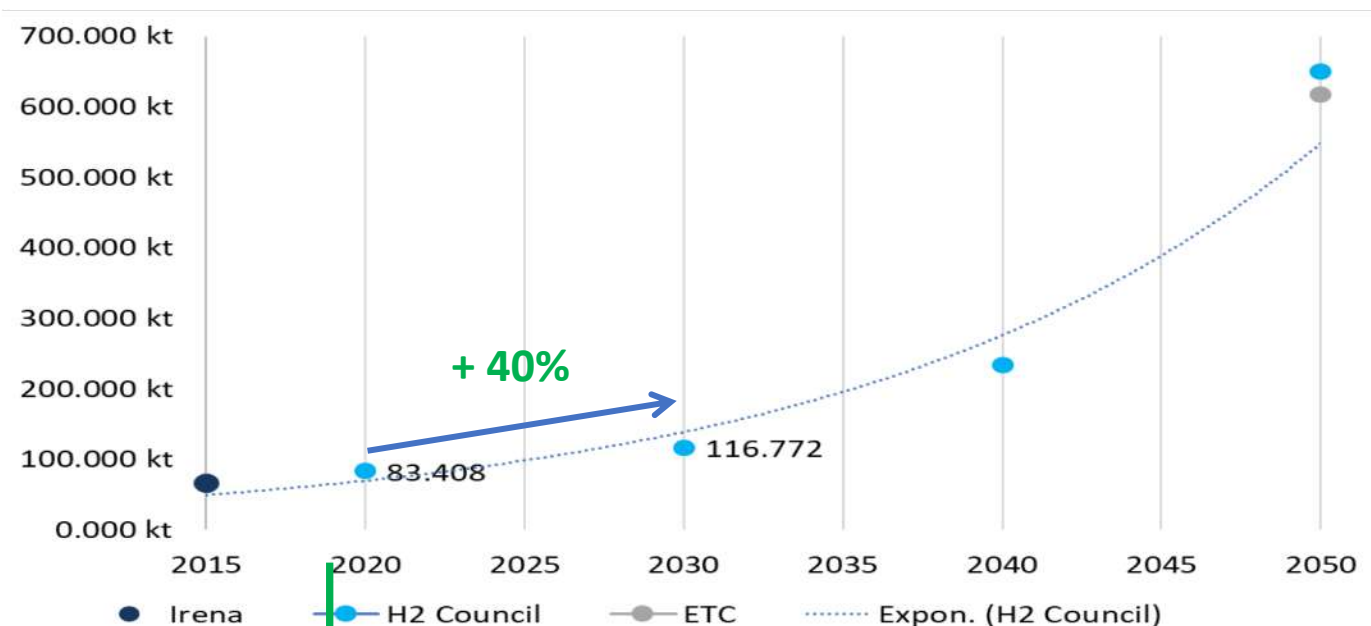




Hidrógeno verde
Diagnóstico y
oportunidad



Proyección del mercado internacional hidrógeno



En Chile: 58.500
t H₂/año

- **Demanda actual** de hidrógeno **mundial**: alrededor de **8 EJ**, equivalente a más de **66 MMt** (IRENA 2018)
- Según estimaciones del Hydrogen Council, esta **demanda crecerá un 40% hasta 2030**
- El Hydrogen Council prevee mercado global para el hidrógeno y tecnologías del hidrógeno con **ingresos** de más de **2.5 trillones USD/año** y **empleos** para **más de 30 millones de personas** (Hydrogen Council, 2017)

Fuentes: IRENA 2018; Hydrogen Council 2017; Energy Transition Commission TC 2018.



A nivel mundial, varios países desarrollan estrategias para aprovechar esta oportunidad

Francia: producción de H2 verde para industria y tecnología complementaria para transporte

- 50.000 vehículos ligeros al 2028 y 1.000 hidrolineras
- 20%-40% de H2 verde en la industria al 2028

Alemania: foco en tecnologías de transporte (fuel cells) y almacenamiento energético (P2G)

China

- 1 millón de vehículos a celdas de combustibles al 2030
- 1.000 estaciones de recarga de hidrógeno al 2030

Japón: „sociedad del H2“: aplicación en sector de movilidad; tecnologías para exportación; uso residencial e industrial:

- 900 estaciones de carga al 2030
- 800.000 vehículos
- 5,3 MM viviendas con calefacción a H2

EE.UU. (California): estrategia focalizada en transporte:

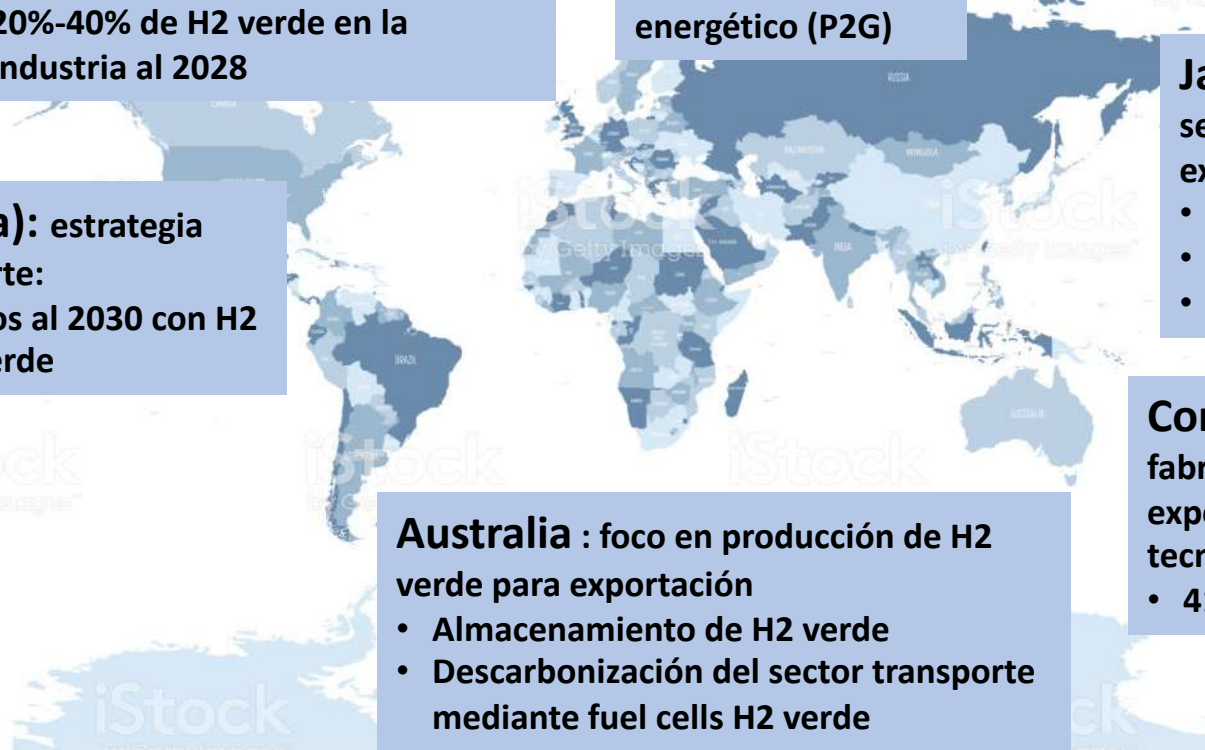
- 1 millón de vehículos al 2030 con H2
- 33% de estos, H2 verde

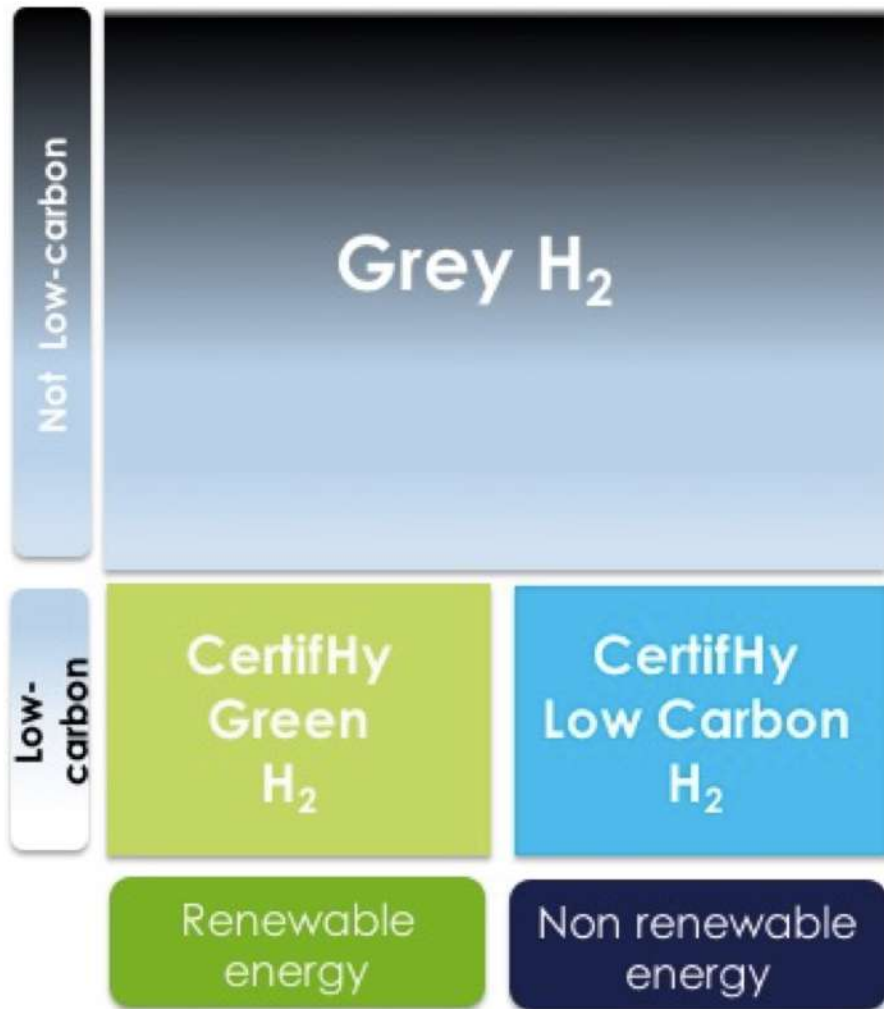
Australia : foco en producción de H2 verde para exportación

- Almacenamiento de H2 verde
- Descarbonización del sector transporte mediante fuel cells H2 verde

Corea del Sur: foco en fabricación de fuel cells, exportación y adaptación de tecnología en sector de transporte:

- 41.000 buses al 2040





CONCEPTO:

95% del hidrógeno hoy se genera desde combustibles fósiles en procesos intensivos en CO₂

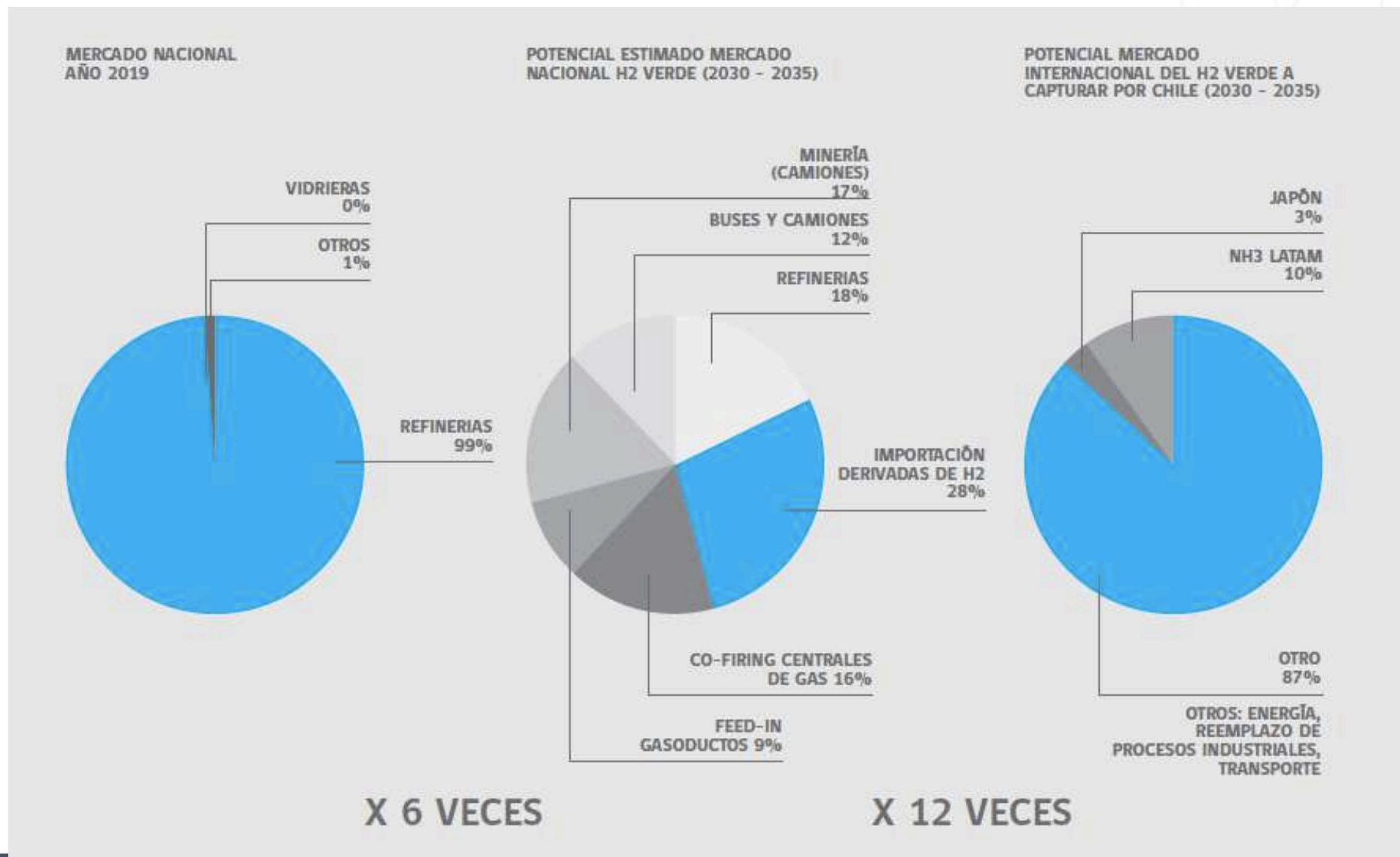
La iniciativa CertifHy de la UE define dos categorías:

- CertifHy **hidrógeno verde** generado desde energía renovable con 60% menos de emisiones del hidrógeno reformado del mercado “merchant”
- CertifHy **hidrógeno bajo en carbono** generado por energías no renovables cuyas emisiones sean 60% menos de las emisiones de hidrógeno reformado del mercado “merchant”

hidrógeno mercantil (“merchant”) se produce en un lugar y se vende a clientes mediante ductos, contenedores de tanques o camiones de cilindros;
hidrógeno cautivo (“captive”) se produce para el propio consumo en el mismo lugar de producción.
hidrógeno by-product, subproducto de procesos industriales como en la industria de celulosa, de sales, metanol y otros



Proyección del mercado nacional e internacional de hidrógeno





Proyección del mercado nacional e internacional de hidrógeno

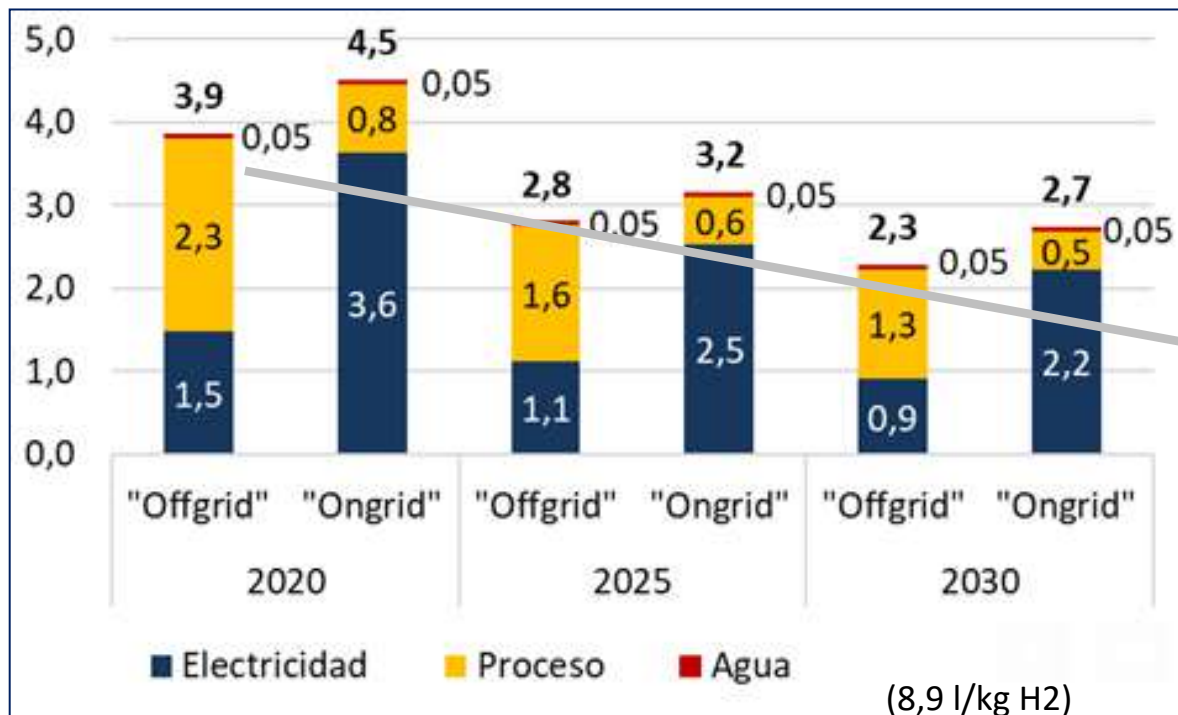
| 2019 | 2030 NACIONAL | 2030 INTERNACIONAL |
|---|---|---|
| 58.500 tH2/año 123 MMUSD/año 2019 ASUMIENDO COSTO DE 2,1 USD/kgH2 | 325.615 tH2/año 684 - 749 MMUSD/año AL 2030 (VALOR DE MERCADO PRODUCIDO) ASUMIENDO COSTO DE 2,1 - 2,3 USD/kgH2 | 3.850.000 tH2/año 8.081 - 8.851 MMUSD AL 2030 (VALOR DE MERCADO PRODUCIDO) ASUMIENDO COSTO DE 2,1 - 2,3 USD/kgH2 |
| INSTALACIÓN FV HOY: CERO (2,4 GWp EN SEN) | INSTALACIÓN CAPACIDAD FV ADICIONAL REQUERIDA: 7,1 GWp (4.700 MM USD ASUMIENDO CAPEX FV DE 657 USD/kWp) | INSTALACIÓN CAPACIDAD FV ADICIONAL: 84,4 GWp (55.000 MM USD ASUMIENDO CAPEX FV DE 657 USD/kWp)* |

* Comparación / dimensión con minería: cartera de proyectos con inversión de 65.747 millones de USD de 2018 hasta 2027
(Fuente: Ministerio de Minería)



Costos de producción de hidrógeno verde calculados para Chile

USD/kg

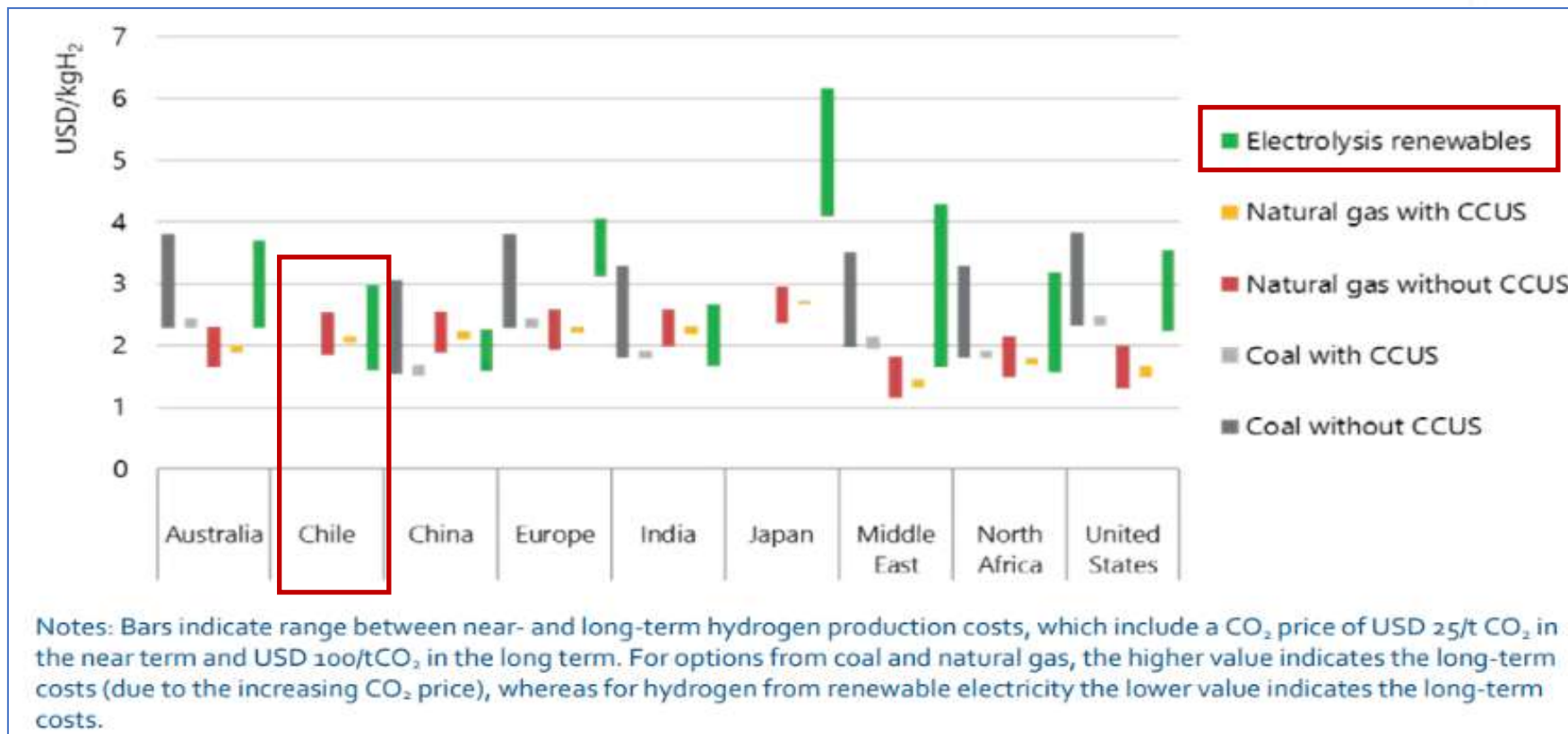


Se proyectan **reducciones del costo de producción** de hidrógeno verde significativas hasta 2030, tanto en caso de plantas de producción conectadas a la red y no-conectadas.

Fuente: Diagnóstico de consultoría, estimaciones conservadoras incluyendo costo de desalinización de agua.



Costos de producción de hidrógeno en comparación (en verde: producción mediante electrólisis con electricidad renovable)

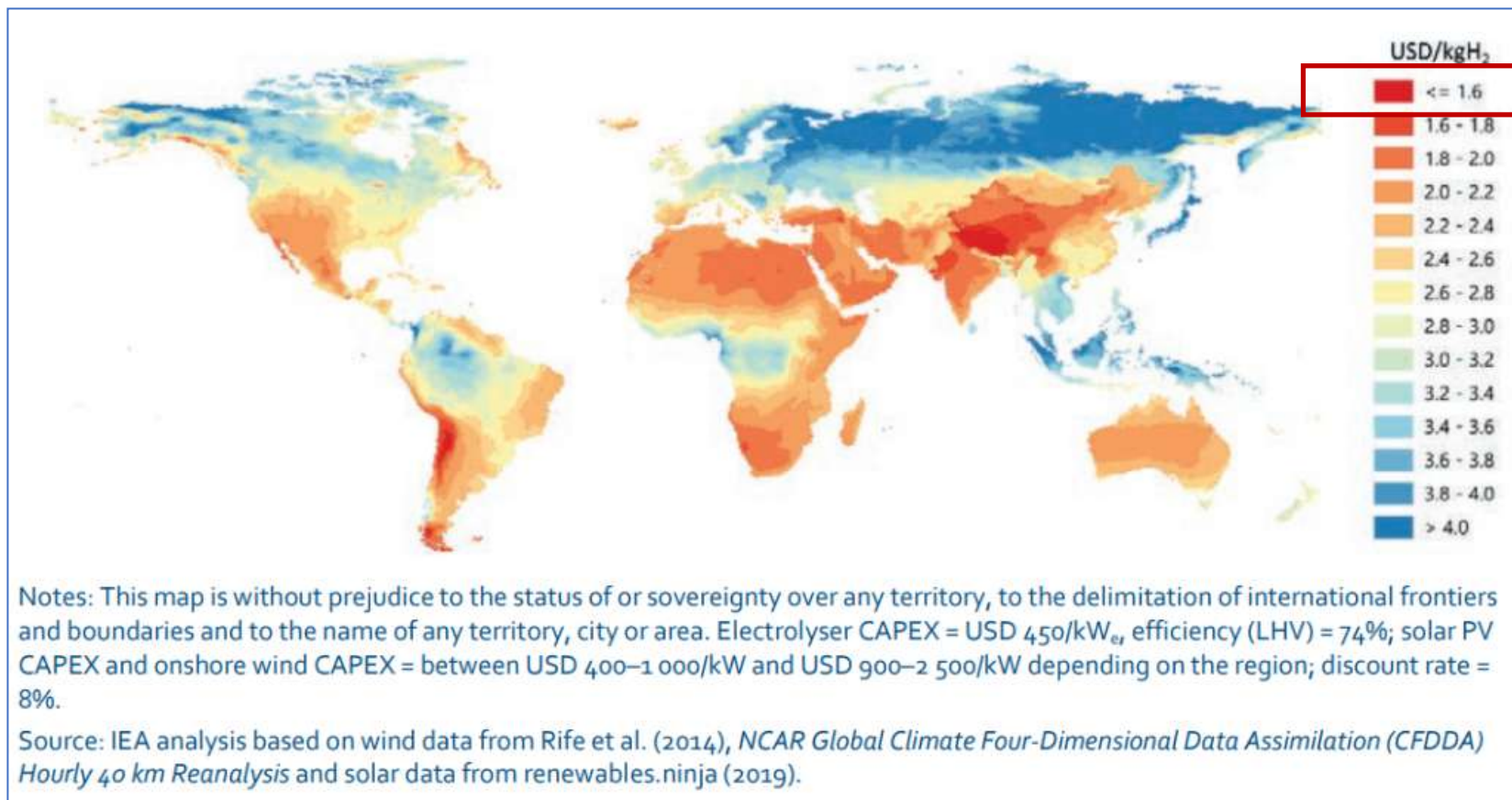


Fuente: IEA (2019).

- A mediano-largo plazo, **costos de producción de H2 verde** mediante electrólisis en **Chile** están entre **los más competitivos**
- Costos de producción de H2 verde **serán más bajos que métodos de producción basados en GN (con o sin CCS)**



Costos de hidrógeno producido en plantas híbridas de energía solar fotovoltaica y eólica a largo plazo



Fuente: IEA (2019).



Agencia Internacional de Energía: costo de producción de H₂ con simulaciones de planta híbrida FV-eólica

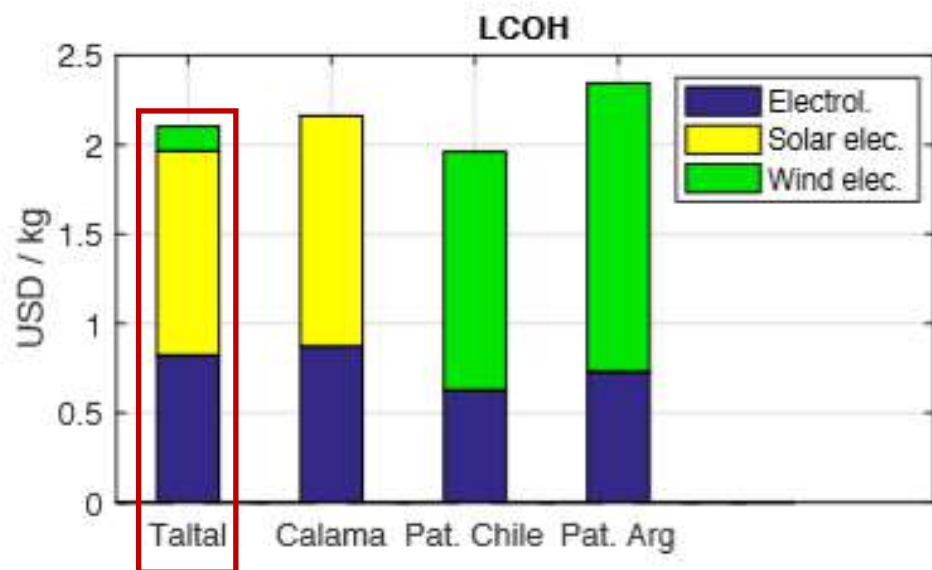


Fig. 9: Optimal LCOH for hybrid H₂ plants in our four locations. Each for the considered unit.

| | Taltal | Calama | Pat. Chile | Pat. Arg. |
|--|--------|--------|------------|-----------|
| Capacity factor solar (%) | 33.9 | 32.9 | 15.1 | 22.5 |
| Capacity factor wind (%) | 43.8 | 35.6 | 51.8 | 52.7 |
| LCOE solar (USD/MWh) | 25.9 | 26.7 | 58.4 | 48.4 |
| LCOE wind (USD/MWh) | 35.8 | 44.1 | 28 | 33.8 |
| Capacity solar a _s [*] | 1.21 | 1.27 | 0 | 0 |
| Capacity wind a _w [*] | 0.082 | 0 | 1.19 | 1.18 |
| Hybrid load CF [*] (%) | 44.3 | 41.4 | 61.5 | 62.2 |
| curt [*] (%) | 0.58 | 1.3 | 0.35 | 0.18 |
| hybridisation cost reduction (%) | 0.21 | 0 | 0 | 0 |
| LCOH [*] (USD/kg) | 2.1 | 2.16 | 1.96 | 2.35 |

Table 6: Summary of optimal parameters for hybrid H₂ plants

Propuesta Estrategia de H2 Verde





DRIVERS ¿Por qué actuar?

Hoy

Corto Plazo 2019 – 2021

Mediano Plazo 2022 – 2035

Largo Plazo 2036 - 2050

Aprovechar el potencial de ER

Posicionar a Chile en mercado de H2 verde

Adaptación y mitigación del Cambio climático

Independencia energética

Acceder a un mercado internacional de
productos verdes con trazabilidad

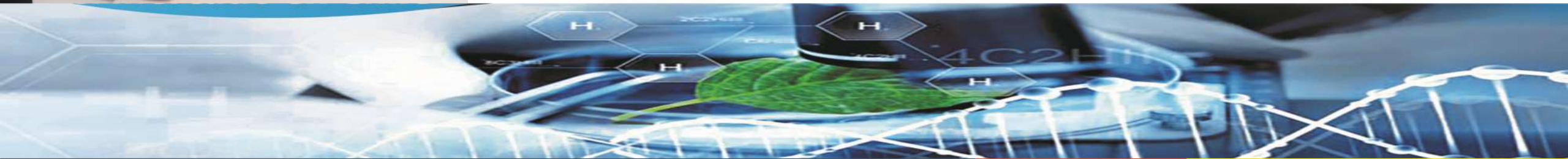
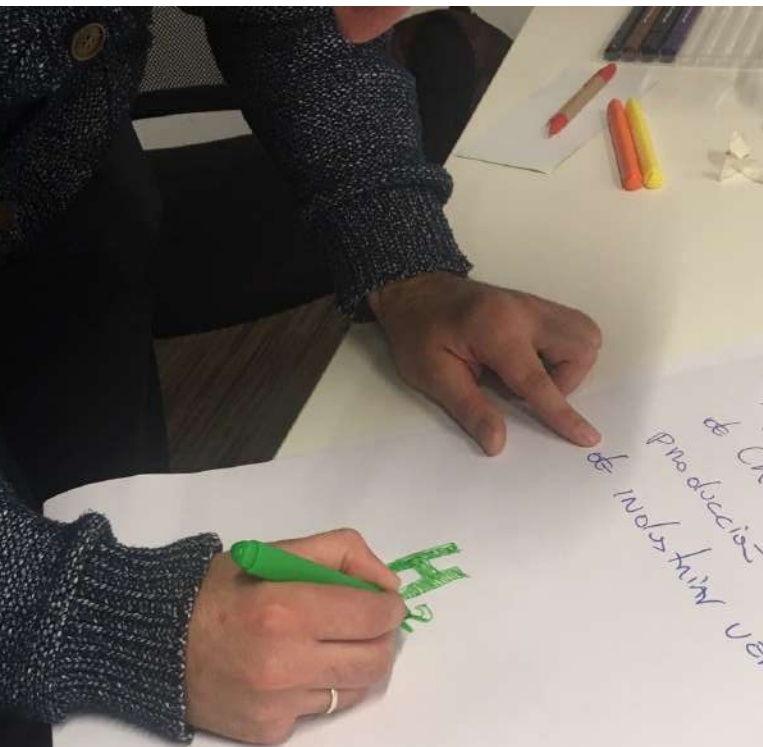
Bajo costo de energía

Diversificación económica a través de industrias verdes



VISIÓN NACIONAL

*“Ser líderes a nivel mundial en la **producción, uso y exportación** de hidrógeno verde y sus derivados, a través del **desarrollo tecnológico**, la **habilitación de un mercado competitivo** y utilizando el reconocido **potencial de energías renovables** del país, a fin de contribuir a alcanzar una **sociedad sostenible**”*



Ejes de acción





CADENA DE VALOR DE H2 VERDE

Ejes de acción



PRODUCCIÓN
(Electrólisis)



ALMACENAMIENTO

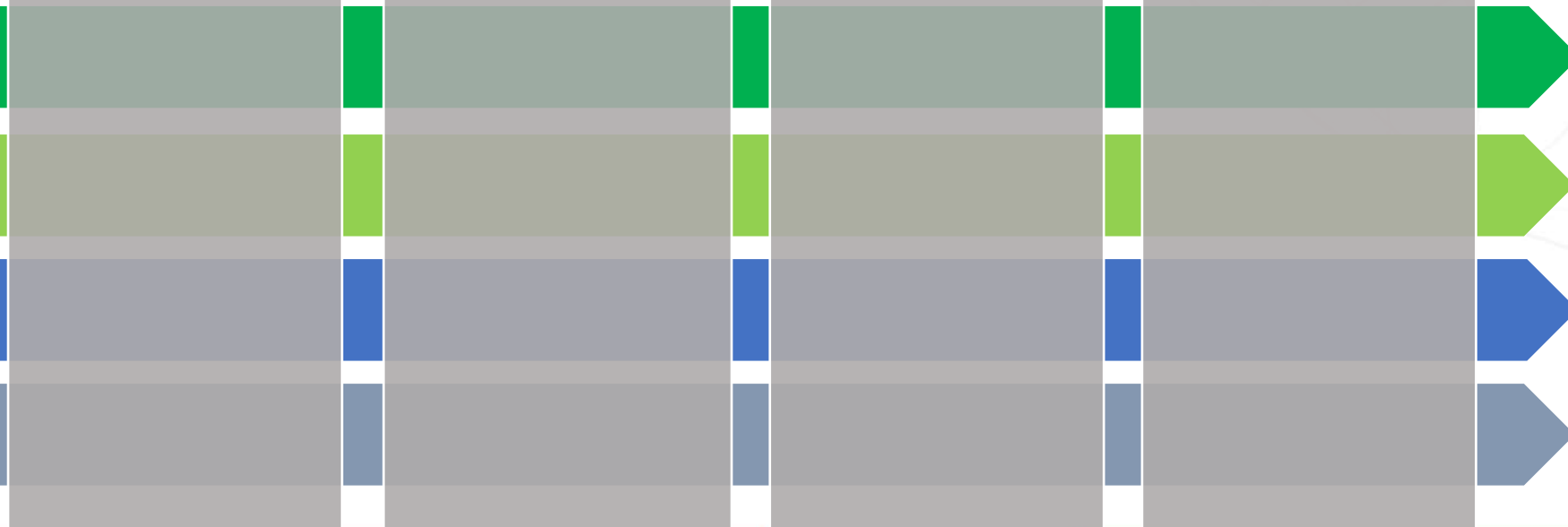


TRANSPORTE



USOS FINALES
(doméstico y exportación)

| |
|--|
| INSTITUCIONALIDAD, GOBERNANZA Y DIFUSIÓN |
| PROYECTOS DEMOSTRATIVOS / MARCO REGULATORIO |
| DESARROLLO DE CAPITAL HUMANO |
| FINANCIAMIENTO E INCENTIVOS |





EJES DE ACCIÓN responden a los desafíos



INSTITUCIONALIDAD, GOBERNANZA Y DIFUSIÓN

*Articular nuevos
proyectos y difundir
conocimiento para el
desarrollo del
mercado*



PROYECTOS DEMOSTRATIVOS e I+D+i /MARCO REGULATORIO

*Poner el Hidrógeno
verde en la práctica,
mediante desarrollo
y demostración en
marco regulatorio*



DESARROLLO DE CAPITAL HUMANO

*Preparar a los
técnicos y
profesionales para el
mercado del H2
verde*

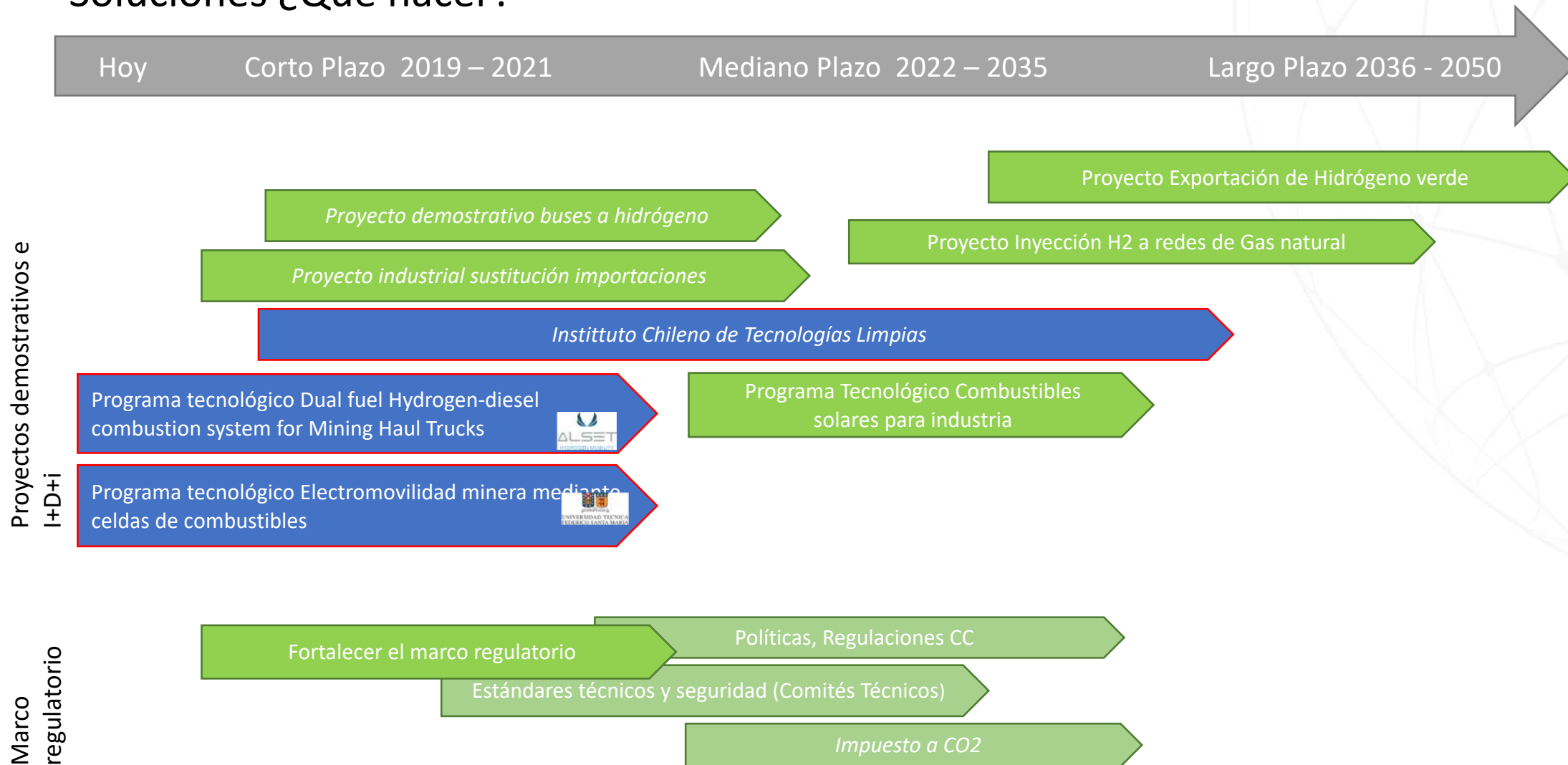


FINANCIAMIENTO E INCENTIVOS

*Generar condiciones
habilitantes para el
desarrollo del
mercado*

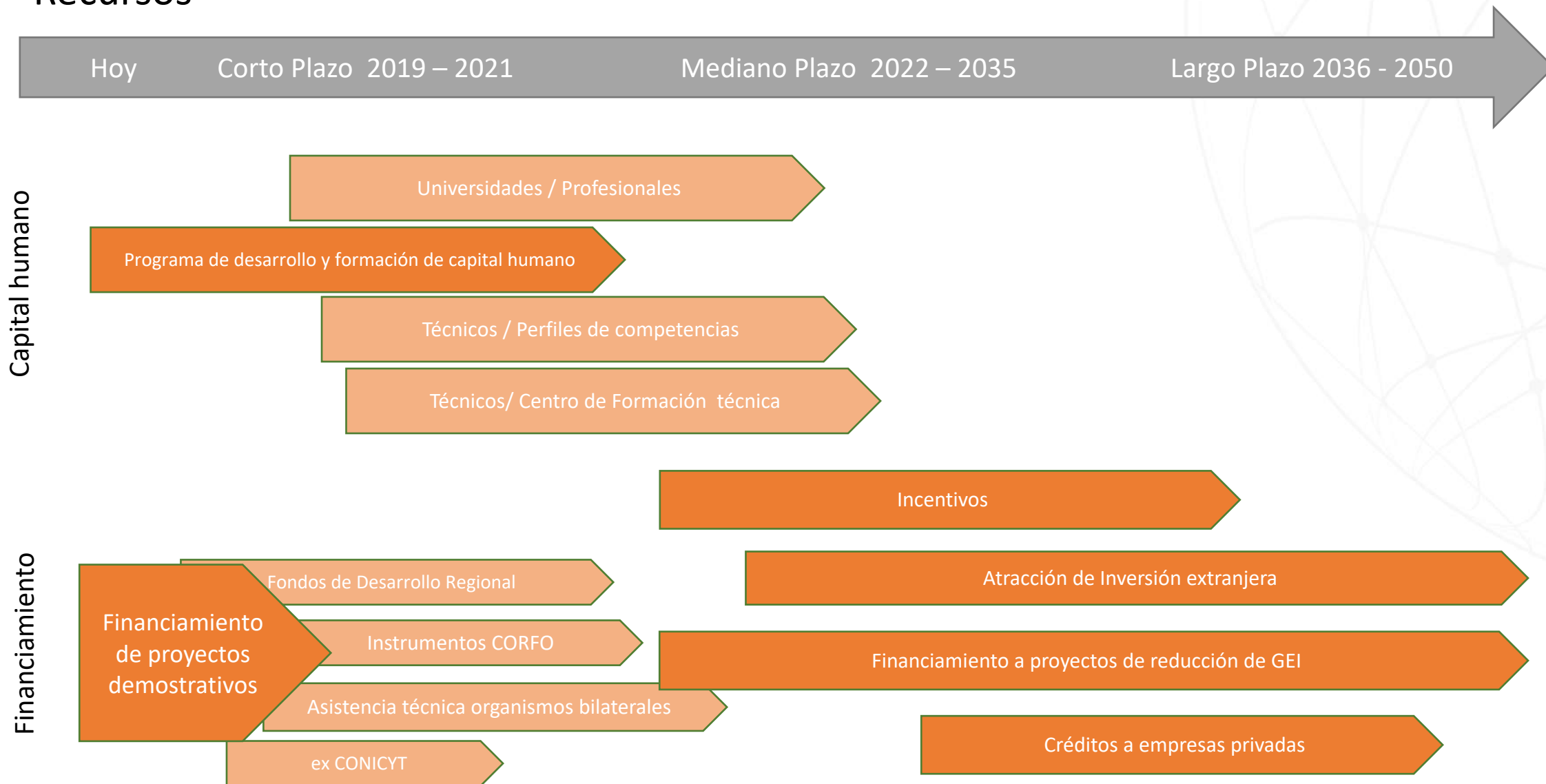


Soluciones ¿Qué hacer?



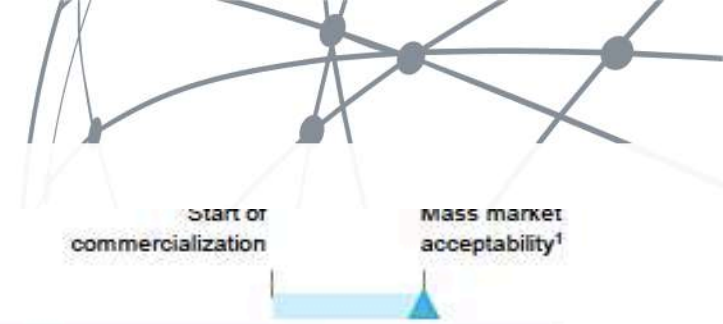


Recursos

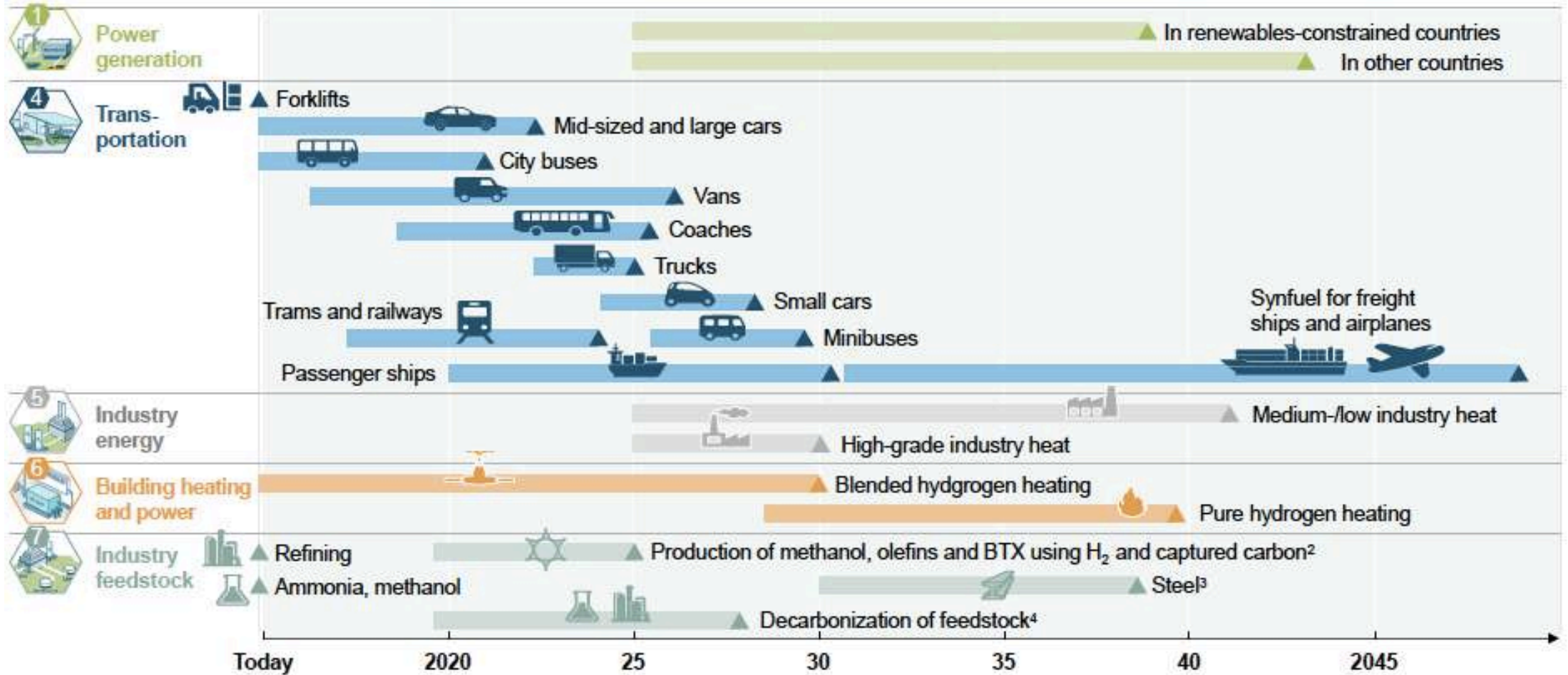


Avances de proyectos





Avances tecnologías en usos finales



¹ Mass market acceptability defined as sales >1% within segment in priority markets

³ DRI with green H₂, iron reduction in blast furnaces and other low-carbon steel making processes using H₂

SOURCE: Hydrogen Council

² Market share refers to the amount of production that uses hydrogen and captured carbon to replace feedstock

⁴ Market share refers to the amount of feedstock that is produced from low-carbon sources

Desarrollos I+D nacionales



COMBUSTIÓN DUAL HIDRÓGENO-DIÉSEL PARA CAMIONES DE EXTRACCIÓN MINEROS



CELDA DE COMBUSTIBLES PARA FLOTAS MINERAS, ÉNFASIS EN MINERÍA SUBTERRÁNEA

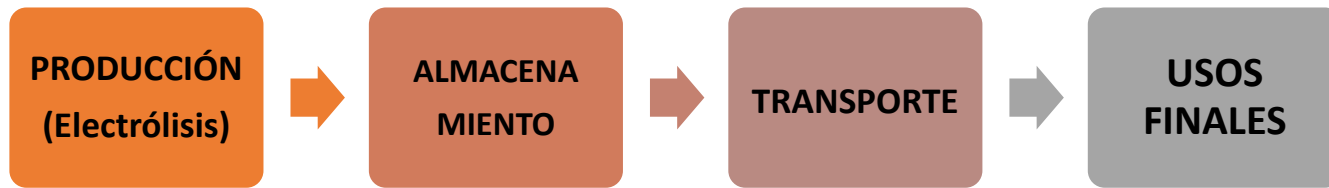


INICIO EJECUCION: SEP 2018
TIEMPO EJECUCION: 2018-2022
MONTO: 20 millones USD
(5,8 millones USD CORFO)

INICIO EJECUCION: SEP 2018
TIEMPO EJECUCION: 2018-2022
MONTO: 2,2 millones USD
(1,1 millones USD CORFO)



Proyectos nacionales de escala industrial



Movilidad



Transporte
personas minería



CAEX motores duales
H2/Diesel



Celdas de combustible minería
subterránea

Combustibles



Calor industrial



Logística



Acero, cemento,
amoníaco, etileno

Almacenamiento y mezcla GN/h2



Respaldo zonas aisladas



Generación electricidad
c/H2



Mezcla con GN en redes

Productos químicos materia prima



Explosivos



Nitrato de Amonia para
fertilizantes



Alimentos
hidrogenados

Muchas Gracias por su atención !!!!



COMITÉ SOLAR
E INNOVACIÓN ENERGÉTICA

CORFO 

