



Fraunhofer Chile Research:
Mes de la Energía – Comisión de Energía del Colegio de Ingenieros

Las Oportunidades de Chile en el Sistema Energético Mundial

Prof. Dr.-Ing. Frank Dinter, Director Ejecutivo de Fraunhofer Chile y el presidente de la Asociación Concentración Solar de Potencia



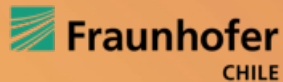
ASOCIACIÓN DE CONCENTRACIÓN SOLAR DE POTENCIA (ACSP)

¿Qué es ACSP?



Misión

- La ACSP comenzó el 18 de Octubre de 2018.
- El objetivo de la Asociación es promover el desarrollo de la Concentración Solar de Potencia (CSP) y Concentración Solar Térmica (CST), para una matriz energética flexible, limpia, sostenible y renovable continua para Chile.
- Actualmente 21 socios forman parte de la Asociación, que pertenecen a la cadena de valor de la industria, destacando: Desarrolladores de proyectos, epecistas, institutos de investigación, proveedores de sales, vidrios, receptores solares, ingeniería, etc.



Fraunhofer-Gesellschaft

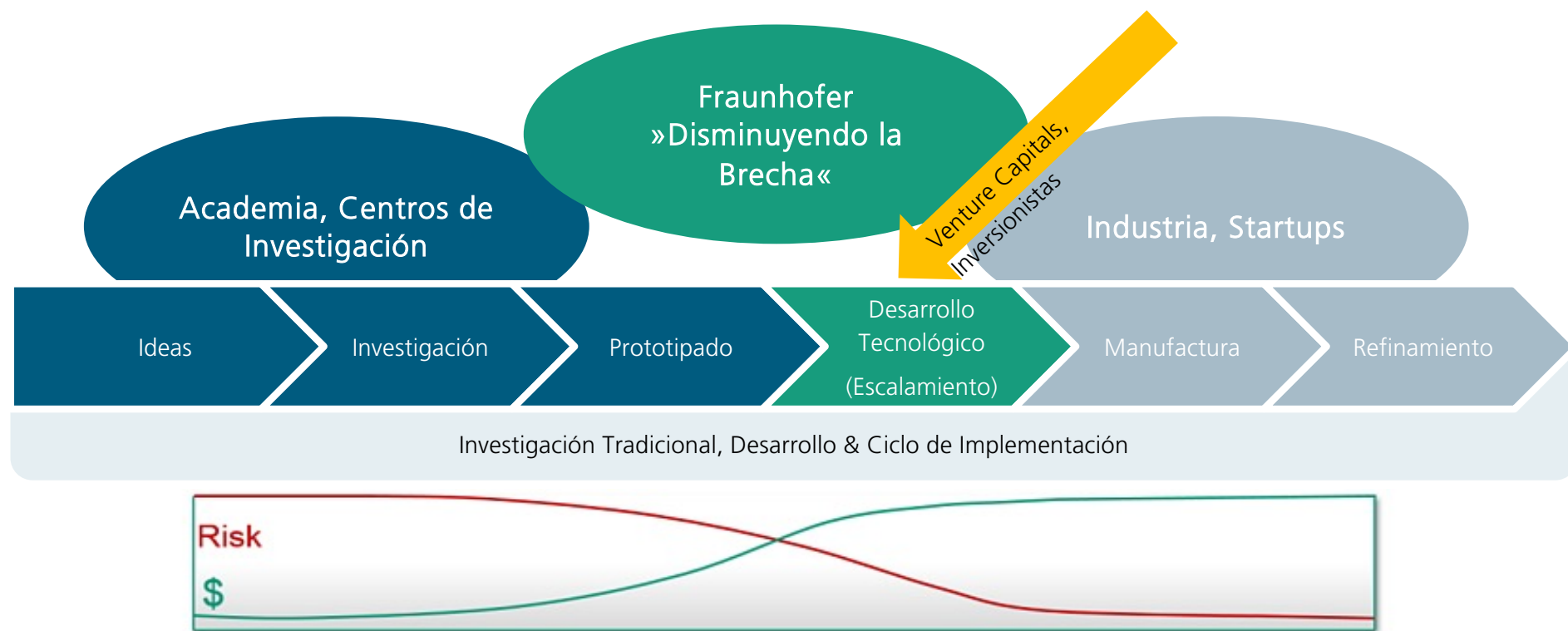
Un puente entre la ciencia y la industria

Desde su fundación en 1949 en Alemania, FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT es la principal organización de investigación aplicada del mundo. Al dar prioridad a las tecnologías clave para el futuro y comercializar sus hallazgos en las empresas y la industria, desempeña un papel fundamental en el proceso de innovación. Como pionera y creadora de tendencias en desarrollos innovadores y excelencia en la investigación, está ayudando a dar forma a nuestra sociedad y a nuestro futuro.



Fraunhofer-Gesellschaft

Un puente entre la ciencia y la industria



Fraunhofer-Gesellschaft

#1 Red europea de investigación aplicada



76 Institutos en
Alemania



30.000 Investigadores
e ingenieros



2.900 Millones de
€ anuales



Más de **2** patentes por día

Fraunhofer Chile Research

Centro de Tecnologías para la Energía Solar (CSET)

Fraunhofer CSET se constituyó en 2014 en respuesta a la convocatoria realizada por el **Ministerio de Energía y el Ministerio de Economía** de Chile, financiada a través de **CORFO** y **ANID**, con el apoyo de **Fraunhofer ISE**, y la colaboración de la **Pontificia Universidad Católica**.



Sistemas Fotovoltaicos

- Technologie FV
- Agrovoltaico
- Fotovoltaico flotante



Sistemas Solares Térmicos

- Calor Solar para procesos industriales
- Calor distrital
- Tratamiento de Aguas



Nuevas Tecnologías

- Hidrógeno verde
- Electromobilidad
- Modelos económicos

Fraunhofer Chile Research

Transferir la investigación aplicada a América Latina

1

Nuestra Vision

Incorporación de tecnologías innovadoras en áreas productivas prioritarias.
Pionero de la energía solar en Chile y Sudamérica.



2

Nuestra Misión

Conectar la ciencia y la tecnología de excelencia.
Promover la transferencia de tecnología para aumentar la competitividad.



3

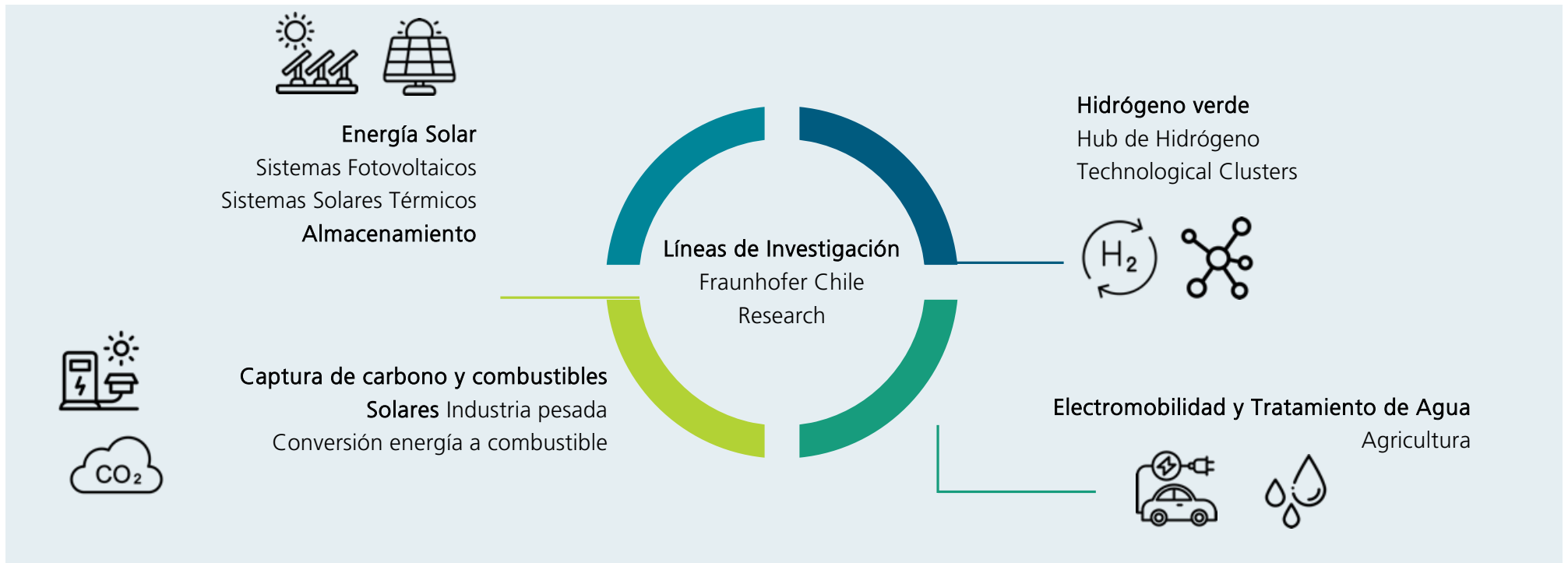
Nuestros Objetivos

Apoyar a Chile hacia una matriz energética 100% renovable.
Contribuir a que Chile se convierta en un exportador de energía.



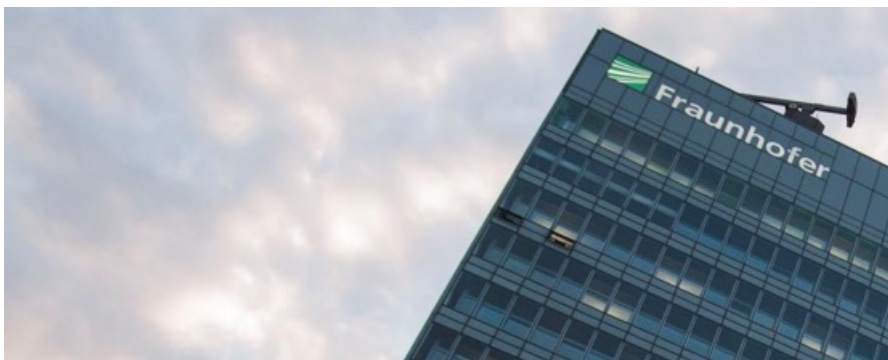
Foco estratégico

Aplicaciones Solares y Extensiones



Fraunhofer CSET

Oferta de Valor



Valor y ventajas para nuestros clientes

- Investigación aplicada y transferencia de tecnología desde la Red Fraunhofer
- Creación y articulación de Proyectos complejos con diferentes actores público-privados
- Aprovechamiento de la inversión privada con fondos públicos



Sectores Objetivos

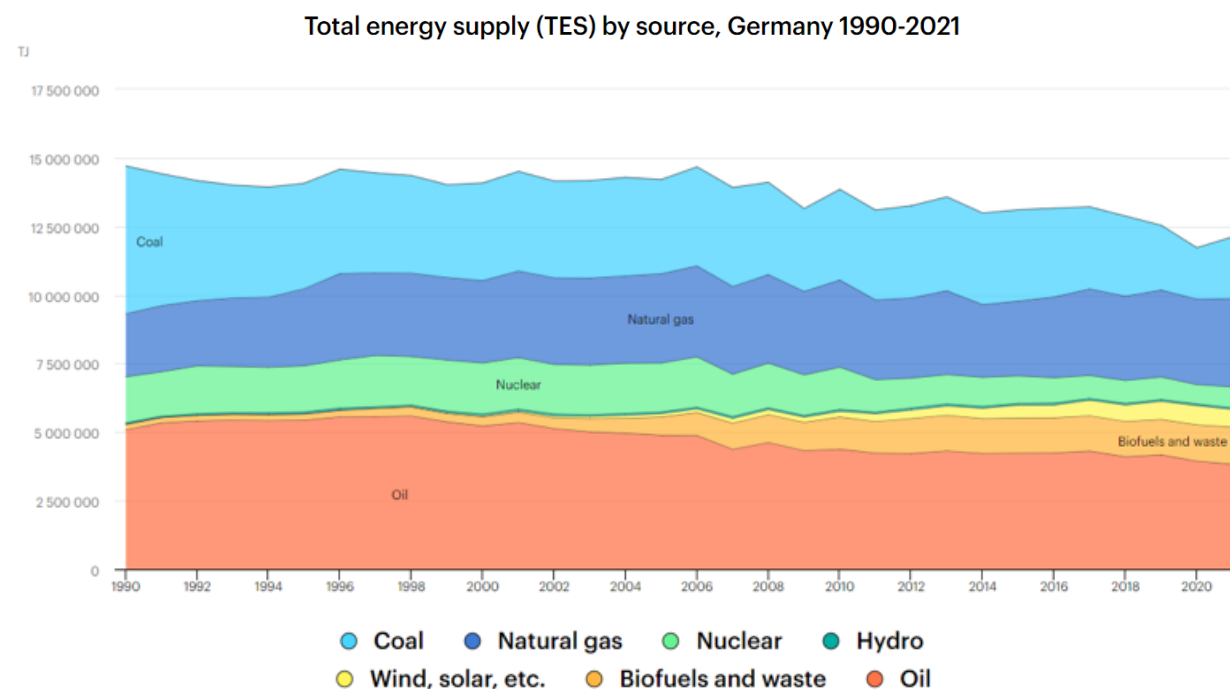
- Optimización de plantas fotovoltaicas y termosolares para propietarios y operadores
- Industrias intensivas en energía con potencial de descarbonización (minería, construcción, cemento, agroindustria, transporte, pulpa y papel, otros)
- Sector de los servicios públicos y la industria de Chile

Caso de Alemania

Matriz de Generación de Energía Eléctrica

Matriz Energética de Alemania

- La matriz energética de Alemania es fuertemente dependiente de los combustibles fósiles, ya sea para **transporte** como es el caso del Petróleo, así como para la **generación de electricidad** o calor, considerando fuentes como el Petróleo, Carbón y Gas Natural.
- La figura presenta el **suministro total de energía de la matriz energética Alemana**, para sus distintos usos: Generación de electricidad, calefacción y refrigeración, transporte, industria, agricultura, entre otros.



Agencia Internacional de Energía (IEA) - 2023

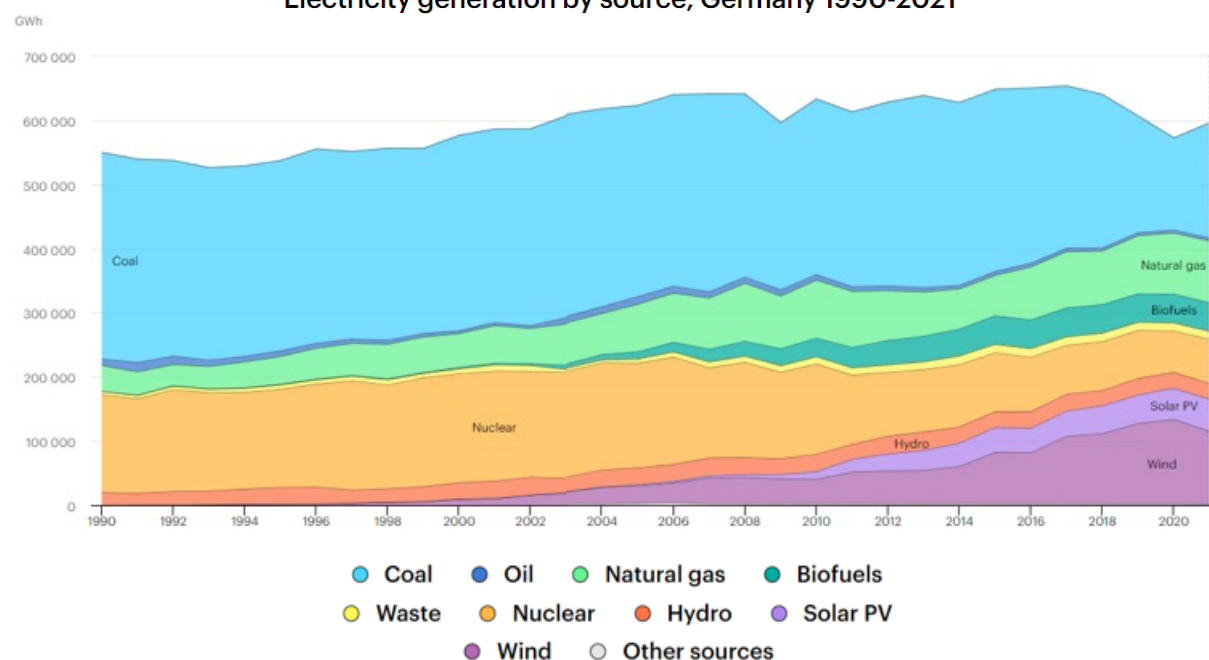
Caso de Alemania

Matriz de Generación de Energía Eléctrica

Generación Eléctrica en Alemania

- La matriz energética de Alemania, para la **generación de electricidad**, es fuertemente dependiente de las plantas fósiles, **principalmente a Carbón y Gas Natural**.
- Existe un amplio potencial Eólico al norte de Alemania, y generación Fotovoltaica a lo largo de todo el país.
- El cierre de las plantas de generación a Nuclear en 2023 y a Carbón está programado para 2038,
- Por lo que es **necesaria la incorporación de nuevas fuentes de energía renovables** que sean capaces de suministrar potencia base.

Electricity generation by source, Germany 1990-2021



Agencia Internacional de Energía (IEA) - 2023

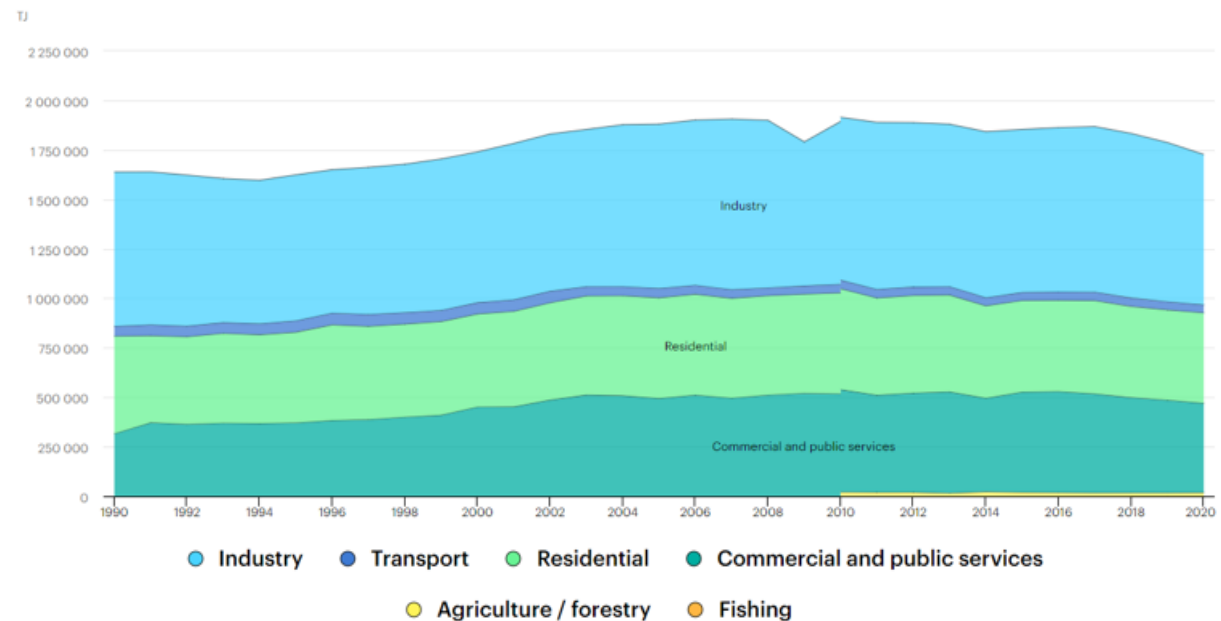
Caso de Alemania

Matriz de Generación de Energía Eléctrica

Demanda de Electricidad por Sector

- La demanda energética de electricidad en Alemania posee una fuerte componente asociada a la demanda para **consumo residencial**, otra asociada al **consumo comercial y de servicios públicos**, y finalmente la principalmente demanda eléctrica está asociada para el **consumo industrial**.

Electricity consumption by sector, Germany 1990-2020



Agencia Internacional de Energía (IEA) - 2023

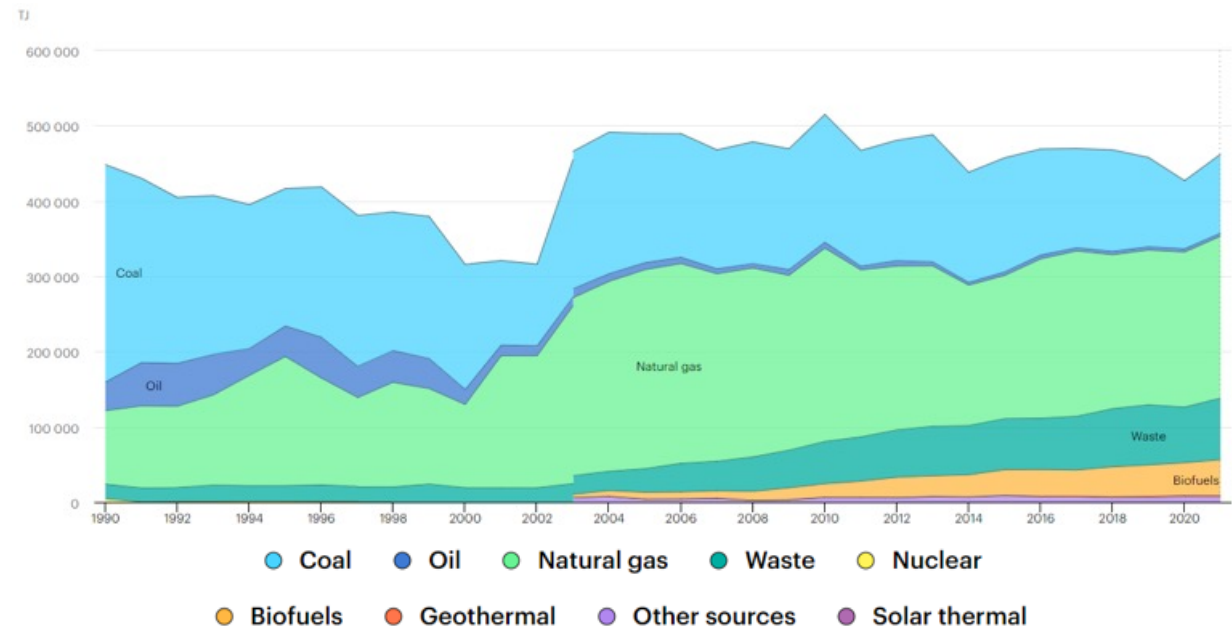
Caso de Alemania

Matriz de Generación de Energía Eléctrica

Generación Calor en Alemania

- La matriz energética de Alemania, para la **generación de calor**, es fuertemente dependiente de las plantas fósiles, principalmente a Carbón y Gas Natural, así como también Petróleo.
- Parte de la demanda de calor en Alemania es suplida por alternativas sustentables, como **biocombustibles** y la **recuperación de calor de procesos**.
- Grande dependencia de la energía importada

Heat generation by source, Germany 1990-2021



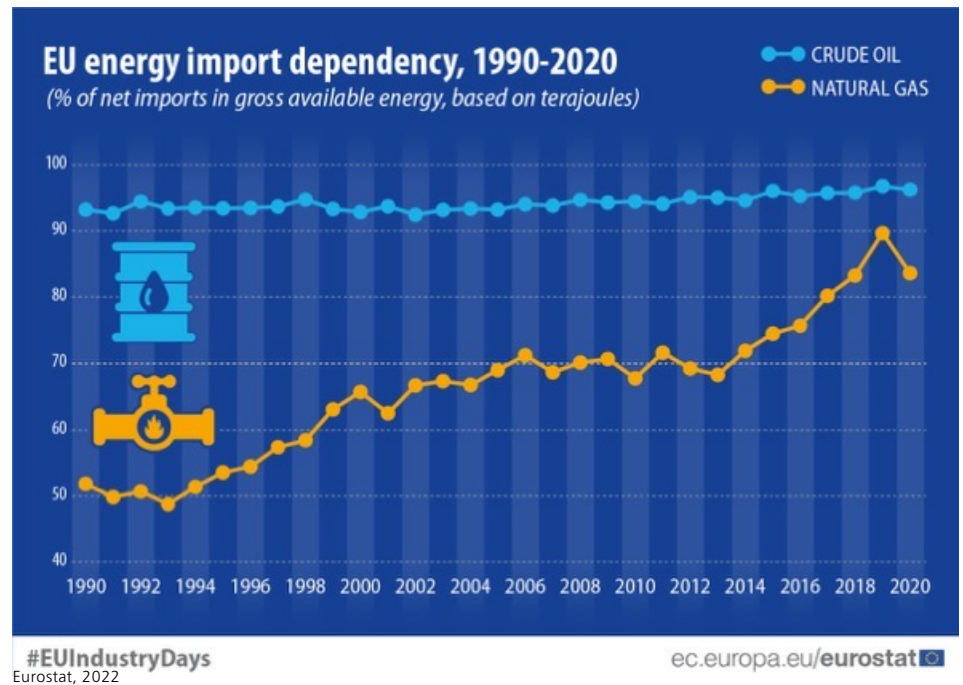
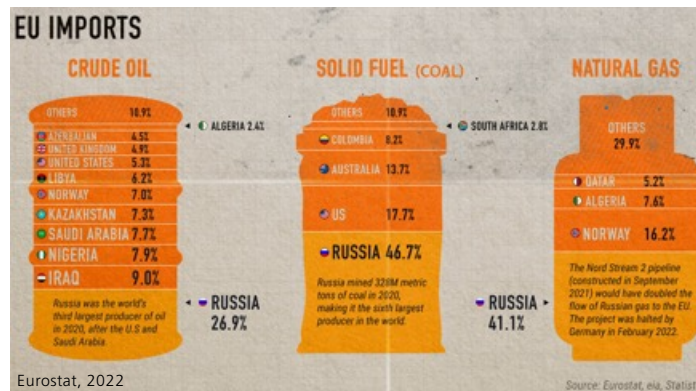
Agencia Internacional de Energía (IEA) - 2023

Situación Europa

Dependencia Energética

Importación de Gas Natural y Petróleo

- Actualmente Europa posee una alta dependencia de las importaciones de combustibles fósiles, donde casi la totalidad del petróleo y gas natural utilizados son de origen importado.
- Por ello, es de suma importancia el desarrollo de la cadena de valor del Hidrógeno Verde en Europa, ya que se podrá reemplazar las importaciones de combustibles fósiles por Hidrógeno Verde y sus derivados, para suplir las demandas energéticas correspondientes.

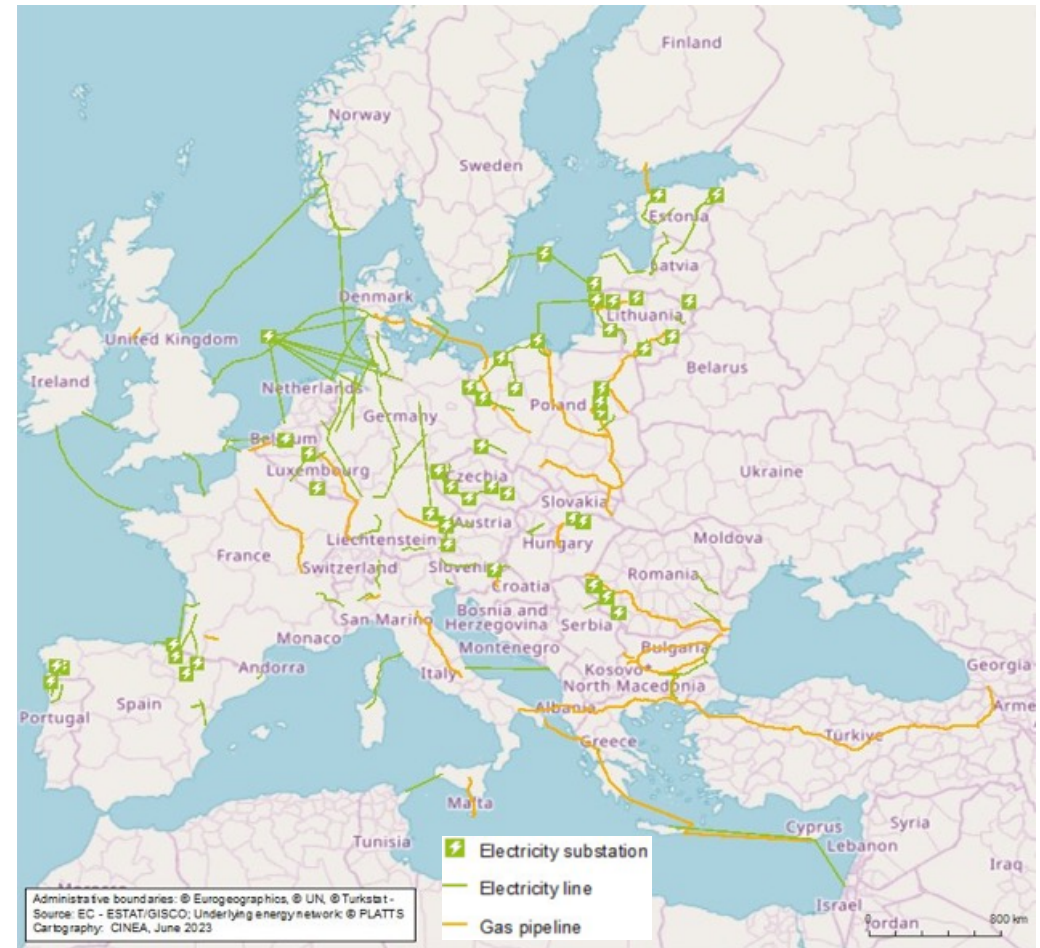


Situación Europa

Interconexión Eléctrica y Gasoductos

Vías de Interconexión Eléctrica y de Gas

- En Europa existe un **sistema eléctrico interconectado internacional**, así como gasoductos de gas natural que suministran este recurso desde largas distancias, tal y como se aprecia en la imagen.
- Este nivel de interconexión muestra las oportunidades de intercambios energéticos, y en ese sentido las importaciones de energía desde Europa, que en muchos casos están relacionadas con la importación de recursos fósiles, ya sea sólidos (carbón), petróleo o gas.
- **Europa necesita importar energía**



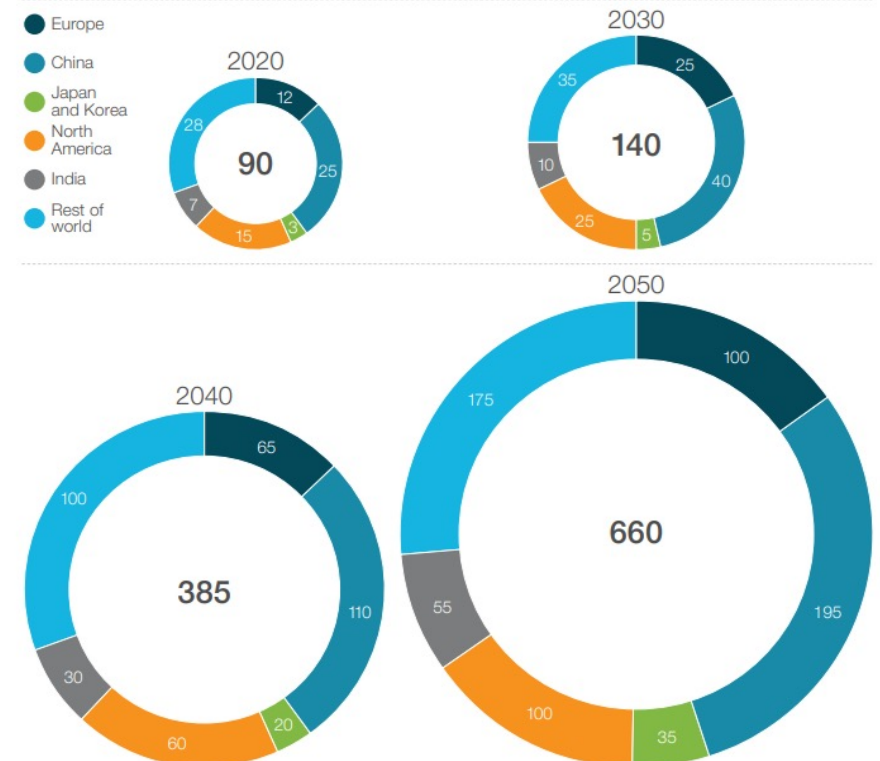
Hidrógeno Verde

Demanda Mundial de Hidrógeno Verde

Demanda Mundial Proyectada

- Se espera un **crecimiento explosivo al 2050** de la demanda de Hidrógeno mundial, así como de sus derivados.
- Europa será uno de los grandes consumidores de Hidrógeno Verde** y sus derivados para poder apoyar la **descarbonización de los consumos energéticos** en sus países, en que Alemania se posiciona como uno de los principales consumidores.
- **Gran parte de la demanda de hidrógeno verde en Alemania, y Europa en general, será abastecida mediante la importación del producto desde países como Chile.**

Hydrogen and derivatives demand by region, million tons per annum



Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization, Hydrogen Council - McKinsey & Company, October 2022

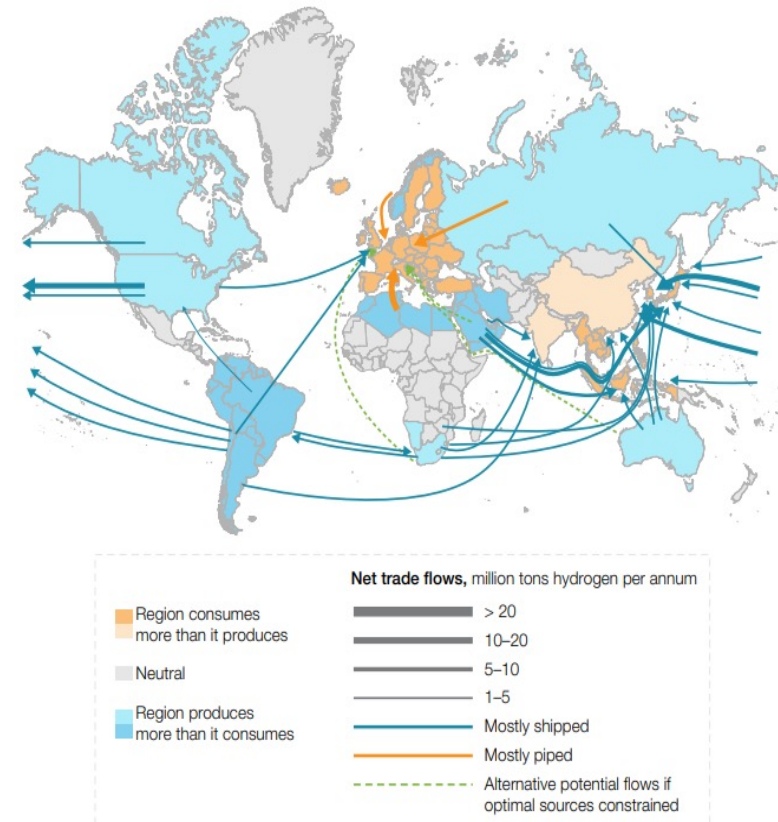
Hidrógeno Verde

Exportación de Hidrógeno Verde y Derivados

Flujos de Exportación Proyectados

- Se proyecta que los flujos de exportación de hidrógeno desde los países productores, con abundancia de recursos energéticos renovables, aumentará considerablemente con el aumento de la demanda por hidrógeno verde y sus derivados.
- Chile se encuentra en una posición privilegiada en ese sentido, gracias a su gran potencial renovable, principalmente solar y eólico, posicionándose estratégicamente en la cadena de valor del hidrógeno verde.

Major flows of hydrogen and derivatives, million tons hydrogen equivalent in 2050



Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization, Hydrogen Council - McKinsey & Company, October 2022

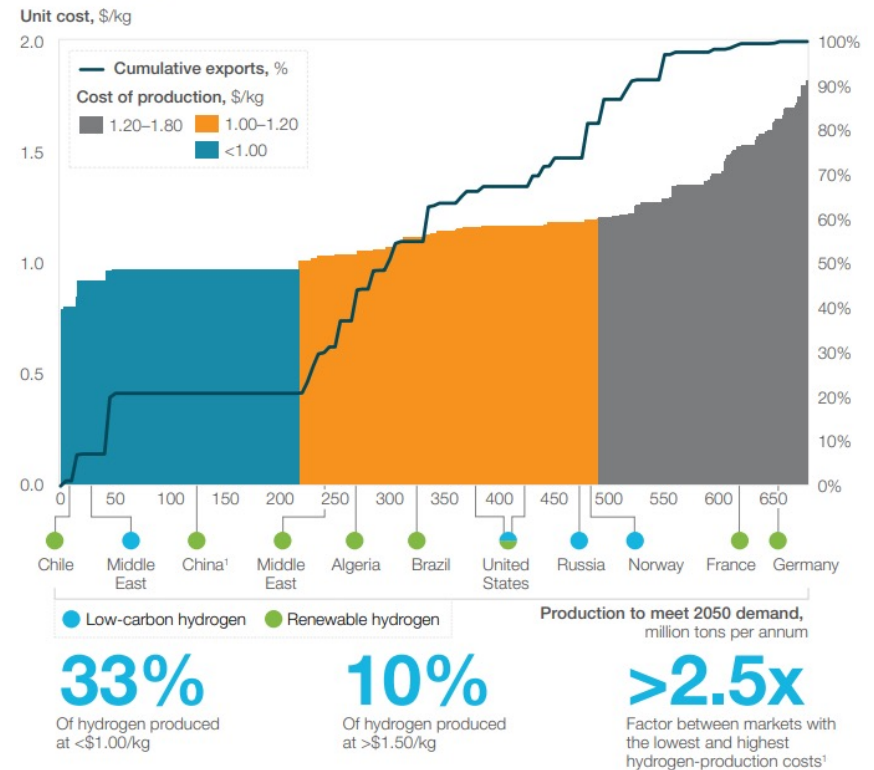
Potencial de Chile

Producción de Hidrógeno verde

Costos de Producción a Nivel Nacional

- Chile es un actor clave para el desarrollo de la industria del Hidrógeno Verde, debido a su alto potencial de energías renovables, con una gran participación solar y eólica.
- Los pronósticos estiman que Chile tiene el potencial de alcanzar los valores más competitivos a nivel mundial en la producción de Hidrógeno Verde, gracias al abundante recurso solar en el norte del país, y al recurso eólico en el sur.
- Chile además posee un gran potencial para generación de electricidad con tecnologías por Concentración Solar de Potencia (CSP), que habilitan la generación de potencia base en un régimen 24/7, permitiendo una producción estable de hidrógeno.

Global hydrogen-production cost curve, 2050



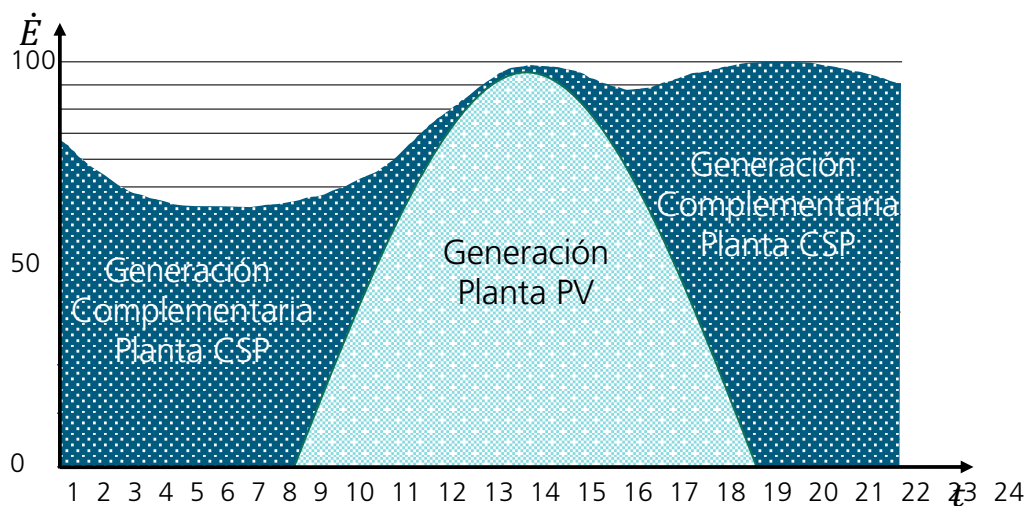
1. More expensive locations, such as Japan and South Korea (\$4/kg, which is five times the cheapest cost), are not expected to be used since importing becomes a cheaper alternative.

Global Hydrogen Flows: Hydrogen trade as a key enabler for efficient decarbonization, Hydrogen Council - McKinsey & Company, October 2022

Producción Solar de Energía 24/7

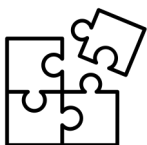
Plantas Híbridas CSP + PV

- Las **plantas híbridas** que combinan las tecnologías solares **PV** y **CSP** presentan una complementariedad en la generación de electricidad, gracias al sistema de almacenamiento, lo que **permite producir electricidad en régimen 24/7**.
- Esto constituye un **factor clave habilitante para la producción de Hidrógeno Verde (H2V)** con potencia base 24/7.



Características clave de la tecnología

Roles de la tecnología CSP



- **Potencia suplementaria:** Una garantía sólida de suministro de energía, capaz de complementar la demanda actual de energía, generando electricidad durante el día para reducir costos, liberando la energía térmica durante los peaks nocturnos para continuar con la producción de electricidad.



- **Regulador de potencia:** Un impulsor hacia una proporción más alta de energía renovable en la red, capaz de regular la carga máxima mediante la hibridación con energía solar y eólica para reemplazar parte de los combustibles fósiles y el gas natural.



- **Generación de potencia base:** Un sustituto perfecto para la energía de combustibles fósiles, capaz de servir como energía de carga base y trabajar las 24 horas del día, los 7 días de la semana, caracterizado por una respuesta rápida, alta eficiencia y capacidad de regulación de amplio rango, listo para ser despachado a pedido de la red.



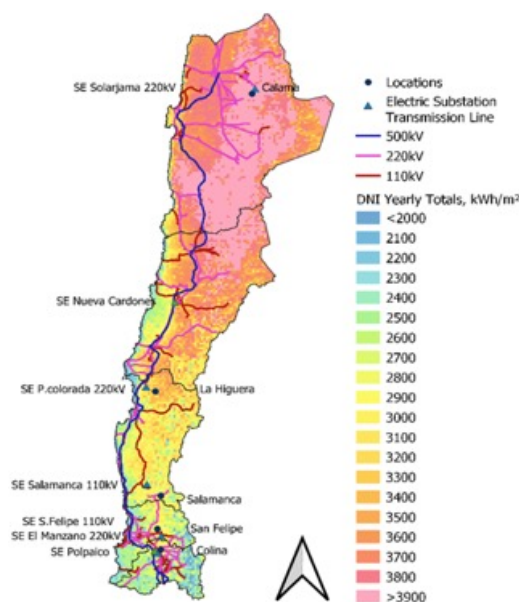
Fotografía de COSIN Solar

Sistemas Solares Térmicos

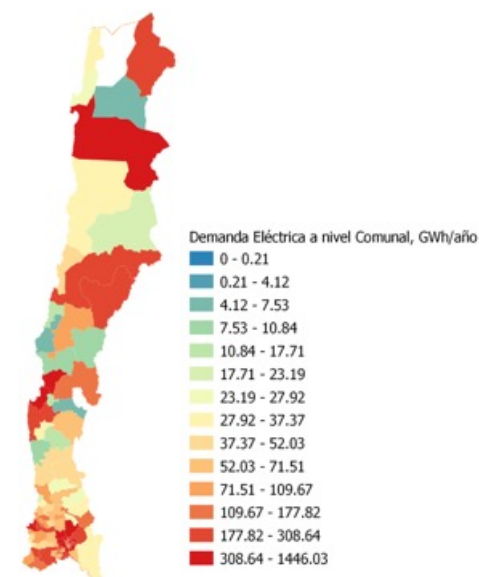
Concentración Solar de Potencia CSP

Localización de Plantas CSP en Chile cerca de la demanda

- Actualmente en Chile existe un potencial de interés para la instalación de plantas **CSP en el norte del país**, dado el sobresaliente recurso solar disponible.
- Al considerar la demanda energética del sistema, así como el potencial de recurso solar general, destaca el potencial de instalación de tecnologías **CSP cerca de los puntos de consumo**, siendo factible su evaluación y potencial incluso en zonas cercanas a Santiago, en la Región Metropolitana.
- Ayudaremos en la situación compleja del transporte de electricidad del norte a la región Metropolitana.



Mapa con recurso solar (Radiación Normal Directa) y Líneas de Transmisión del Sistema Eléctrico Nacional (Elaboración Propia).



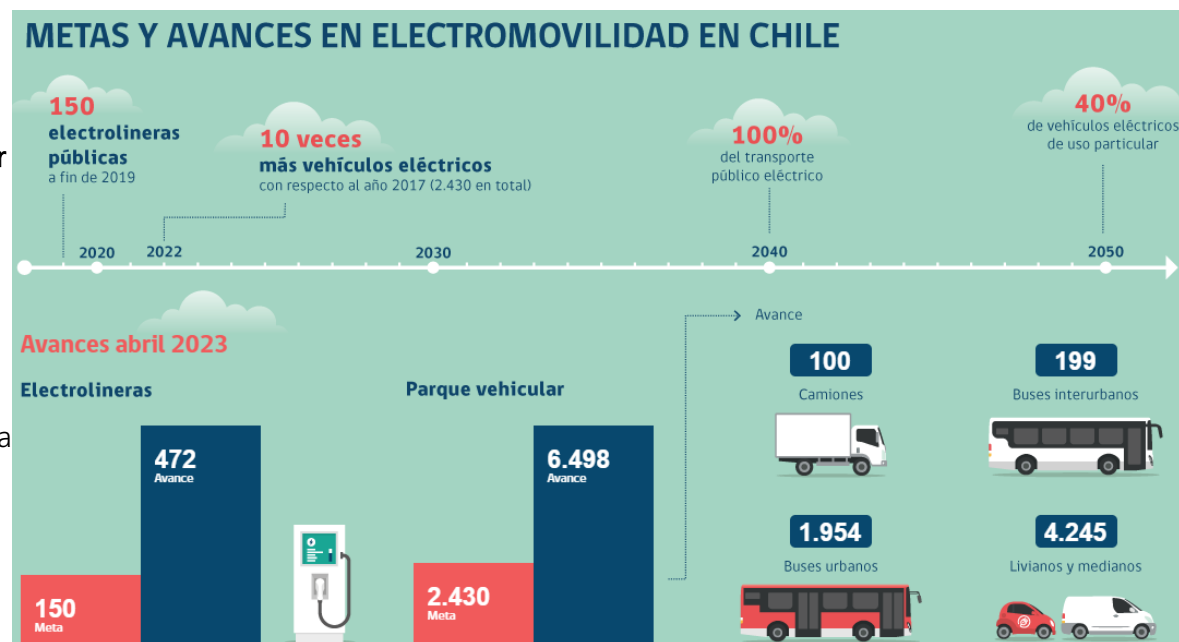
Datos de Demanda 2022 Plataforma Energía Abierta, Comisión Nacional de Energía

Electromovilidad

Metas y Desafíos en Chile

Localización de Plantas CSP en Chile cerca de la demanda

- El número de **electrolineras**, así como el **parque vehicular eléctrico** en Chile presentan un **nivel de avance importante** en comparación a las metas establecidas por el estado.
- A pesar de ello existen **desafíos importantes** en términos de instalación de la **infraestructura necesaria para alcanzar las metas a largo plazo**, así como aumentar la **participación de electricidad verde** en la matriz energética Chilena, en base a la generación mediante fuentes renovables.



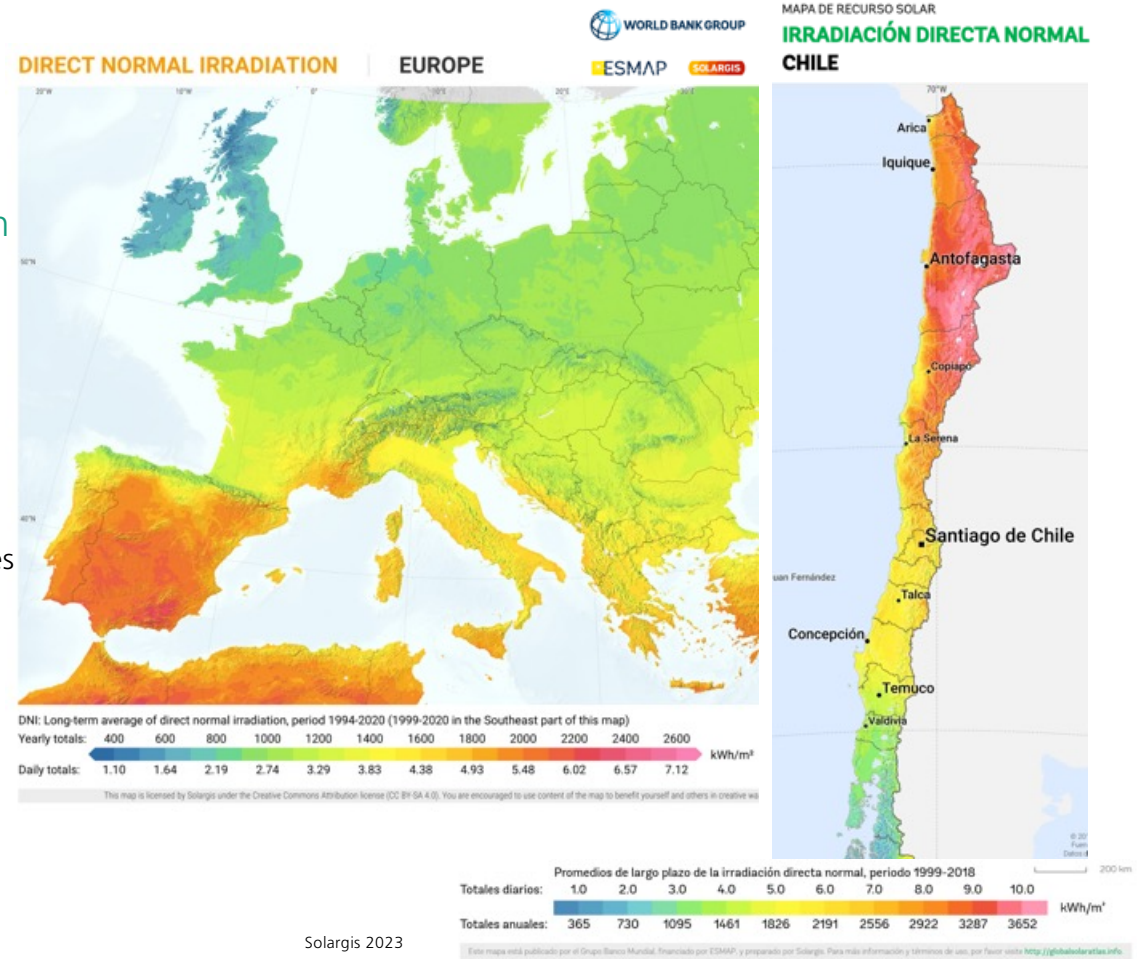
Plataforma de Electromovilidad, Ministerio de Energía, Gobierno de Chile 2023.

Potencial de Chile

Concentración Solar de Potencia (CSP)

Chile vs Europa – Una Oportunidad de cooperación

- Chile posee un recurso solar privilegiado a nivel mundial, y en términos de la radiación normal directa (DNI), componente clave para el desarrollo de sistemas solares de concentración, posee el nivel más alto del mundo.
- Comparativamente con España, donde actualmente existen múltiples plantas CSP, Chile posee valores de DNI superiores a **3600 kWh/m²/año**, en comparación a España donde los valores alcanzan un máximo de 2200 kWh/m²/año.
- **La tecnología CSP es clave** para la habilitación de una matriz energética con potencia base renovable 24/7 **gracias a los sistemas de almacenamiento energéticos.**



Solargis 2023



Contacto

Prof. Dr.-Ing. Frank Dinter
Director Ejecutivo
Tel: +562 2378 1660
Frank.dinter@fraunhofer.cl

Fraunhofer Chile Research
Centro de Tecnologías para la Energía Solar (CSET)
General del Canto 421, Oficina 402
Providencia, Santiago, Chile
www.fraunhofer.cl
www.acsp.cl