

02 y 03 de Diciembre Vía Zoom



WEBINAR DE LITIO: MIRADA ACTUAL Y DESAFÍOS FUTUROS PARA CHILE

Segunda Jornada 03 de Diciembre



**"Desafíos Tecnológicos
de la Minería no
Tradicional en Chile"**

Fernando Hentzschel M.
Gerente de Capacidades Tecnológicas,
CORFO.



**"Litio: Procesos Sustentables,
Nanomateriales para LIBs y
Economía Circular"**

Mario Grágeda Z.
Director Centro de Investigación Avanzada
del Litio y Minerales Industriales, CELIMIN



**"Metalurgia
del Litio"**

Igor Wilkomirsky F.
Profesor Titular Departamento de Ingeniería
Metalúrgica, Universidad de Concepción.



**"Tendencias en
Electromovilidad:
Hidrógeno
Verde y Baterías"**

Marco Vaccarezza Z.
Business Development Manager,
Fraunhofer CSET



**"Desafíos del Litio
en Chile"**

Osvaldo Yáñez S.
Gerente de Innovación y Desarrollo, SQM.

Auspiciado por:



Patrocinado por:



Center for Solar Energy
Technologies



LITIO: MIRADA ACTUAL Y DESAFÍOS FUTUROS PARA
CHILE

Tendencias en Electromovilidad: H2 Verde y Baterías

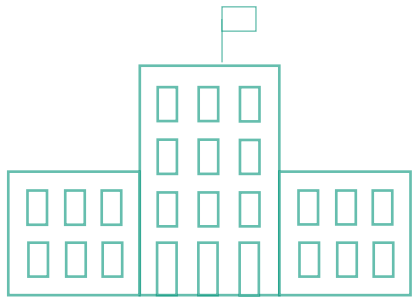
SEMINARIO IMET CHILE

02-03.12.2021

Fraunhofer-Gesellschaft

¿Quiénes somos?

Desde su fundación en 1949 en **Alemania**, **FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT** se ha centrado en la **investigación aplicada**, apoyando el desarrollo económico y proporcionando amplios beneficios para la sociedad.



75 Institutos en
Alemania



28.000 Investigadores
e Ingenieros



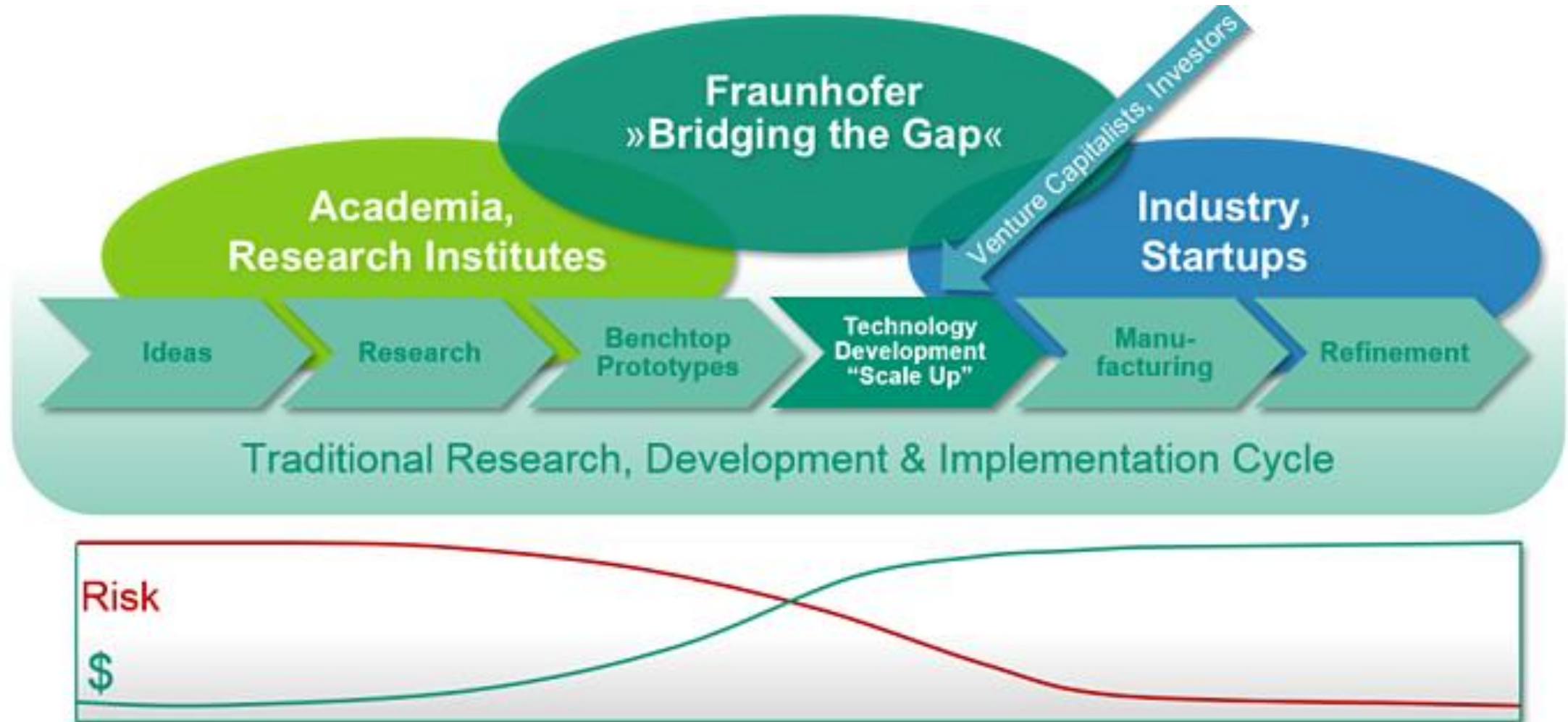
2.600 Presupuesto
anual (EUR)



Más de **2** patentes por día

Fraunhofer-Gesellschaft

Misión: Unir la I+D con la Industria



Fraunhofer CSET - CHILE

Líneas de Investigación

El Centro fue fundado en 2014 en respuesta al llamado de los **Ministerios de Energía y de Economía**, financiado por el Ministerio de Energía a través de **CORFO y ANID**, y con la participación de **Fraunhofer ISE** y la **Pontificia Universidad Católica**.

Fotovoltaico



Solar Térmico

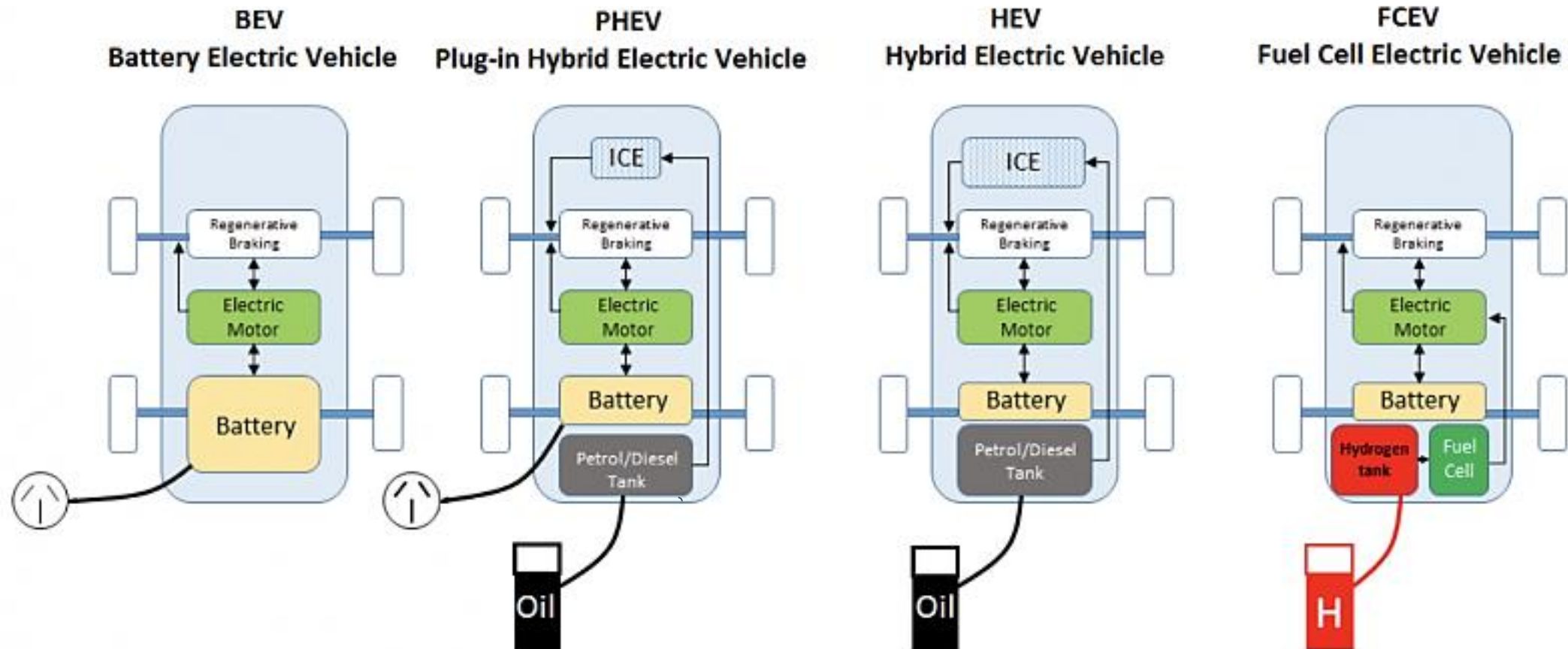


Desarrollo de Negocios



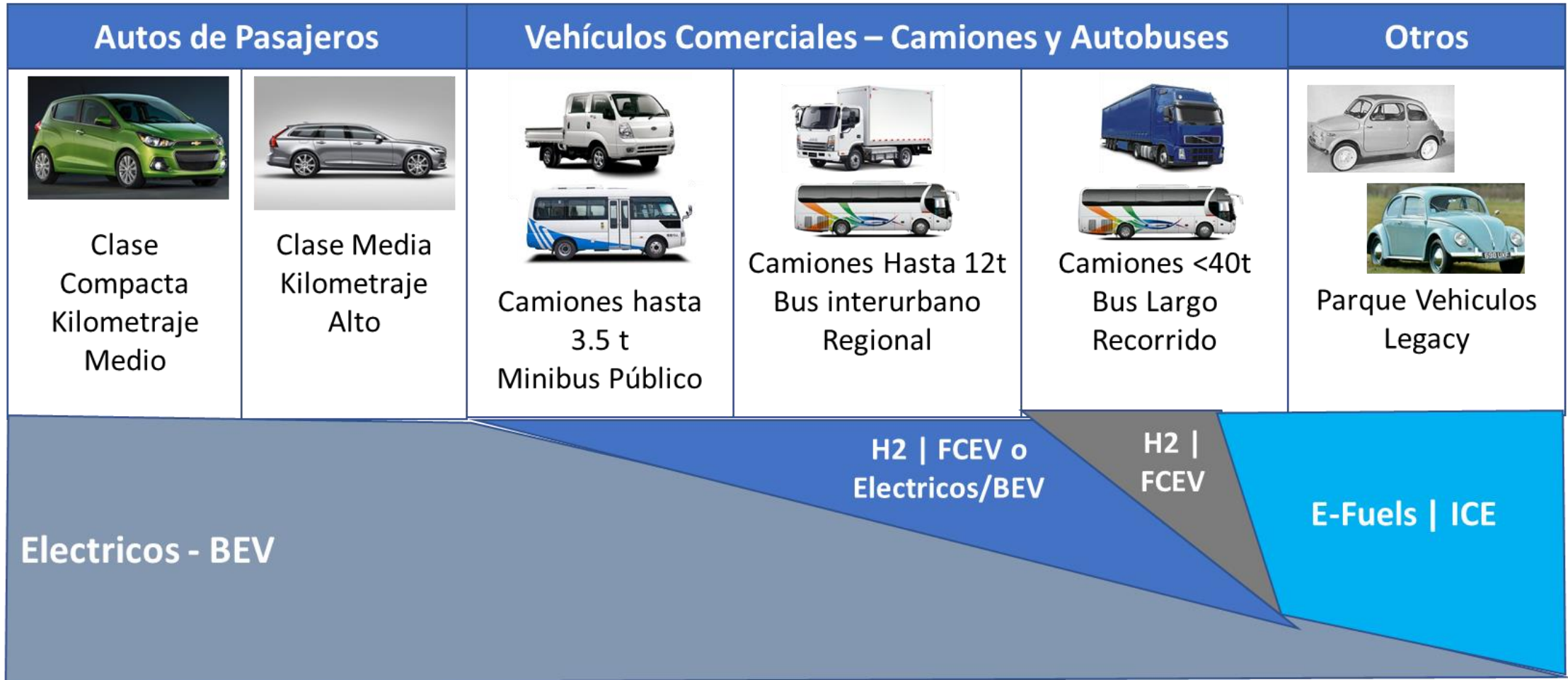
Nos vinculamos con **Fraunhofer Alemania** a través de **Fraunhofer ISE**, uno de los principales **Centros de I+D en Energía Solar** a nivel mundial. F-ISE desarrolla I+D aplicado tanto en **Baterías** como en **H2 Verde**, a lo largo de las correspondientes cadenas de valor.

Tipos de Vehículos Eléctricos - Definiciones



Picture credits: <https://thedriven.io/2018/11/14/the-ice-age-is-over-why-battery-cars-will-beat-hybrids-and-fuel-cells/>

¿BEV o FCEV? Ambos – depende la aplicación

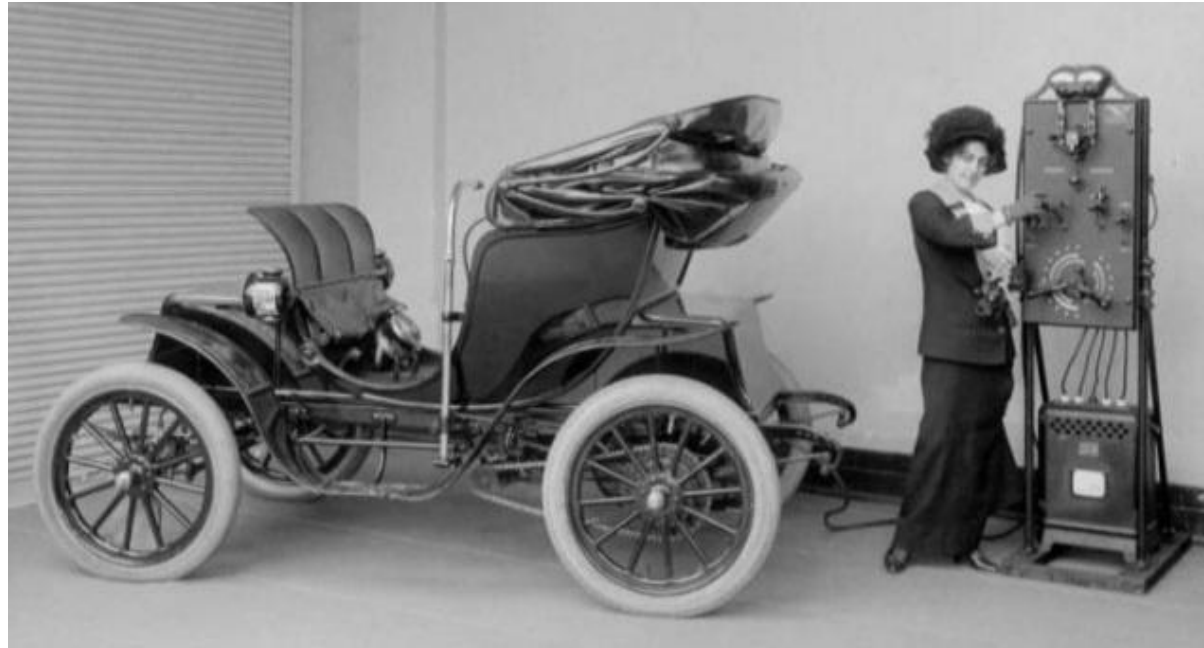


Fuente: Estudio VDE (www.vde.com)

BEVs en 1908-1912.....



Oliver P. Fritchle
USA, 1874-1951



98 MOTOR AGE

100-MILE FRITCHLE ELECTRIC

A car that is guaranteed to make 100 miles to the charge over country roads. We are now ready to close 1909 Agency Contracts.

Now touring from Lincoln, Neb., to New York City through November mud and over heavy hills that would stop many gasoline cars.



VICTORIA PHAETON—\$2000

This car is now touring from Lincoln, Neb., to New York City as a public test of its durability and stamina in service harder by far than ever given an electric car in ordinary usage.

Thus far on the tour—from Lincoln to Chicago—more than 700 miles of mostly miserable country roads have been covered, with absolutely no repairs of any kind. The roads have been very billy and of stiff, holding mud, fully three-quarters of the 700 miles through grass at the roadides.

This Lincoln-to-New York tour is the costliest into which we challenged any or all other electric car manufacturers to join, but for reasons best known to them not one elected to compete with the Fritchle Electric, so we are making the trip alone and enjoying every mile of the journey with that confidence which can only be felt by the man who knows the quality of his car.

From Chicago the route will be to South Bend, Indiana, thence to Toledo, Ohio, then diagonally southeast to Pittsburgh. From Pittsburgh (via Gilded Tour route) to Philadelphia and New York City, over the Allegheny Mountains instead of by Buffalo and the level roads of the Mohawk Valley.

Fritchle Electrics are made in Denver, Colo., and built to climb the Rocky Mountains—an occurrence of no particular moment at all, as evidenced by the great number of Fritchle Electric owners who regularly tour from Denver to Colorado Springs, a distance of 72 miles, with a half-mile climb in each direction—there one day and back the next, with no more thought of it than the owner of some other car in Chicago or New York would give to the same mileage over the beautiful boulevards of those two and other eastern cities.

If you are going to buy an electric car you might as well select one that will do more than you ask of it—even if the requirements include an overland trip from Lincoln to New York—mud, hills and mountains thrown in.

The Fritchle Electric is guaranteed to make 100 miles to the charge, over country roads as well as boulevards.

Live agents wanted everywhere. Write for our proposition, or better still, arrange to see the car yourself that is now making this record run.

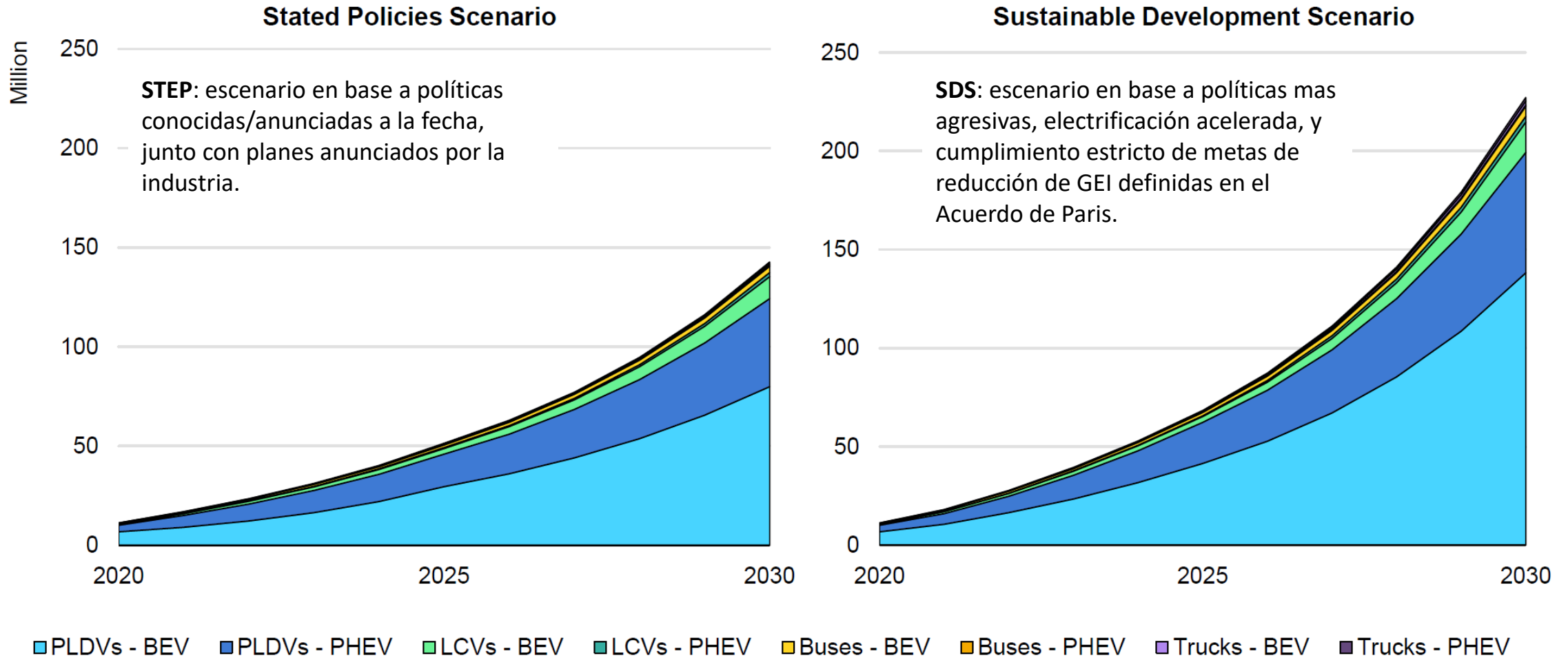
The Fritchle Automobile & Battery Co. 1440-1455 Clarkson St. DENVER, COL.

When Writing to Advertisers, Please Mention Motor Age.

11-12-08

Electromovilidad – Evolución del Mercado

Global EV stock by mode and scenario, 2020-2030



Fuente: www.iea.org – Global EV Outlook 2021

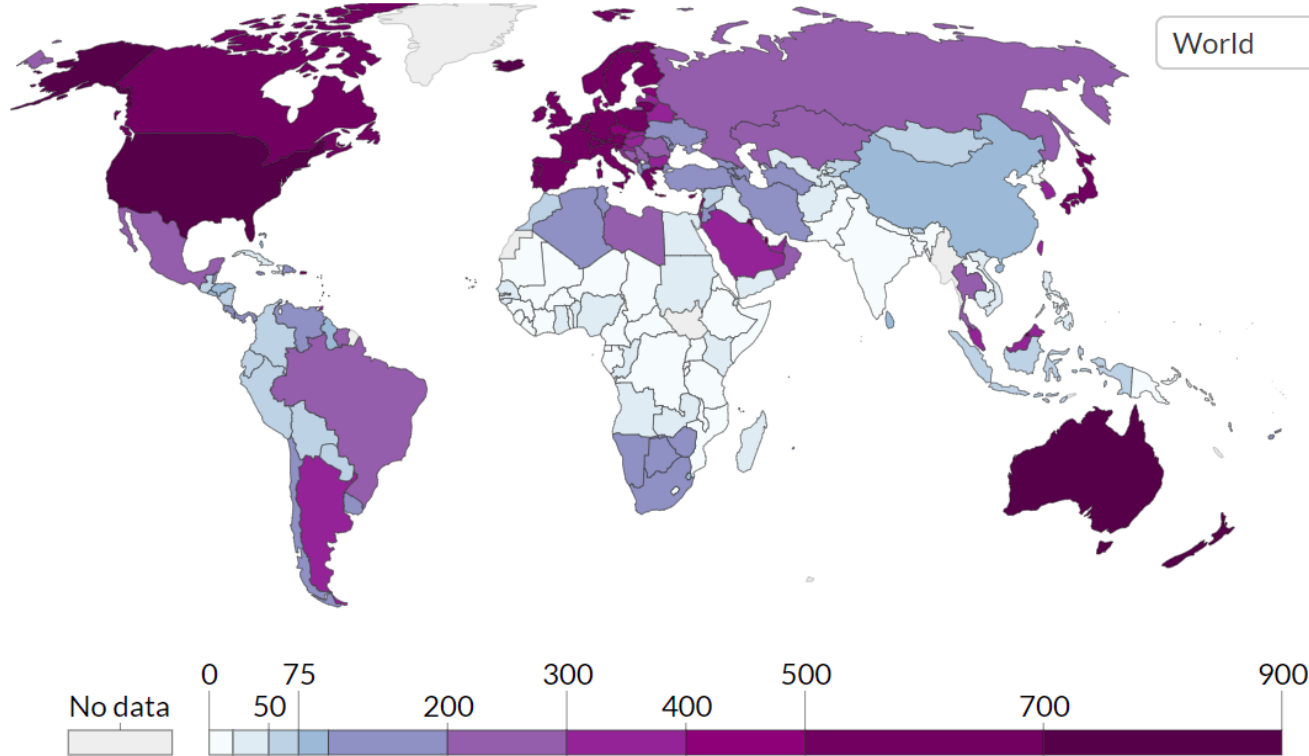
Parque de vehículos motorizados a nivel mundial

Road motor vehicle ownership per 1000 people, 2014

Number of road motor vehicles per 1000 inhabitants, by country, in 2014

Our World
in Data

World



1.420 millones de vehículos motorizados
1.060 millones autos de pasajeros
363 millones de vehículos comerciales
Datos aproximados 2020
(Fuente: Wards Auto)

USA: **797** autos/1000 Habs
UK (Europa): **519** autos / 1000 Habs
China: **83** autos/1000 Habs
Chile: **200** autos/1000 Habs
Mundo: **180** autos/1000 Habs

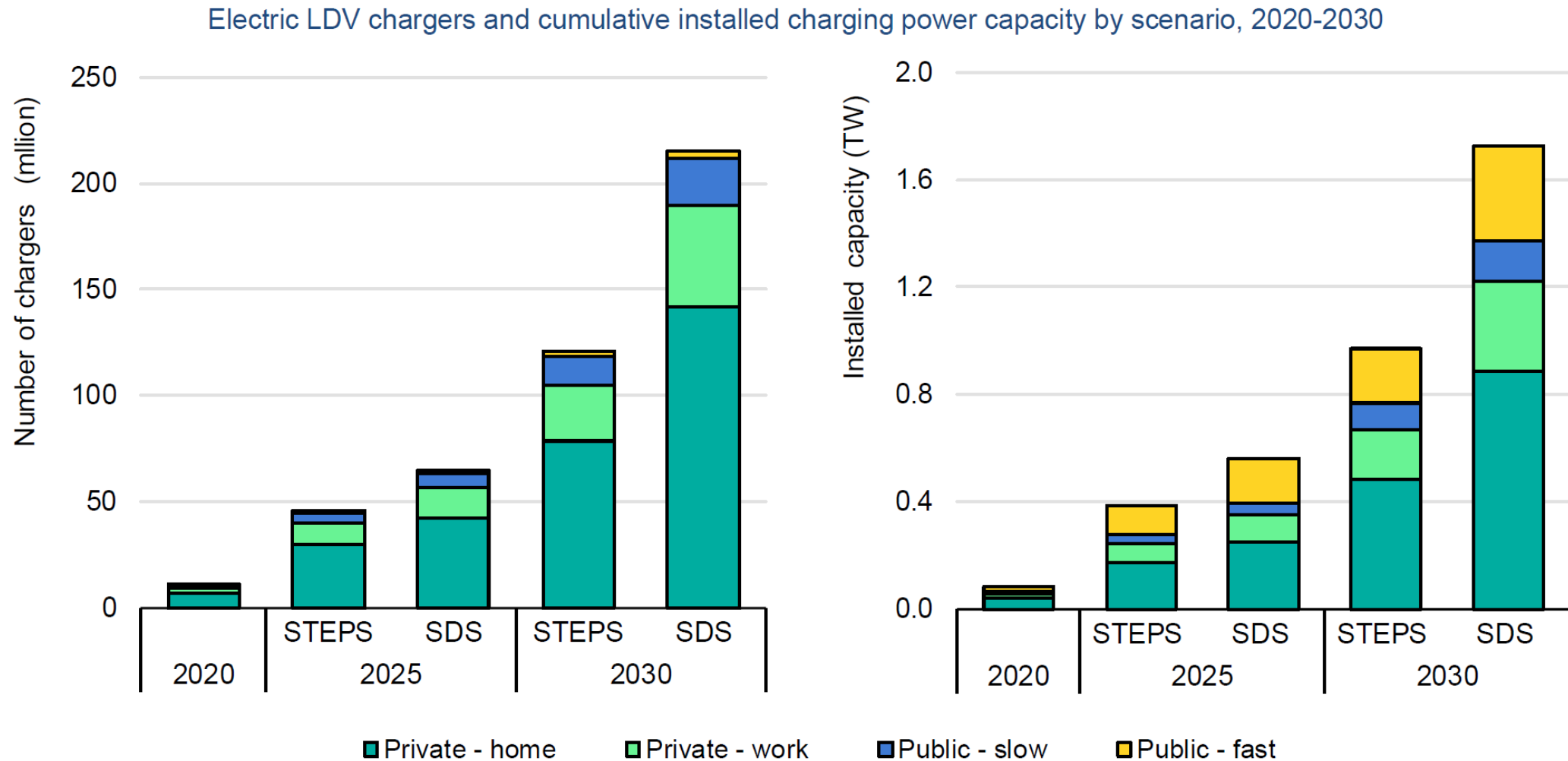
Ventas anuales autos Nuevos 2021
(Proyección): **85 millones**

Source: NationMaster

Note: Road motor vehicle includes automobiles, SUVs, trucks, vans, buses, commercial vehicles and freight motor road vehicles. The data excludes motorcycles and other two-wheelers.

CC BY

Evolución esperada en Infraestructura de Carga de BEVs



Fuente: www.iea.org – Global EV Outlook 2021

Electromobility: Market Development

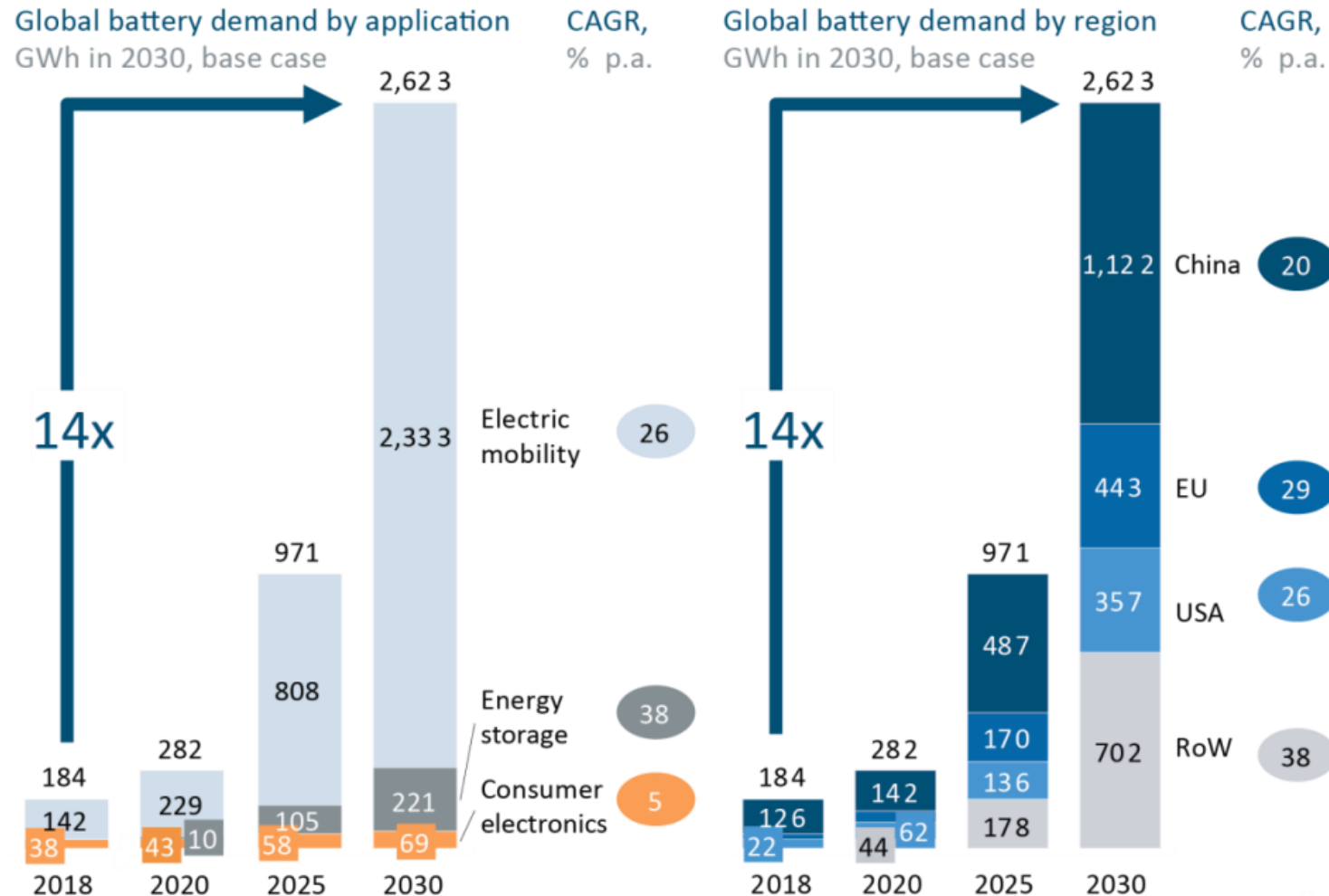


FIGURE 1: CURRENT AND PREDICTED GLOBAL BATTERY DEMAND.³

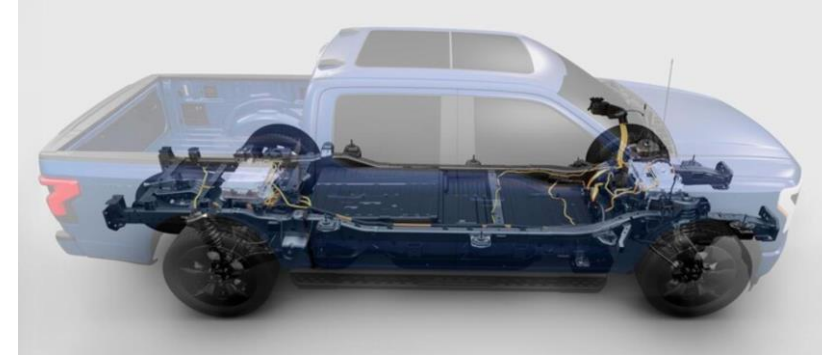
Algunos modelos comerciales de BEVs



Tesla



Nissan Leaf



Ford F-150



Hyundai Ioniq



Fiat 500e



BMW i3

Experiencia en electrificación en minería



Taladro Perforador Sandvik DD422iE.



Pala Sandvik 14T y camión Sandvik 40T.



Sandvik Electric Loader
TORO™ LH625iE ELECTRIC LOADER



LHD Komatsu Híbrido Diesel+Eléctrico en El Teniente



Komatsu 930E-4 - 290 Ton. Carga Útil
Diesel 16 Cil. – 1902 kW – 2550 HP
Drive Train Eléctrico (Propulsión)



CAEX Caterpillar con 'Trolley Assist'

Fuentes:

<https://www.mining-technology.com/projects/borden-gold-mine-chapleau-ontario/>

<https://www.rocktechnology.sandvik/en/products/underground-loaders-and-trucks/electric-underground-lhds/lh625ie-electric-loader/>

<https://www.komatsulatioamerica.com/chile/komatsu-presento-el-primer-lhd-hibrido-del-mundo-en-el-teniente/>

<https://www.komatsulatioamerica.com/chile/productos/930e-4/>

Buses eléctricos en Sistema RED - Santiago

- 700 buses a Agosto 2021
- Mayor flota de Latinoamérica, segunda a nivel mundial, después de China
- Completa infraestructura de recarga
- Gran aceptación por parte de los usuarios



CONSUMO ENERGÉTICO BUSES PROPULSIÓN ELÉCTRICA TRANSPORTE PÚBLICO URBANO SANTIAGO

Bus			Capacidad Baterías [kWh]	Capacidad Pasajeros	Consumo [kWh/km]	Autonomía [km]
Clase	Marca	Modelo				
B2	BYD	K9 FE	276,5	81	1,57	176,1
B2	YUTONG	ZK6128BEVG	324,4	87	1,48	219,7
B2	FOTON	eBus U12 QC	151,55	90	1,67	90,9
A1	BYD	K7	156,6	45	1,13	138,6
A1	FOTON	eBus U8,5 QC	129	47	1,24	104,0
B2	ZHONGTONG	LCK6122EVG	351,237	88	1,58	222,3
B2	KING LONG	XMQ 6127G PLUS	374,65	90	1,74	215,0

<http://reportesostenible.cl/blog/flota-de-buses-electricos-en-chile-es-la-mayor-de-latinoamerica-y-la-segunda-a-nivel-mundial/>

<https://energialimpiaparatodos.com/2020/06/30/chile-tiene-la-flota-100-electrica-mas-grande-de-america-latina-y-avanza-a-1160-buses-electricos-y-ecologicos-2/>

<https://energia.gob.cl/electromovilidad/transporte-de-pasajeros/buses-electricos-red>

Electromovilidad en la Agricultura



Tractores Autónomos (Naio Technologies – France)
Desmalezadores Autónomos para Viñas y Hortalizas



Fendt e100 Vario – 50 kW



John Deere Electric Tractor
'SESAM' Project – 130 kW



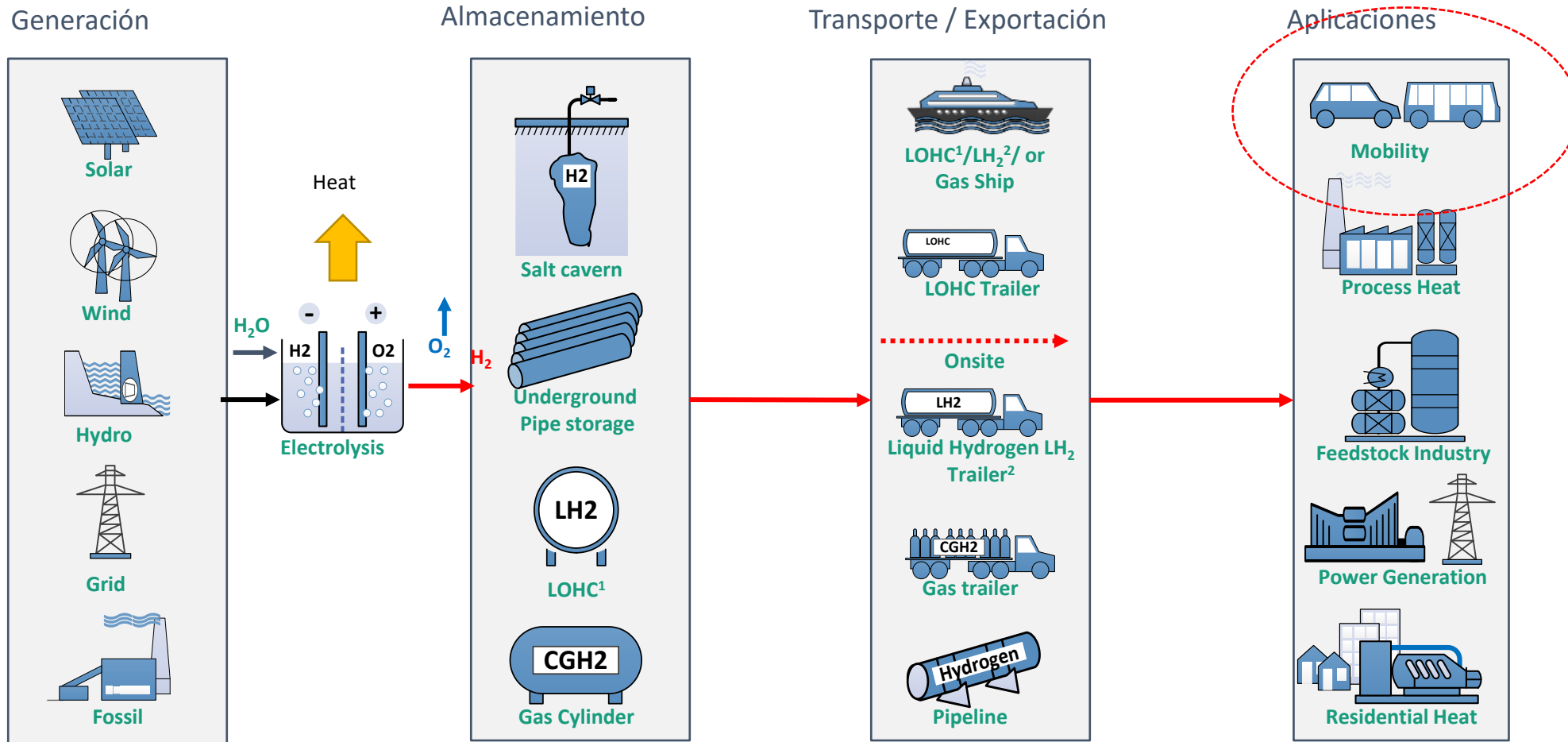
Tractores Autónomos (Fuente: CASE – USA)



Iniciativas Agro PV y Floating
PV para Agricultura:
Tractores BEV es interesante
extensión

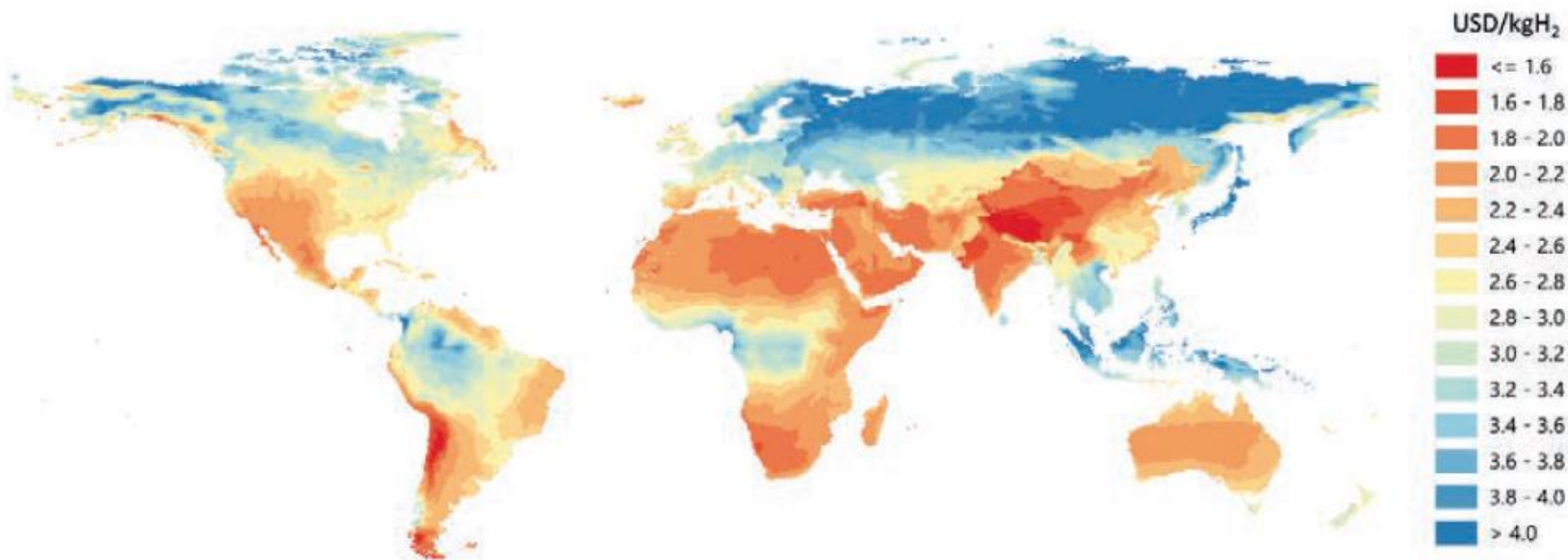


La Cadena de Valor del Hidrógeno Verde



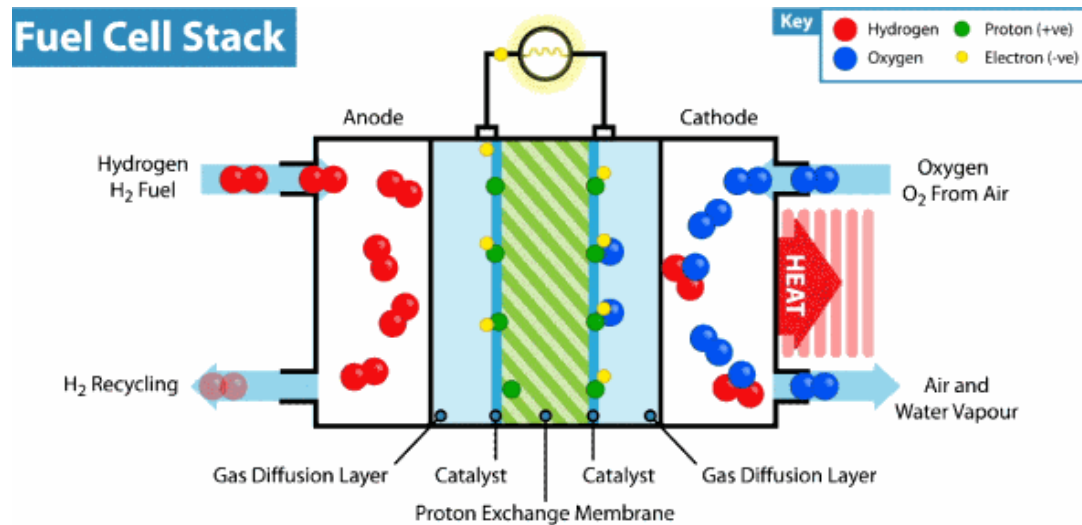
Oportunidad de Generación de Hidrógeno en Chile

Debido al potencial solar en el norte de Chile, el costo de producción de 1 Kg. de H₂ podría llegar a aprox. **2 USD**. De la misma forma debido a su potencial eólico, la Patagonia sería otro lugar potencial para la producción de H₂ bajo los **2 USD por kg**.



Fuente: The Future of Hydrogen, IEA.

Electromovilidad en base a Fuel Cells - FCEV



Esquema de funcionamiento de una Celda de Combustible

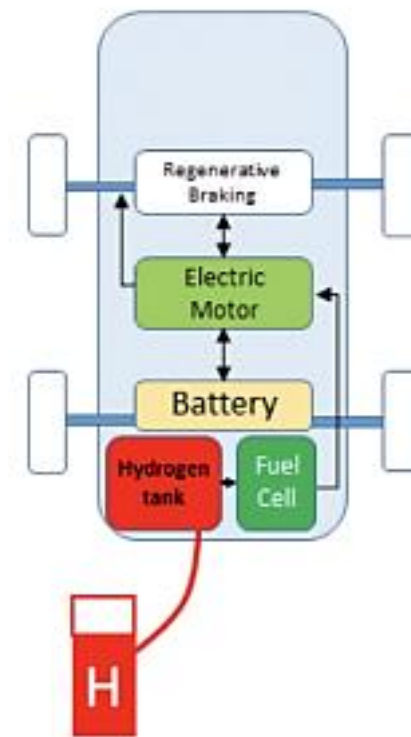


Celda de Combustible de 15 kW



Hyundai Nexo

FCEV
Fuel Cell Electric Vehicle



Picture credits: <https://thedriven.io/2018/11/14/the-ice-age-is-over-why-battery-cars-will-beat-hybrids-and-fuel-cells/>

<https://www.diariomotor.com/coche/hyundai-nexo/>

FABRICANTES DE CAMIONES Y MAQUINARIA PESADA YA MUESTRAN PASOS HACIA FCEV



VEHÍCULOS A CELDA DE COMBUSTIBLE

ESTADO DEL ARTE FC EN AUTOS DE PASAJEROS

Solo unos pocos fabricantes ofrecen modelos comerciales

Country	HRS	FCEV*
Germany	76	653
France	25	500
Netherland	7	180
Norway	6	170
US	~60	35,000
Japan	133	3600
China	35	4000
Korea	34	5000

*FCEV: includes cars light-, heavy-duty vehicles, cars, forklift Source: IPHE (2019)

Mercedes, F-CELL	2009	Toyota, Mirai	2014	Hyundai NEXO	2018
Electrical power [kW]	100	Electrical power [kW]	113	Electrical power [kW]	120
Max. torque [Nm]	290	Max. torque [Nm]	335	Max. torque [Nm]	395
Max. speed [km/h]	170	Max. speed [km/h]	179	Max. speed [km/h]	179
Tank [kg @ bar]	3.7 / 700	Tank [kg @ bar]	5.0 / 700	Tank [kg @ bar]	6.3 / 700
Nom. range [km]	385	Nom. range [km]	480	Nom. range [km]	756
Empty weight [kg]	1,809	Empty weight [kg]	1,850	Empty weight [kg]	1,889



Electromovilidad en Minería en base a Fuel Cells

Proyecto Corfo Liderado por UTFSM



UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA



ELECTROMOVILIDAD
FUEL CELLS

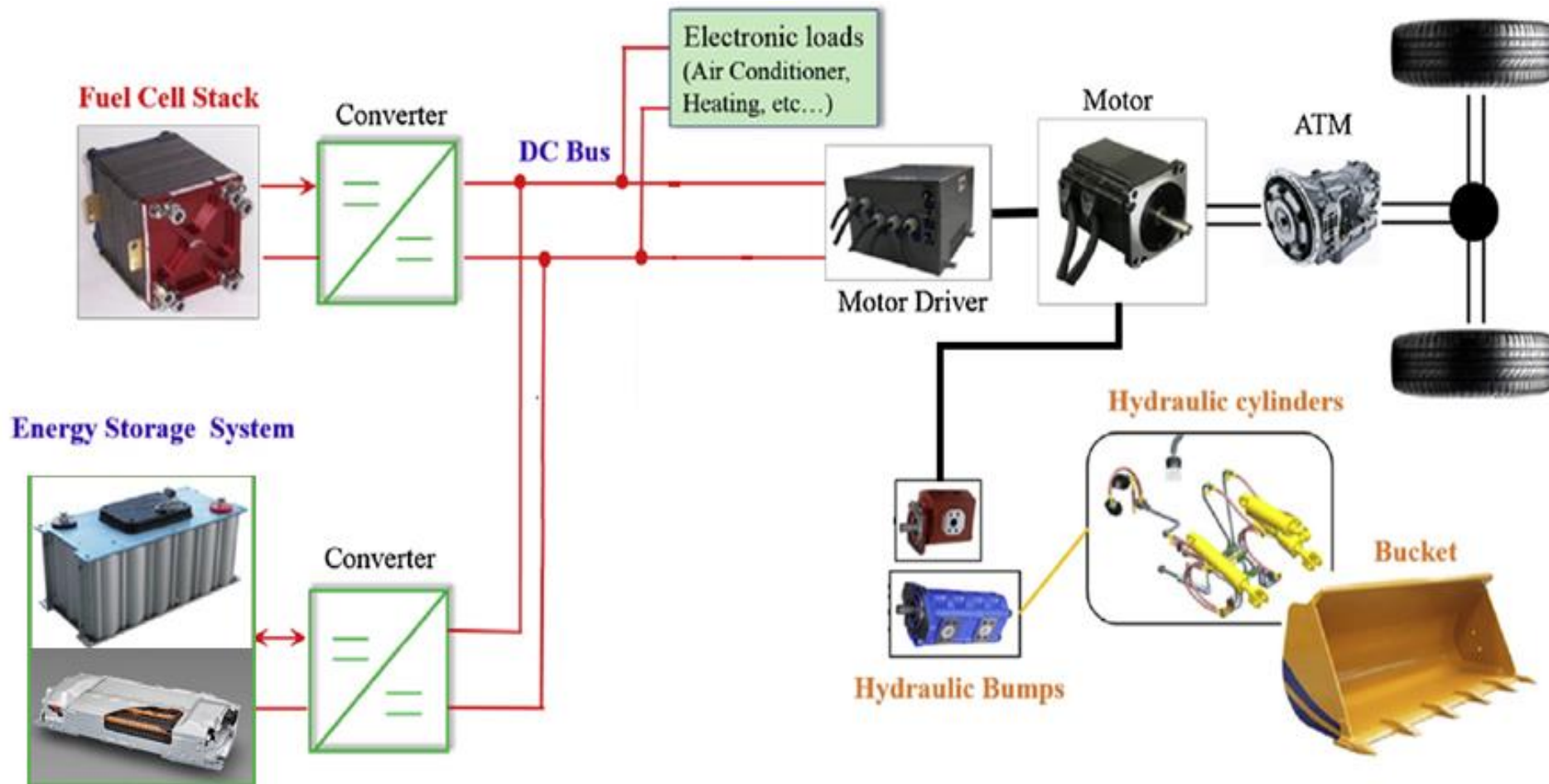


Cargador 966L. Fuente: Cat.com

- Minería, sector estratégico para Chile.
- Fomentar la electromovilidad en la Minería Nacional a través del uso de vehículos eléctricos en base a celdas de combustible.
- Retrofit de equipos mineros y vehículos de transporte con motor de combustión interna usados, a celdas de combustible.
- Considera aspectos de normativa, seguridad y modelo de negocios

Reconversión a FCEV de un Cargador Frontal - Análisis técnico y Evaluación de la Operación

Topología de la Adaptación



Concepto TCO – Total Cost of Ownership

Aplicado a Camión Clase 8 – Transporte de Carga de larga distancia

Análisis de Caso: Supuestos

Concepto	Supuesto
Vida útil Camión	10 años
Recorrido Anual	150.000 Km
Autonomía Exigida	800 Km
Precio Asumido H2 en HRS	USD 4/Kg @ 2030
Vehículos Comparados	Diesel, BEV, FCEV
Costos	O&M, combustibles, emisiones

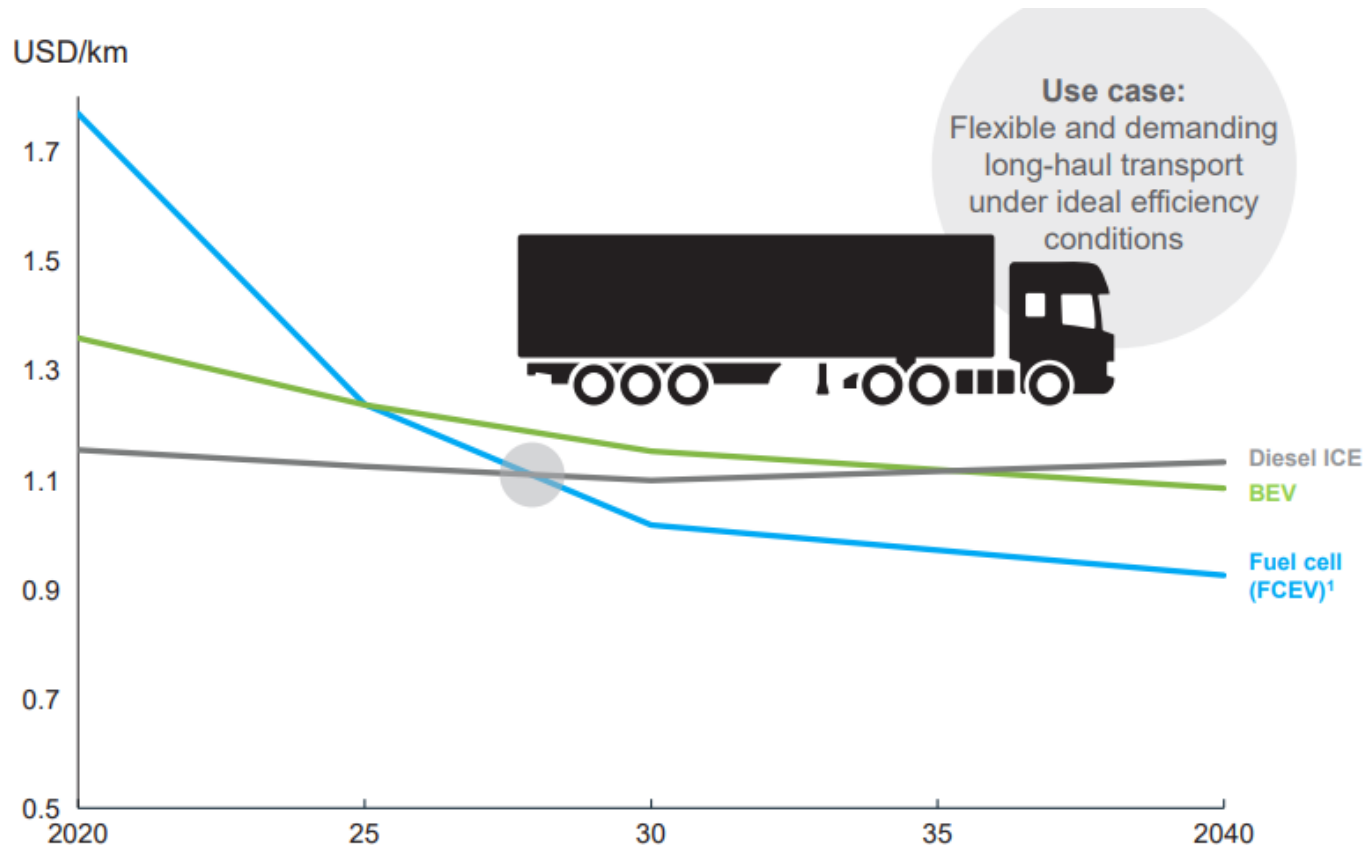
Fuente: Hydrogen Insights
Hydrogen Council | McKinsey & Co
February 2021

HRS: Hydrogen Refueling Station



Concepto TCO – Total Cost of Ownership

Aplicado a camión clase 8 – Transporte de Carga de larga distancia



1. Assuming renewable hydrogen, Europe

Fuente: Hydrogen Insights
Hydrogen Council | McKinsey & Co
February 2021

Conclusión: FCEV sería opción de menor TCO, para transporte de carga de larga distancia

Estación de recarga de Hidrogeno en Freiburg - Alemania

Investigación y Demostración en Fraunhofer ISE (Freiburg)
Fraunhofer ISE (Freiburg) trabaja en toda la Cadena de Valor del Hidrógeno Verde

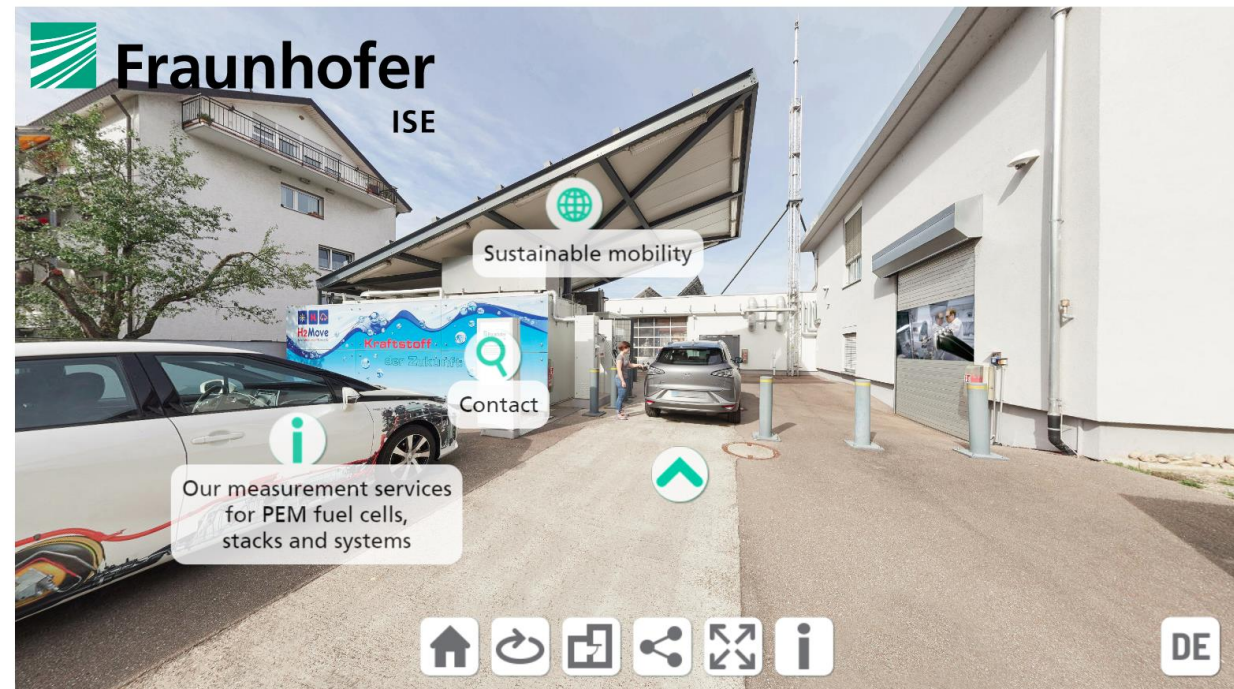


Virtual tour of Fraunhofer ISE's hydrogen refueling station

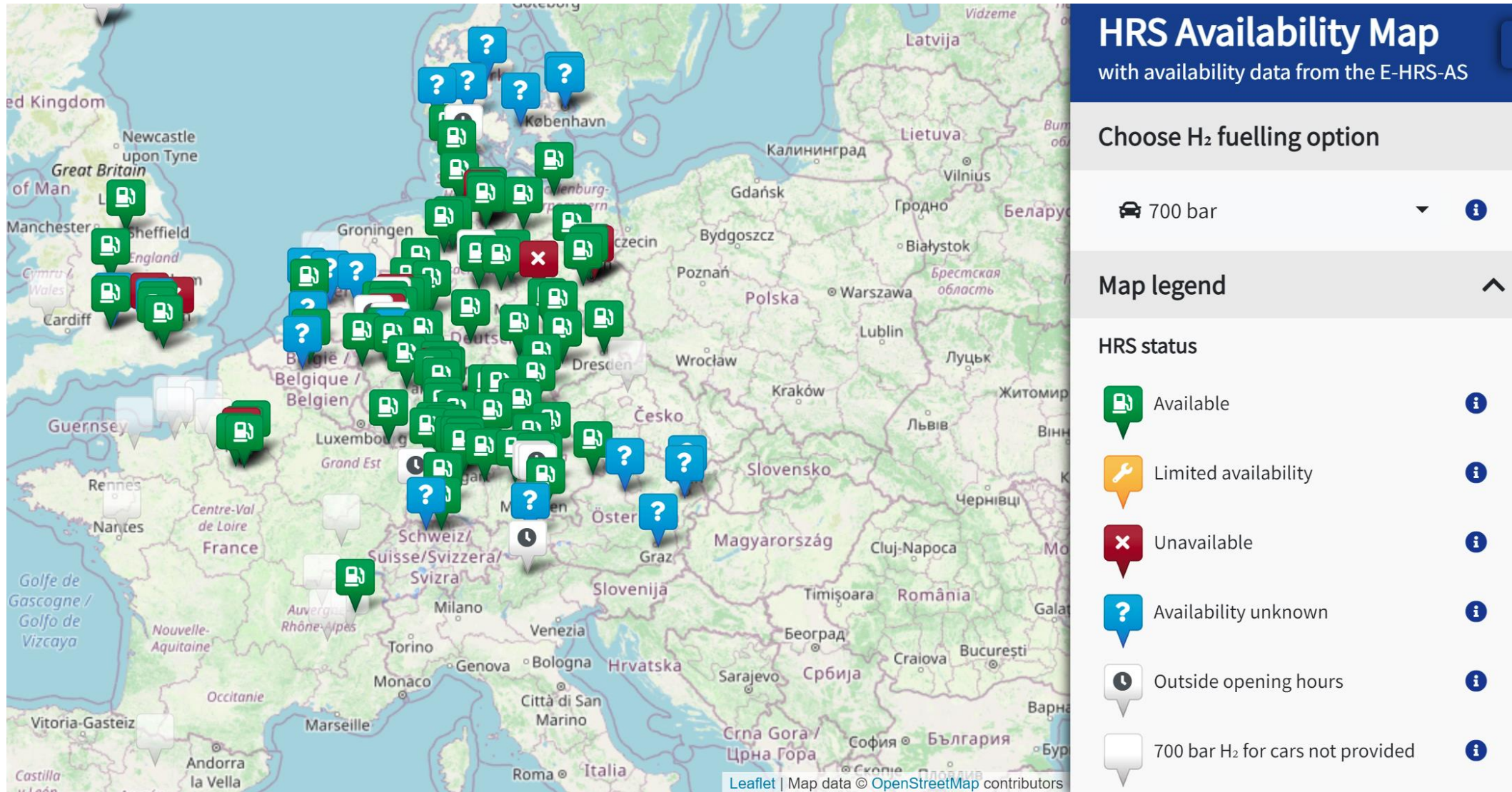
Estación de Recarga de Hidrógeno en Fraunhofer ISE (2012)

- 40 kW_{el} PEM Electrolysis
- PV (16 kW_p) and Grid electricity
- Public Hydrogen Refuelling Station
- Virtual Tour:

<https://www.ise.fraunhofer.de/en/business-areas/hydrogen-technologies-and-electrical-energy-storage/electrolysis-and-power-to-gas/hydrogen-infrastructure.html>



Despliegue de 'Hidrolineras' en Europa (HRS: Hydrogen Refueling Stations)

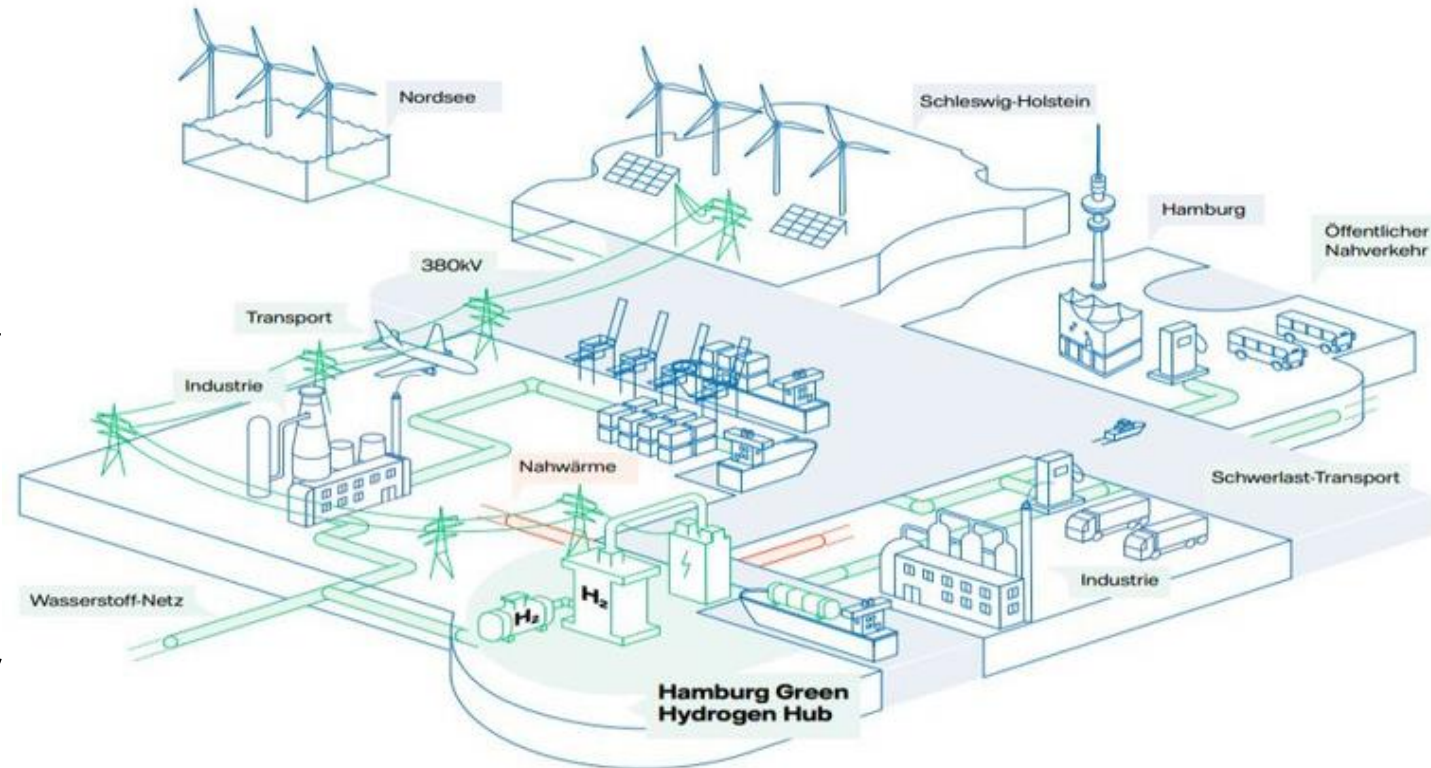


<https://h2-map.eu/>

Oportunidad para Chile: Impulsar Clusters de H2

Coordinación de proyectos de gran escala, con múltiples actores.

- *Clustering; Sector-coupling*
- Articulación público-privada
- Vinculación entre investigación e industria, Redes de colaboración Multi-nivel
- Levantamiento de fondos
- Vinculación con actores internacionales
- Generación de Competencias y Capacidades
- Off-takers locales e internacionales



Muchas Gracias!



LITIO: MIRADA ACTUAL Y DESAFÍOS FUTUROS PARA CHILE

Tendencias en Electromovilidad: H2 Verde y Baterías

SEMINARIO IMET CHILE

Marco Vaccarezza | Business Development Manager – Fraunhofer CSET
marco.vaccarezza@fraunhofer.cl

03.12.2021



IMetChile

Muchas Gracias

Auspiciado por:



Patrocinado por:



Universidad de Concepción