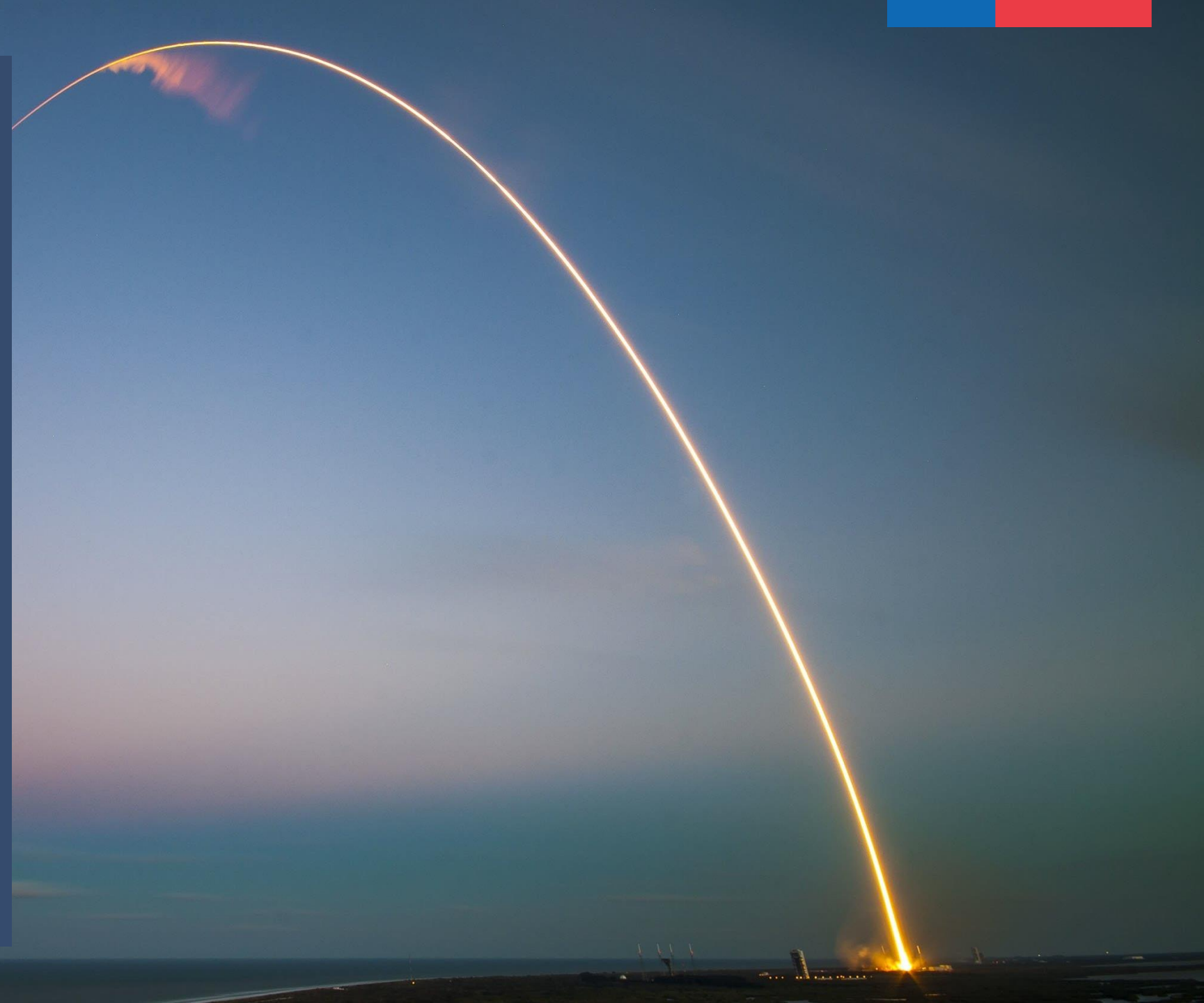




Estrategia Nacional
Hidrógeno Verde

Ministerio de Energía
9.Septiembre.2020





Agenda

1. Sobre el hidrógeno

2. Potencial de desarrollo del hidrógeno verde

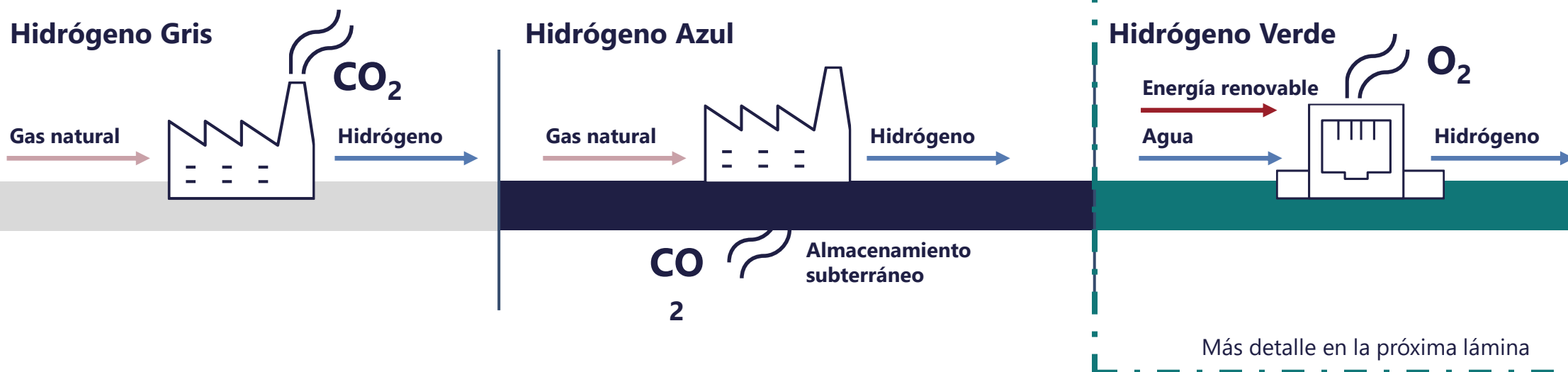
3. ¿Por qué Chile?

4. ¿Qué estamos haciendo?

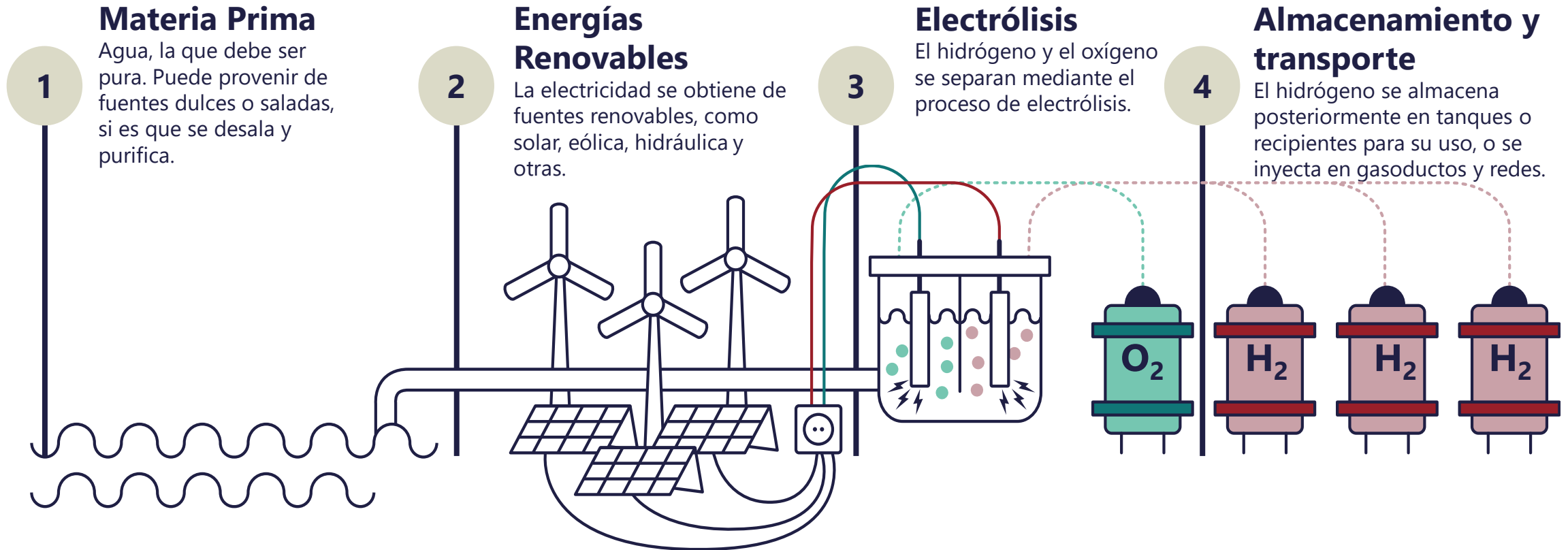
¿Qué es el hidrógeno?



- El hidrógeno es un gas (en condiciones ambientes) combustible y ligero.
- El hidrógeno se puede obtener a partir de combustibles fósiles (llamado hidrógeno gris o azul) o de fuentes renovables (hidrógeno verde).
- La molécula de H₂ tiene alta densidad energética por unidad de masa (3 veces más que la gasolina y 120 veces más que las baterías de litio).

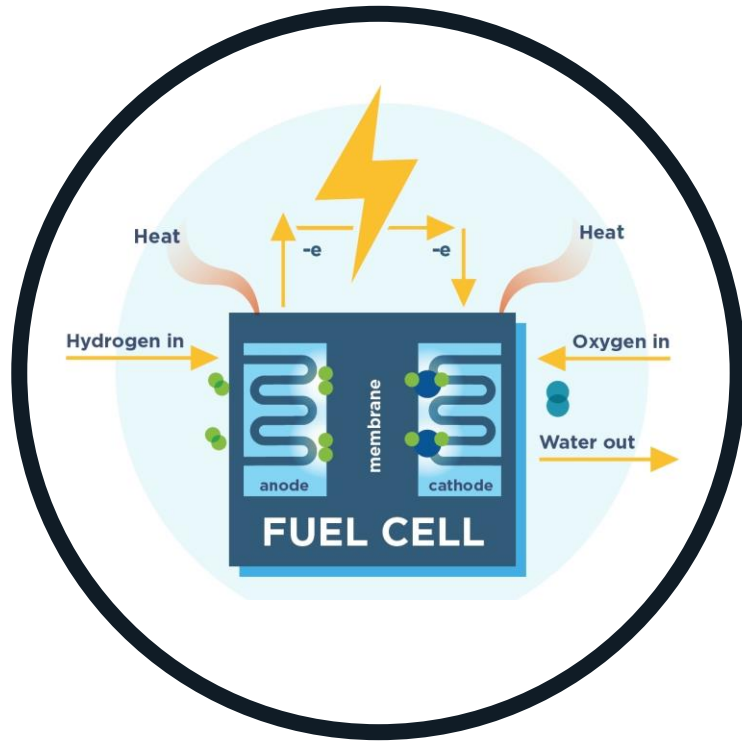


¿Cómo se produce el H₂ verde?

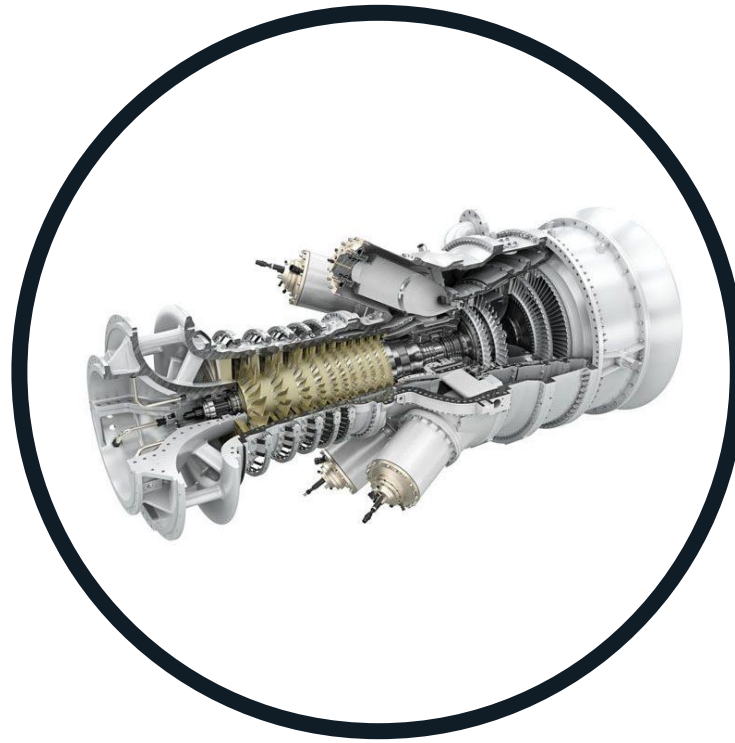


Fuente: ECN.

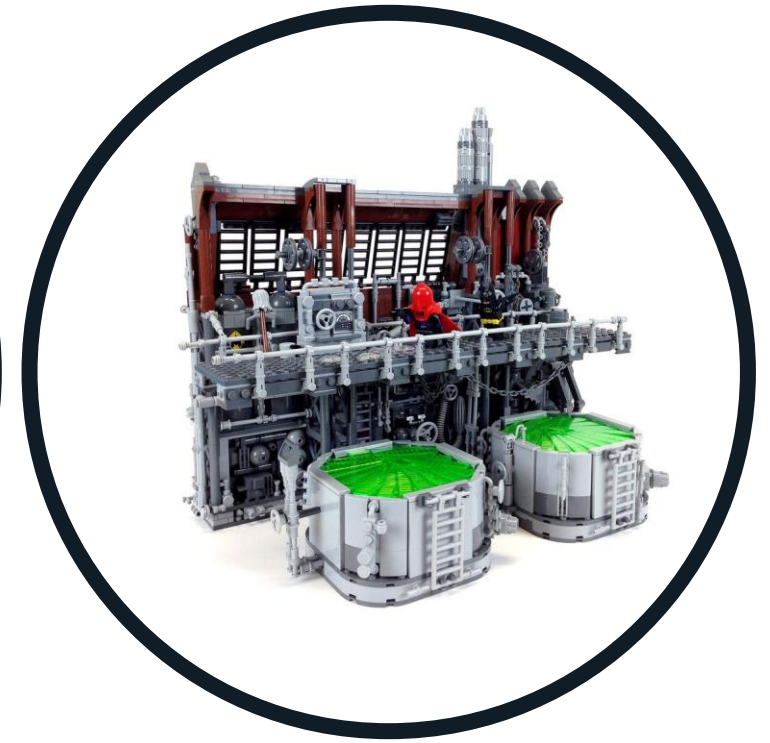
¿Para qué se utiliza el H₂ verde?



Electricidad
directa



Calor



Materia prima



Agenda

1. Sobre el hidrógeno
2. Potencial de desarrollo del hidrógeno verde
3. ¿Por qué Chile?
4. ¿Qué estamos haciendo?

El desarrollo del hidrógeno verde se está acelerando

(Fuente: McKinsey & Co)



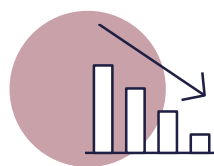
Limitaciones a las emisiones de carbono

185

Países ratificaron el acuerdo de París

0

Emisiones netas se necesitan al 2050 para limitar el calentamiento global a 1.5°.



Reducción de costos de ER* y electrólisis

-80%

Disminución de costos de energía solar desde 2010.

7,5-15 GW

Capacidad de electrólisis anunciada, objetivo de 2x40 GW en Europa al 2030.



Estrategias internacionales de incentivo

7 millones

Autos con celdas de hidrógeno al 2030 en China, Japón, EEUU y Corea.

8.500

Estaciones de carga de hidrógeno al 2030 en China, Japón, EEUU y Corea.

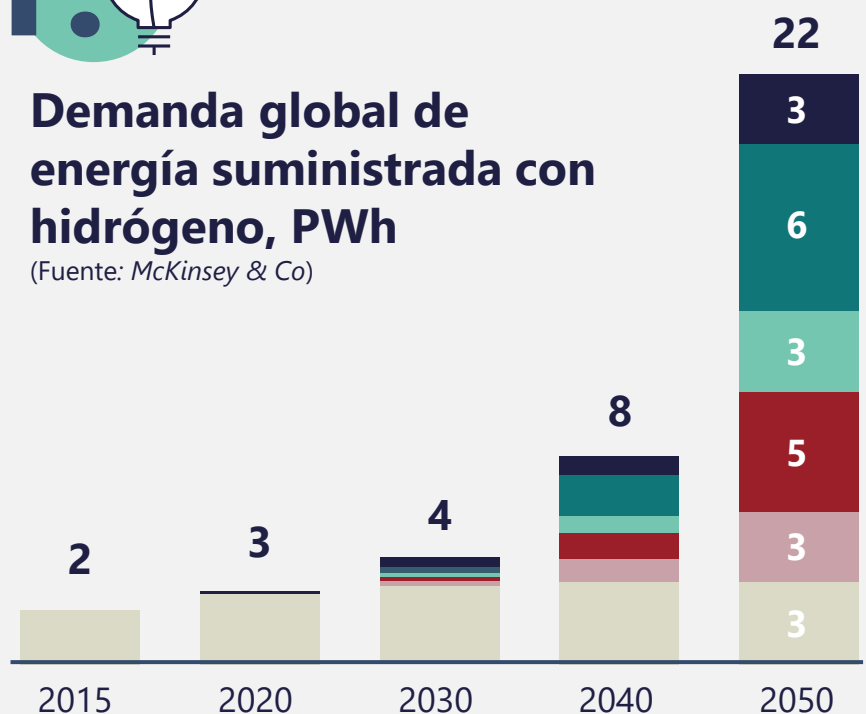
(*) ER: Energía Renovable

En un mundo descarbonizado, la demanda de hidrógeno podría crecer hasta 10 veces



Demanda global de energía suministrada con hidrógeno, PWh

(Fuente: McKinsey & Co)



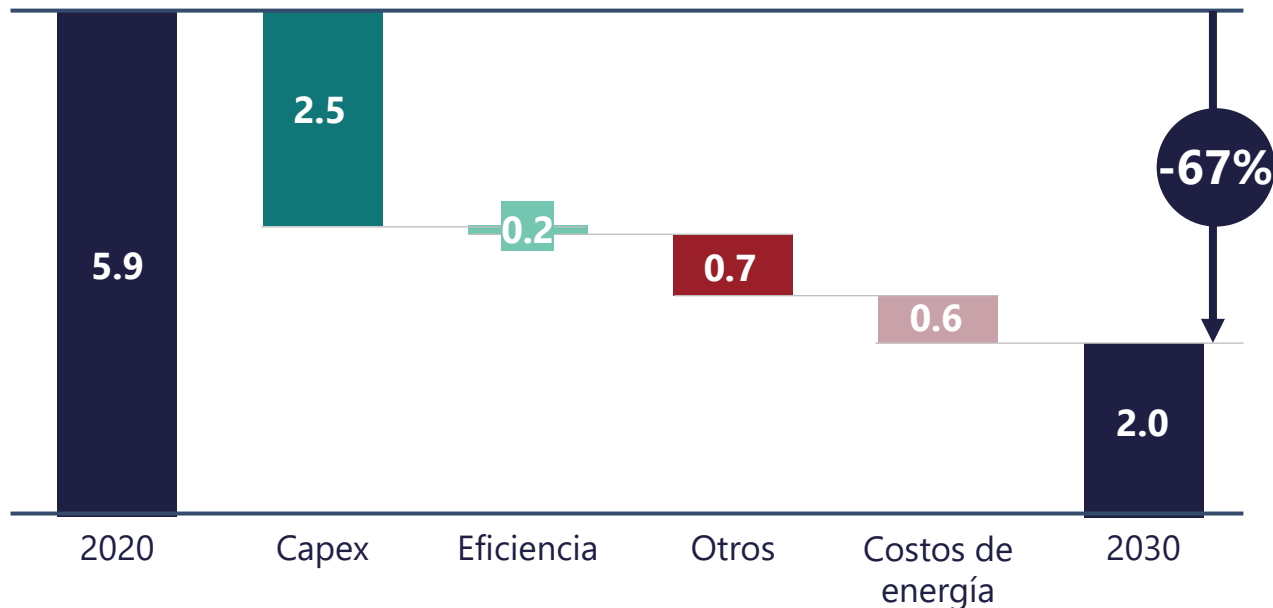
“Si todo esto llega a pasar, entonces el hidrógeno se volvería un factor dominante en la vida del humano, tal como lo son hoy los hidrocarburos.”

The Economist

El costo del hidrógeno verde puede caer 2/3 al 2030, por reducción en capex

Reducción de costos para H₂ con electrólisis conectada directo a planta solar o eólica en Chile

(Fuente: McKinsey & Co)



CAPEX decrece 76% para electrolizadores, por escalamiento, curva de aprendizaje y mejoras técnicas.

Se incrementa tamaño eficiente de 2 MW a 80-90 MW.

Factor de planta de 28% para generación.

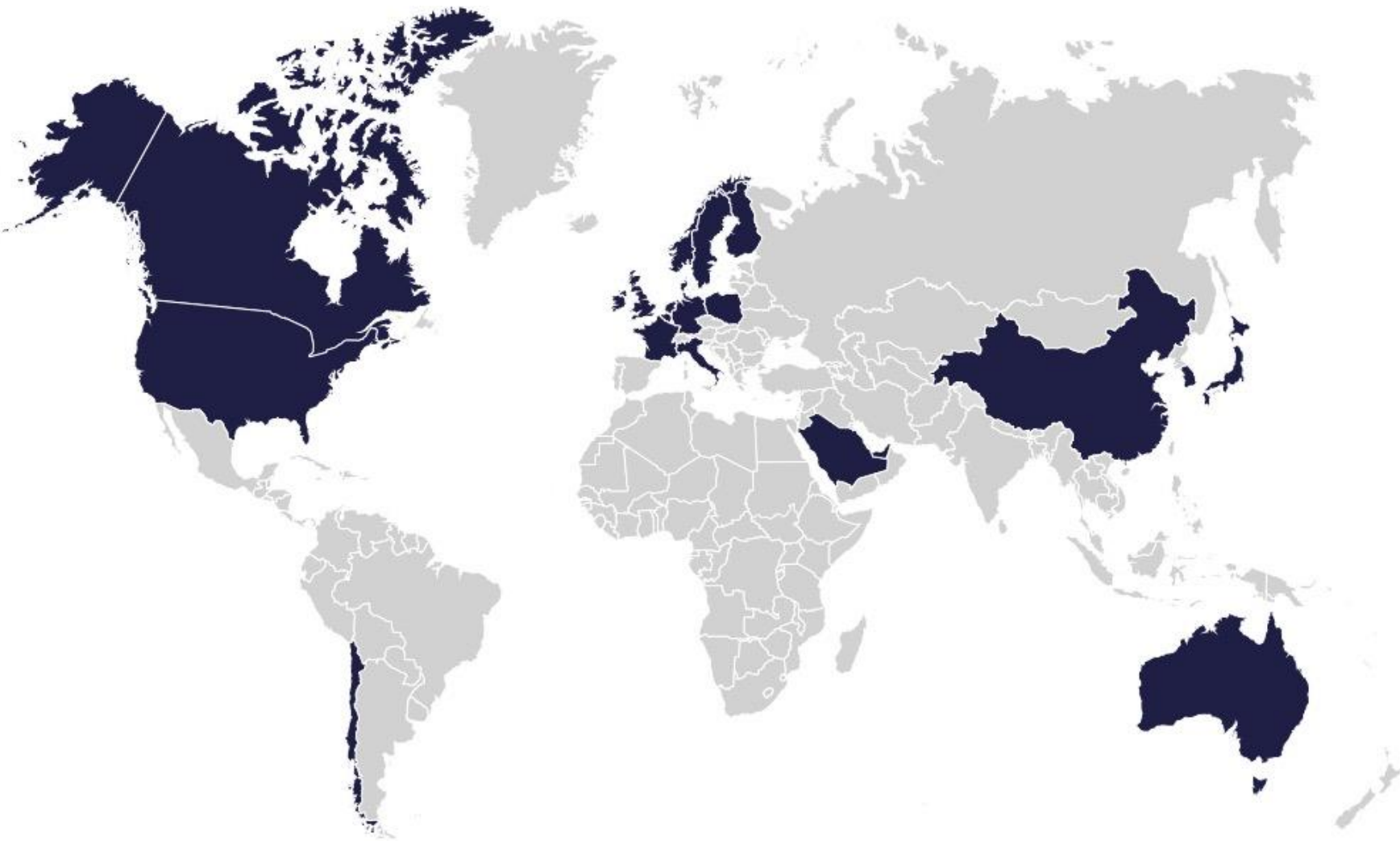
Mejora de **eficiencia** de 64% a 70% en 2030 resulta en menor consumo eléctrico y menor capacidad requerida.

Costos de **O&M** se reducen siguiendo costos de equipamiento y aprendizaje para operar.

Costo de la **energía solar FV** cae de 31 a 19 USD/MWh asume conexión directa a producción de H₂. Sin costo transmisión.

3.

Más del 70% del PIB global tiene hojas de ruta o estrategias nacionales de hidrógeno





Agenda

1. Sobre el hidrógeno
2. Potencial de desarrollo del hidrógeno verde
3. ¿Por qué Chile?
4. ¿Qué estamos haciendo?

Por su enorme riqueza de recursos renovables



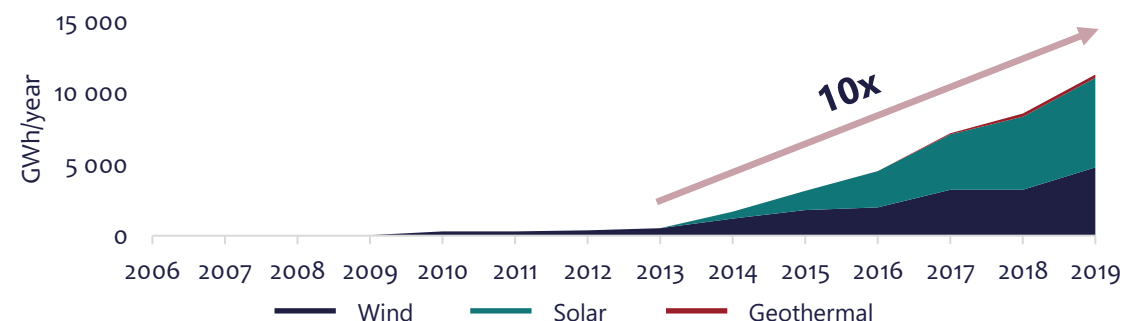
Potencial de 160 Mton de producción de H₂

Reducción en costos y potencial en energías renovables permitirán que Chile sea uno de los productores de hidrógeno a menor costo

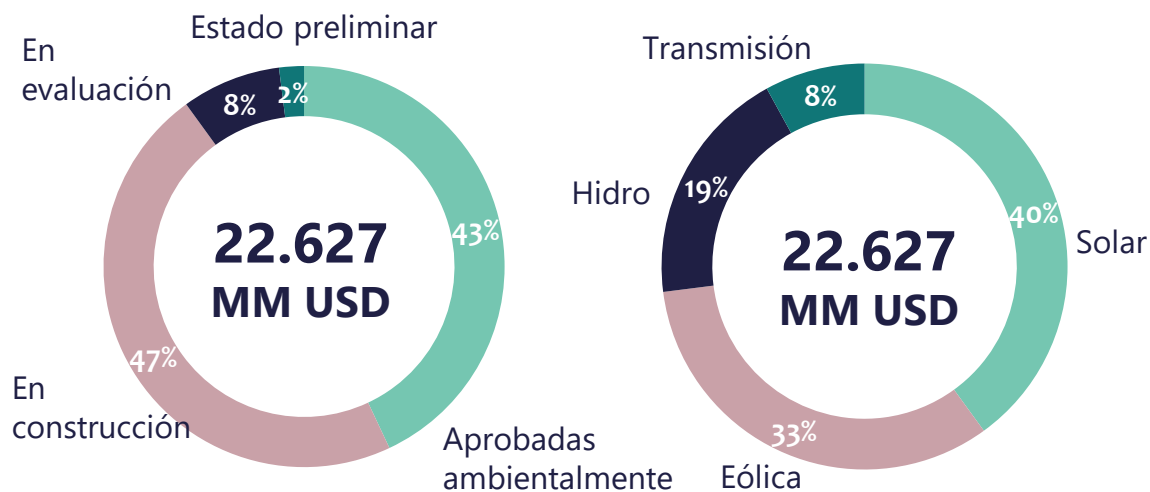
70 veces

Potencial renovable de Chile v/s capacidad instalada de electricidad

Generación solar y eólica alcanzaron el 14% del total durante el 2019

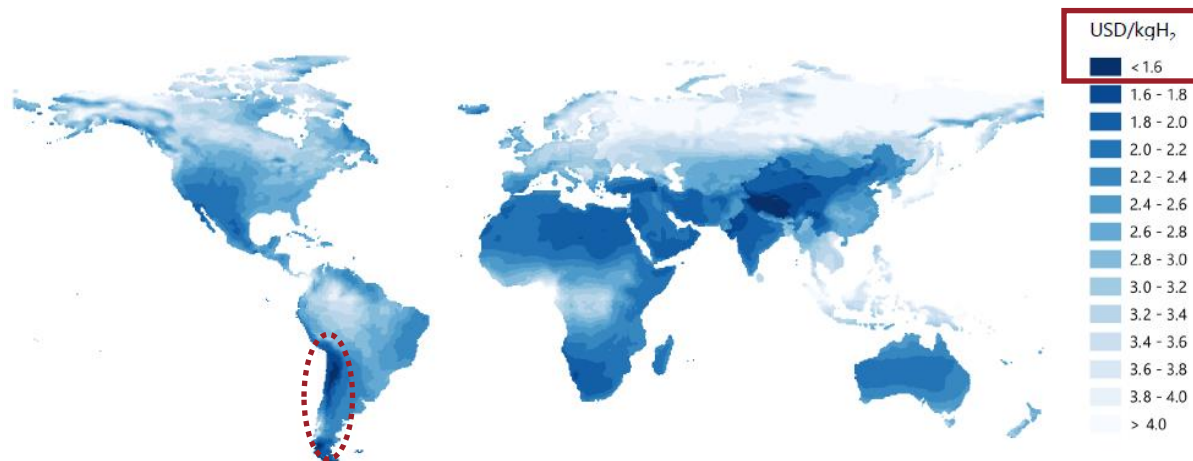


Más de 20.000 MM USD de proyectos de inversión renovables



Costo estimado de producción de H₂ verde en el largo plazo

(Fuente: IEA, *The Future of Hydrogen*, 2019)



El hidrógeno verde chileno podría ser competitivo vs el hidrógeno gris al 2030

Costo de producción de hidrógeno(*)

(Fuente: McKinsey & Co)

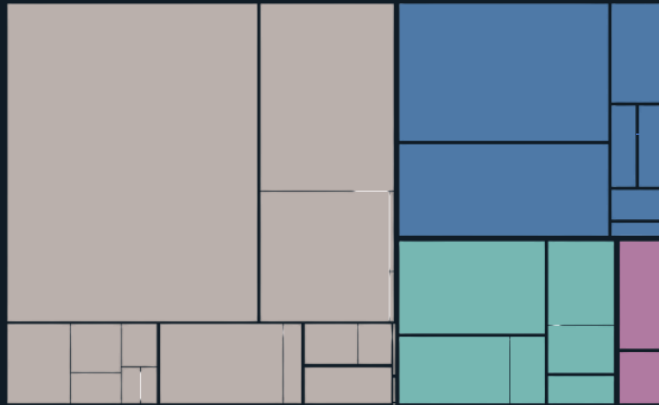


(*) Supuestos:

1. 7% WACC
2. Eólico con 24% factor de planta y LCOE cayendo desde 59 USD/MWh en 2020 a 46 USD/MWh en 2050.
3. Basado en steam methane reforming (SMR) y precios de gas natural crecientes desde 8.13 USD/Mmbtu en 2020 a 11.22 USD/Mmbtu en 2050.
4. Basado en solar PV con 28% de factor de planta y LCOE decreciente desde 31 USD/MWh en 2020 a 12 USD/MWh en 2050.

El hidrógeno verde será clave para descarbonizar sectores difíciles de abatir en Chile

Inventario de Gases de Efecto Invernadero de Chile (2018)



Aplicaciones en que el hidrógeno competirá con el gas natural y la electricidad directa

14% Uso de gas en redes, industrias y generación eléctrica

Aplicaciones en que el hidrógeno se proyecta como la solución baja en carbono más competitiva

11% Camiones de carga pesada y buses

8% Usos motrices en minería

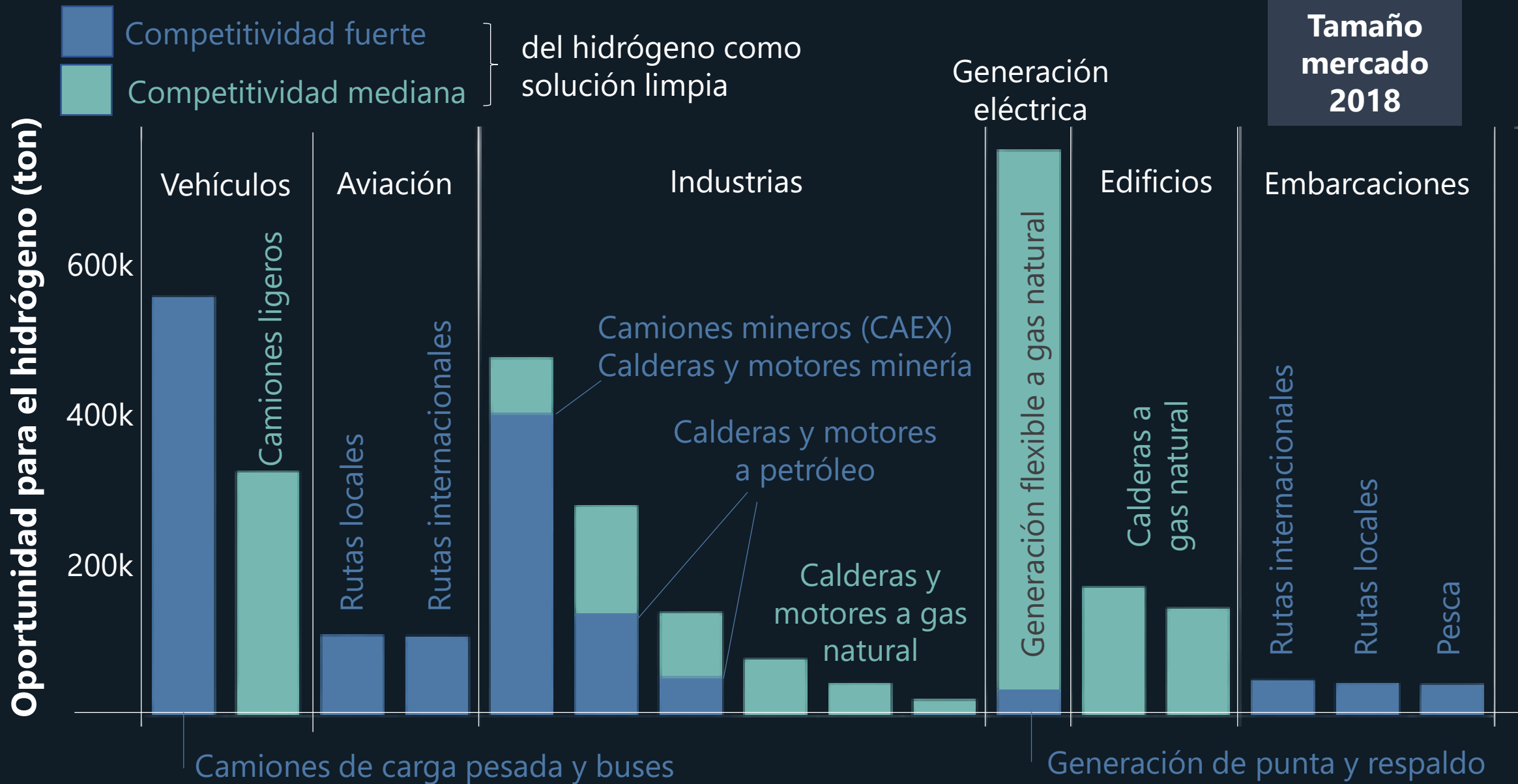
2% Aviación de ruta local

2% Embarcaciones de ruta local

<1% Generación eléctrica de punta

<1% Producción de metanol

Acción climática abriría un mercado de 3+Mton H₂/año en Chile



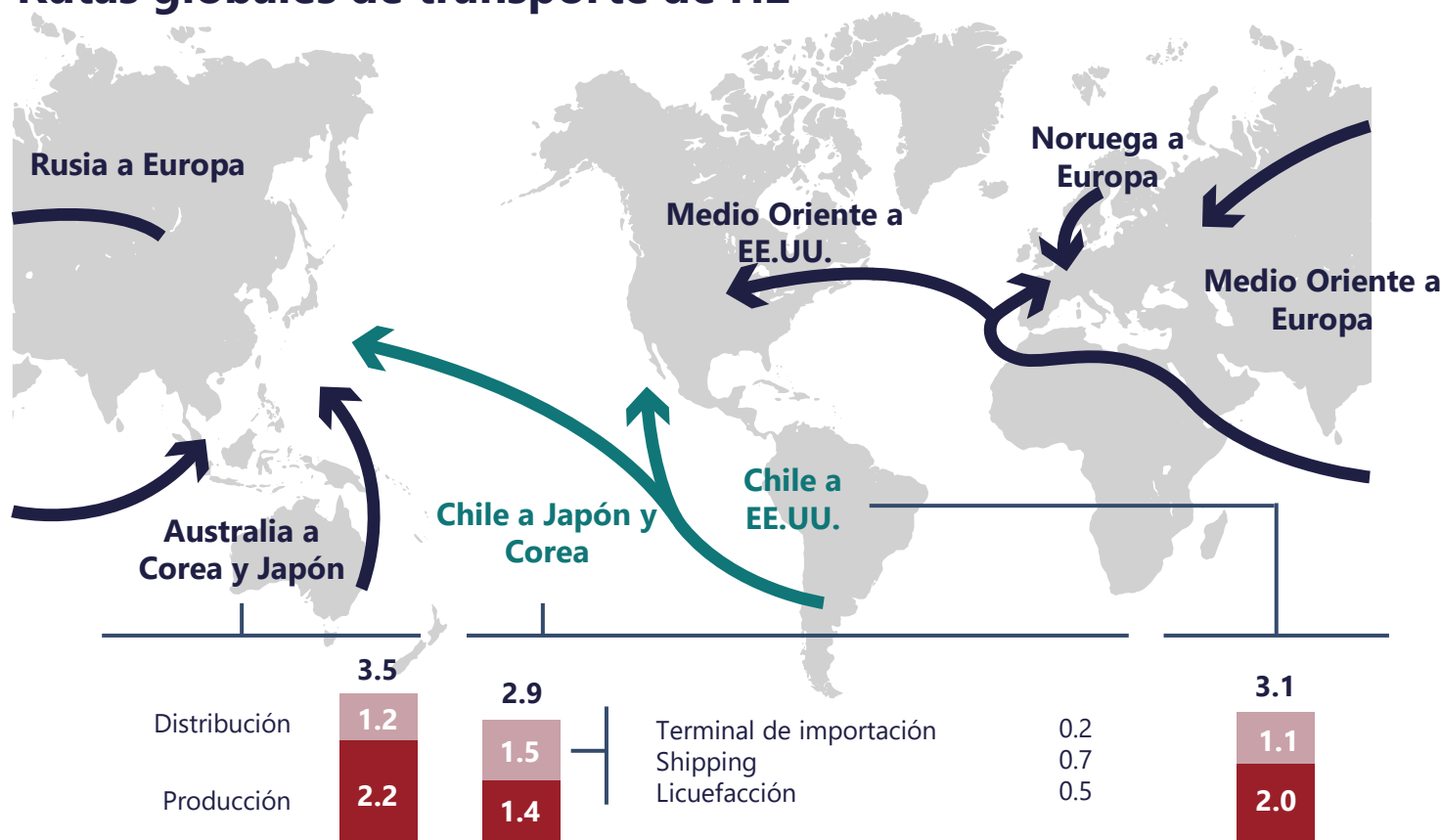
Estimaciones Ministerio de Energía en base a Balance Nacional de Energía 2018.
 Considera recambio 1:1 de hidrógeno por gas natural y 1:2 de hidrógeno por derivados de petróleo.

La exportación de Chile a la región APAC y más allá sería competitiva

Costo de H₂ líquido en el puerto de destino

(Fuente: McKinsey & Co)

Rutas globales de transporte de H₂



Vectores de transporte de Hidrógeno

- LH₂** Para distribución
Requiere desarrollo tecnológico
- CH₃** Distancias medias
Uso de infraestructura existente
- NH₃** Para usos finales de amoníaco
Uso de infraestructura existente
- LOHC** Une hidrógeno con líquidos
Requiere uso adicional de energía
- LH₂ CO₂** H₂ reformado en país de destino
CO₂ retorna vía shipping

Chile puede proveer parte significativa del hidrógeno verde del mundo, pero debe coordinar a los actores de la cadena de valor





Agenda

1. Sobre el hidrógeno
2. Potencial de desarrollo del hidrógeno verde
3. ¿Por qué Chile?
4. ¿Qué estamos haciendo?

Promoviendo una nueva economía para Chile

Trabajo de MinEnergía coordinado con otros actores en torno a 4 áreas



**Estrategia
Nacional de
Hidrógeno Verde**



**Estudios y
normativa**



**Apoyo a proyectos
tempranos**



**Cooperación
internacional**

1

Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde

**La ambición de establecer una política de
largo plazo para crear una nueva industria
de beneficio para el país**



1

Definiciones que busca establecer

¿Dónde están las mayores oportunidades?

¿Qué metas nos queremos plantear como país?

¿Qué tipo de producción queremos promover?

¿Qué aplicaciones queremos promover?

¿Cuál es el rol de la investigación y desarrollo?

¿Cómo avanzamos hacia nuestros objetivos?

Borrador en trabajo



1

Estrategia nacional de hidrógeno verde

Trabajo interministerial para desarrollar 4 ejes de trabajo en plan de acción a 3 años



Transferencia de conocimiento e innovación

2 lineamientos
7 acciones



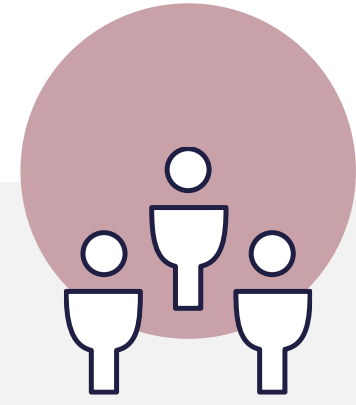
Fomento a la producción, uso y exportación

4 lineamientos
16 acciones



Regulación y normativa

3 lineamientos
12 acciones



Desarrollo social y territorial

3 lineamientos
9 acciones

1

Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde

Una ruta participativa para dictar el rol del Estado



Mar

Abr

May

Jun

Jul

Ago

Sep

Oct

Nov

Comité Interministerial

Servicios y gabinetes de:

M. de Ciencia

M. de Energía

M. de Minería

M. de Economía

M. de Transporte

M. de Medio Ambiente

M. de Relaciones Exteriores

Y participación experta de GIZ

Mesas técnicas

Instancia para **escuchar** a empresas, universidades y asociaciones

Talleres soc. civil

Instancia para **escuchar** a ONGs y grupos de interés locales

03.11 Summit H₂

Evento digital de alto perfil organizado por GIZ, Corfo y MEN.



Consejo Asesor

Guía estratégica

Consulta pública

1

Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde

Una ruta participativa para dictar el rol del Estado



Mesas técnicas

Instancia para escuchar a empresas, universidades y asociaciones

- 66 organizaciones
- 4 sesiones
- 41 brechas identificadas
- 700 acciones propuestas



Talleres soc. civil

Instancia para escuchar a ONGs y grupos de interés locales

- 30 ONGs
- 30 Asociaciones ciudadanas
- 1 Capacitación ciudadana H₂
- Comentarios en análisis



1

Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde

Una ruta participativa para dictar el rol del Estado



Consejo Asesor
Guía estratégica



03.11
Summit H₂
Evento digital de alto perfil.



- Apertura por el Presidente de la República
- Panel Ministerial **Chile, Europa, Asia**
- Paneles alto nivel **Autoridades multilaterales, CEOs empresas**
- Feria tecnológica
- Rondas de negocios



1 Cronograma de desarrollo

Últimos pasos para una Estrategia de H₂ para Chile



Agosto

Septiembre

Octubre

Noviembre

Diciembre

Finalizar estudios

- **Empleos** y encadenamiento industrial (GIZ)
- Tramitación de proyectos e impactos **ambientales** (GIZ)
- Mercados de **carbón**

Análisis interno

- Incorporar input de procesos participativos.
- Tomar definiciones faltantes.



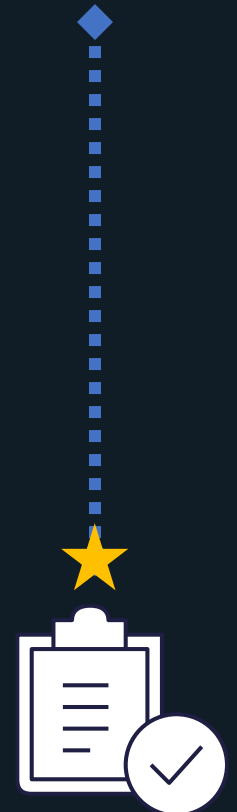
03-04.11: Summit H₂
Oportunidad para difundir propuesta de Estrategia.

Gestionar asesorías clave

- Secuencia óptima y condiciones para impulsar industria.
- Impactos macroeconómicos y cuantificación de beneficio.

Publicación e inicio de consulta pública

Versión final





CHILE 2020
GREEN HYDROGEN SUMMIT

November, 3th - 4th

CHILE 2020 GREEN HYDROGEN SUMMIT

3RD INTERNATIONAL CONFERENCE & NETWORKING

The most important online event about Green Hydrogen in Latin America

ORGANIZERS:



COMITÉ SOLAR
E INNOVACIÓN ENERGÉTICA



giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



SPONSORS:



2 Estudios y normativa

Levantando antecedentes para disminuir barreras y habilitar oportunidades

Seguridad



Mercado



Ambiental



2 Plan de desarrollo regulatorio en 3 etapas

1. Definiciones e información clave (2020)

Manual de presentación de Proyectos Especiales a la SEC

Facilitará desarrollo de proyectos mientras no exista regulación

Definir al H₂ como energético en DL 2.224/1978 y D.F.L.1/1979, mediante Proyecto de Ley de Eficiencia Energética

a) Define al H₂ como un energético y queda en la jurisdicción de M. Energía

b) Incluye al H₂ en las sustancias reguladas como combustibles

2. Desarrollar y publicar Decretos habilitantes (2020-2023)



Reglamento general de instalaciones de H₂



Especificaciones de calidad del H₂



Reglamento de EESS multicomcombustibles



M. Transporte

Reglamento de requisitos técnicos, constructivos y de seg. para los vehículos a H₂G

3. Desarrollar y publicar otros Decretos habilitantes (2024-)

2 Estudios y trabajo futuro

Mercado



Empleos y encadenamiento industrial (GIZ, en ejecución)



Incentivos adecuados para promover una industria (MEN, comenzando)



Beneficios sociales e impactos **macroeconómicos** (BID-MEN, comenzando)

Medioambiente



Mercados de carbono internacionales e H₂ (MEN, en ejecución)



Permisos e impactos ambientales y sectoriales (GIZ, en ejecución)

3

Apoyo a proyectos tempranos

Articulación de actores para fomento de una nueva industria energética

Concurso junto a AGCID y CORFO

- Cofinanciamiento de estudios de preinversión

Cooperación técnica BID

- Estudios de prefactibilidad (exportación + ENAP)
- Plataformas de capacitación y difusión
- Apoyo a desarrollo de regulación técnica

Coordinación con otros servicios públicos

- SEC / CNE
- MTT / 3CV
- MMA / SEA

Promoción de la inversión

- Apoyo técnico y promoción de emprendimientos nacionales
- Rondas de promoción con inversionistas extranjeros
- Articulación público-privada y privado-privada

Algunas iniciativas privadas en desarrollo

Consorcio CORFO para uso de celdas de combustible en minería



Alianza academia-industria para el desarrollo del H2 verde



Uso de H2 en grúas horquilla

Consorcio CORFO para co-combustión de H2 en camiones mineros



Producción de metanol verde para exportación



Proyecto Engie-ENAEX de amoníaco verde



Producción de metano sintético para inyección en red de gas



Buses para el transporte de personal



Iniciativas privadas requieren confidencialidad.

4

Colaboración Internacional



MISSION INNOVATION
accelerating the clean energy revolution

BEYOND 2020
Challenges and opportunities

Co-líder misión de hidrógeno



giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

HYDROGEN INITIATIVE
AN INITIATIVE OF THE CLEAN ENERGY MINISTERIAL





Ministerio de
Energía

Gobierno de Chile

Estrategia Nacional **Hidrógeno Verde**

Ministerio de Energía
9.Septiembre.2020



Aplicaciones en evolución

Hoy: principalmente materia prima

Refinación



Químicos



Nuevos: energía + materia prima



Transporte

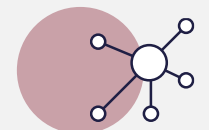
Tren, buses, ferry, camiones, barcos, aviones.



Calor y potencia para edificios



Calor y potencia para industria



Materia prima para industria

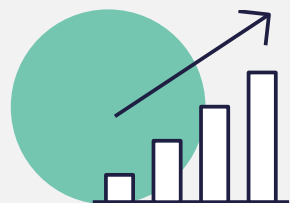
Amoníaco, metanol, acero.

70 Mton anuales



¿X.000? Mton anuales

Conceptos clave del H2 verde



Significaría hasta **500 billion US\$** en inversión global al **2030**

Se reemplazan importaciones por producción local



Igual o más seguro que otros combustibles usados actualmente

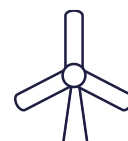


Solo emite **vapor de agua** en su uso



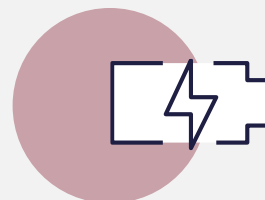
Requiere **relativamente poca agua**

Menos del 1% del agua que usa la minería podría reemplazar todo su consumo de diésel.



Costo depende principalmente de la **energía renovable**

Entre **50 y 80%** del costo del hidrógeno corresponde al suministro eléctrico



Mayor densidad energética que las baterías de litio

Complementariedad para otras soluciones limpias

Reglamento general de instalaciones de H₂

- Se basará principalmente en la norma **NFPA 2**
- Incluye la **producción, almacenamiento, acondicionamiento y dispensado de H₂G**
- Considera además:
 - El transporte de hidrógeno combustible por vía pública
 - Los sistemas de hidrógeno combustible en maquinaria y vehículos industriales
 - La seguridad para tanques y contenedores para hidrógeno combustible.
- En el futuro se debiese actualizar para la combustión de H₂ en calderas y hornos y lo relativo al **H₂L**

