



Perspectivas del retiro de Unidades a Carbón en el SEN

Juan Carlos Olmedo H.

12 de noviembre de 2020

CENTRALES A CARBÓN EXISTENTES

- 27 centrales a carbón con 5.495 MW en operación.
- En 2019 la operación del SEN incluyó un 36,7% de generación en base a centrales a carbón.
- En enero-marzo de 2020 la operación del SEN se realizó con un 39% en base a carbón.
- Al día de hoy el aporte de las centrales a carbón alcanza un 40.4%.
- Se ha concretado la salida de la U12 y U13 (173 MW) y CTTAR (158 MW).
- Las centrales Bocamina I y Bocamina 2 han definido su salida para diciembre 2020 y mayo 2022, y las U14 y U15 para enero de 2022.

Iquique 158 MW

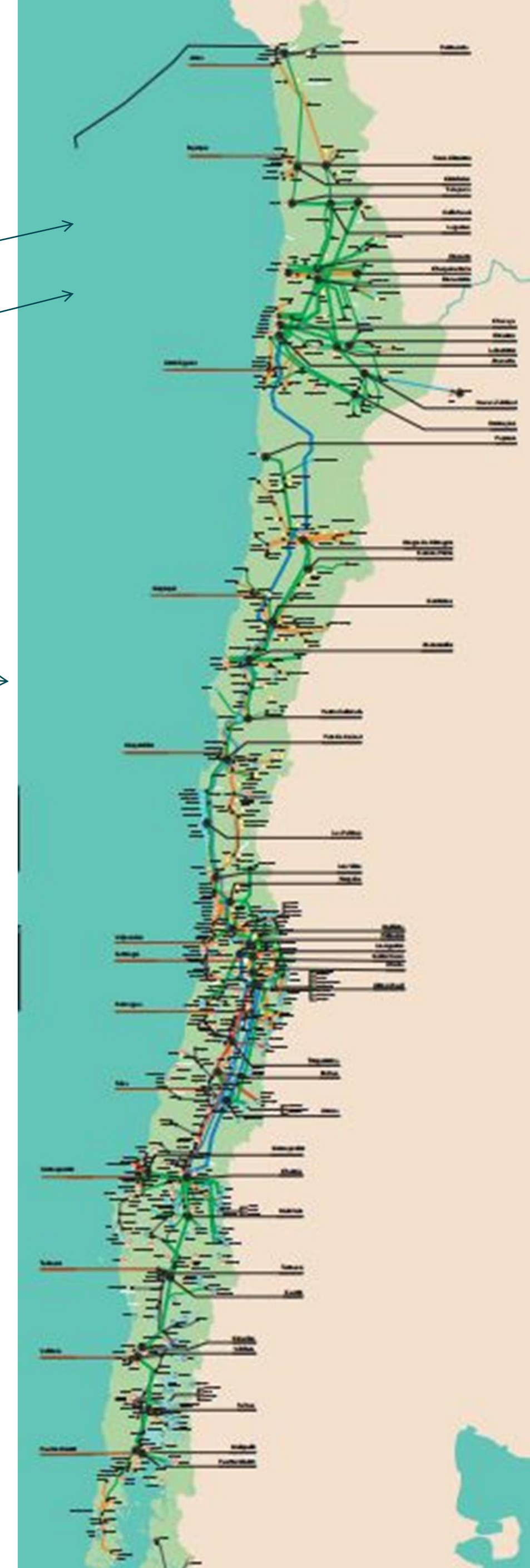
Tocopilla 718 MW

Mejillones 2.176 MW

Huasco 760 MW

Puchuncaví 872 MW

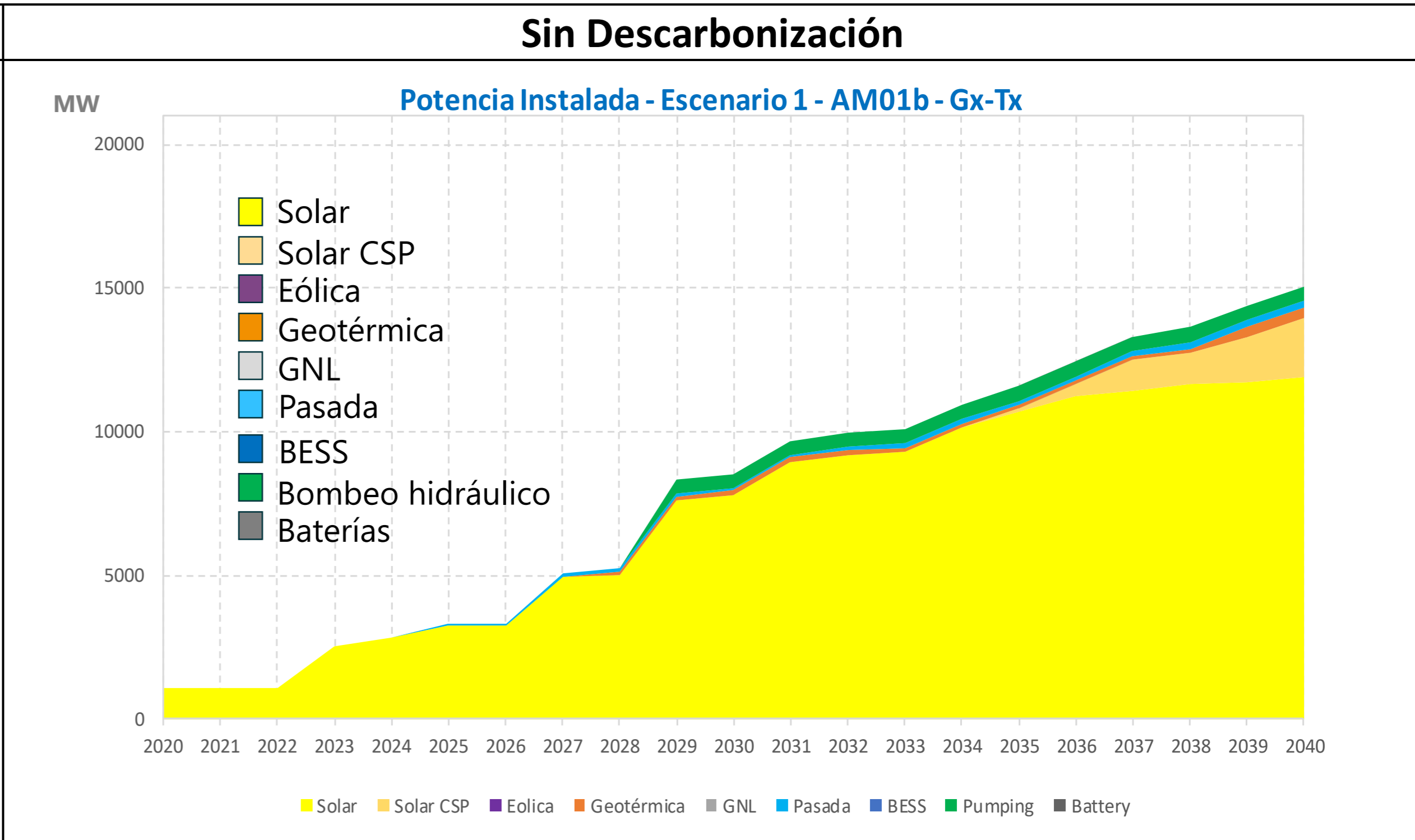
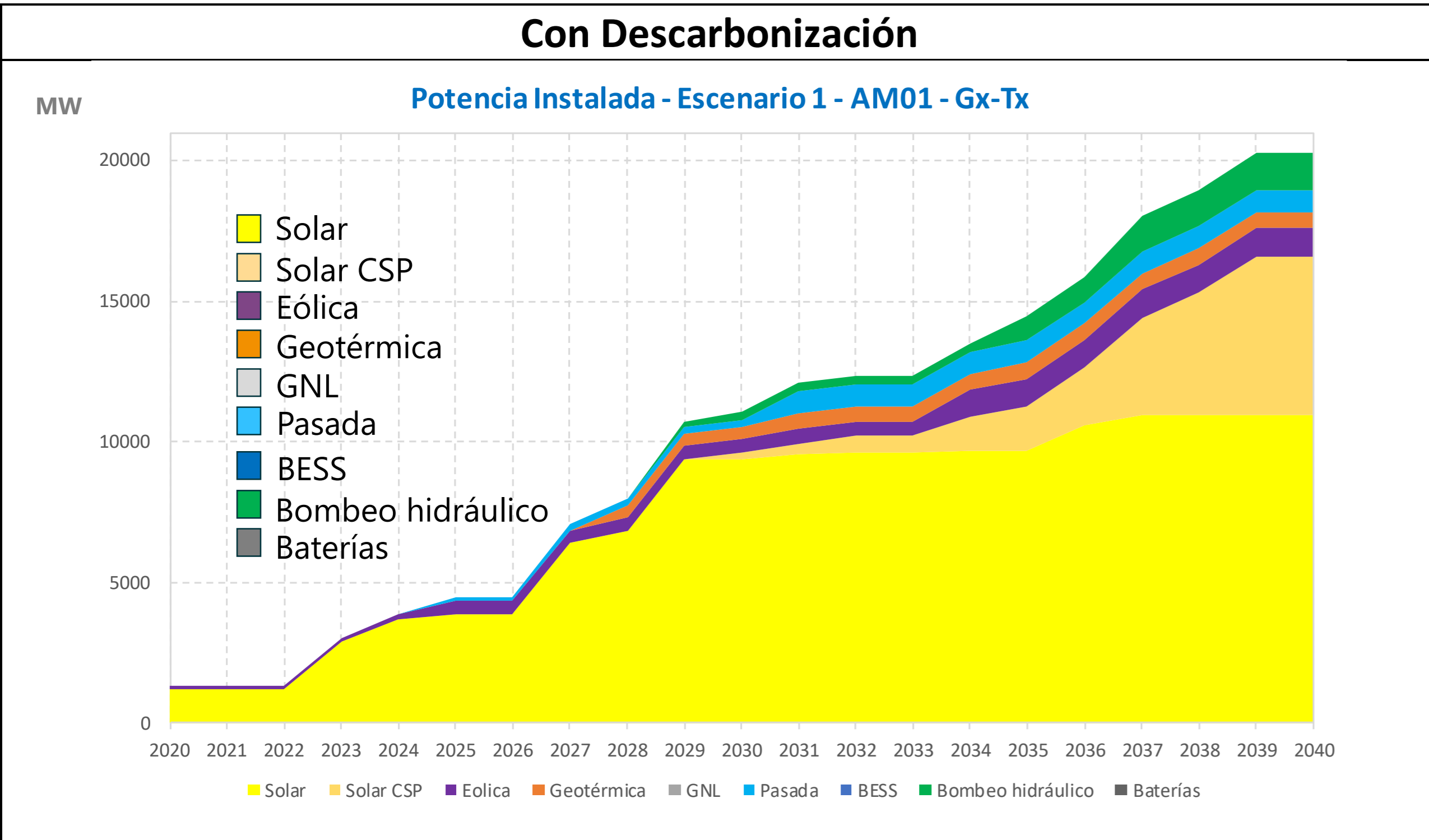
Coronel 850 MW



Estudio cronograma de descarbonización 2019

- Se realizó un estudio de carácter prospectivo y por lo tanto sus resultados y conclusiones son indicativas y no vinculantes, toda vez que ellas dependen de los escenarios futuros para el retiro o reconversión de centrales a carbón que se puedan presentar en el horizonte de estudio, por lo que es inherente su componente de incertidumbre.
- Se identificó el requerimiento del desarrollo de infraestructura de generación renovable y transmisión para **mitigar** los efectos de la **descarbonización**. Se estima en USD 20.000 Millones para el periodo 2020-2040, lo que requiere obtener permisos, financiar y construir las obras.
- Es necesaria la **expansión focalizada** del **sistema de transmisión**. La línea HVDC Kimal-Lo Aguirre es un factor crítico para viabilizar la descarbonización, cuya entrada en operación se estima para fines de 2028.
- El SEN requiere de inercia, control de reactivos, y soporte de tensión en fallas. Para esto se requiere disponer de centrales rotatorias para proveer soporte de **tensión e inercia**.

NUEVA CAPACIDAD INSTALADA DE GENERACION [MW]

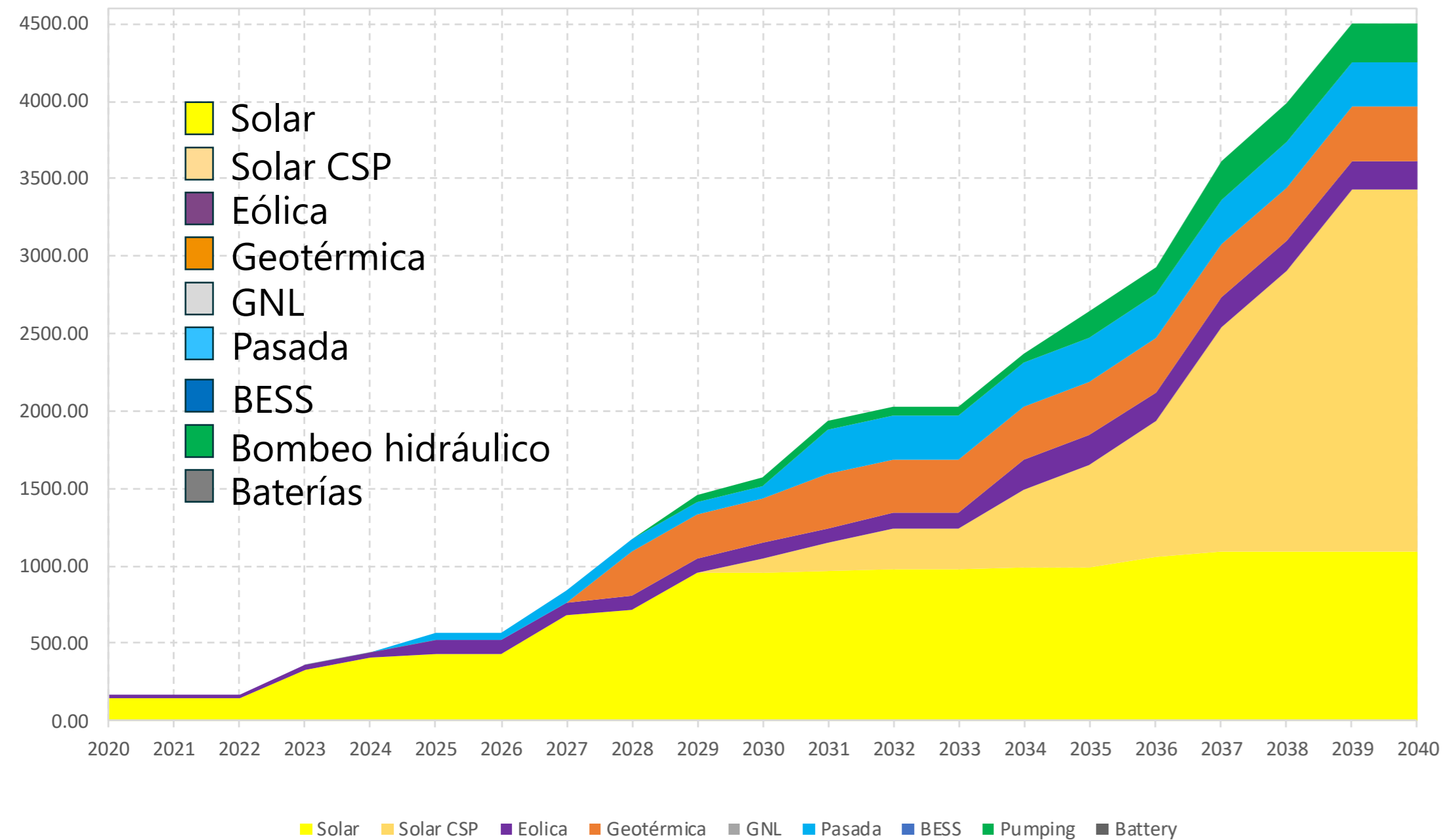


Reemplazo significativo por tecnologías renovables CSP, eólico, geotérmico, hidropasada y bombeo hidráulico desde el año 2027 en adelante. Al 2040 se requiere aproximadamente 5.000 MW de potencia instalada adicional.

COSTOS DE INVERSIÓN EN INFRAESTRUCTURA (MMUSD)

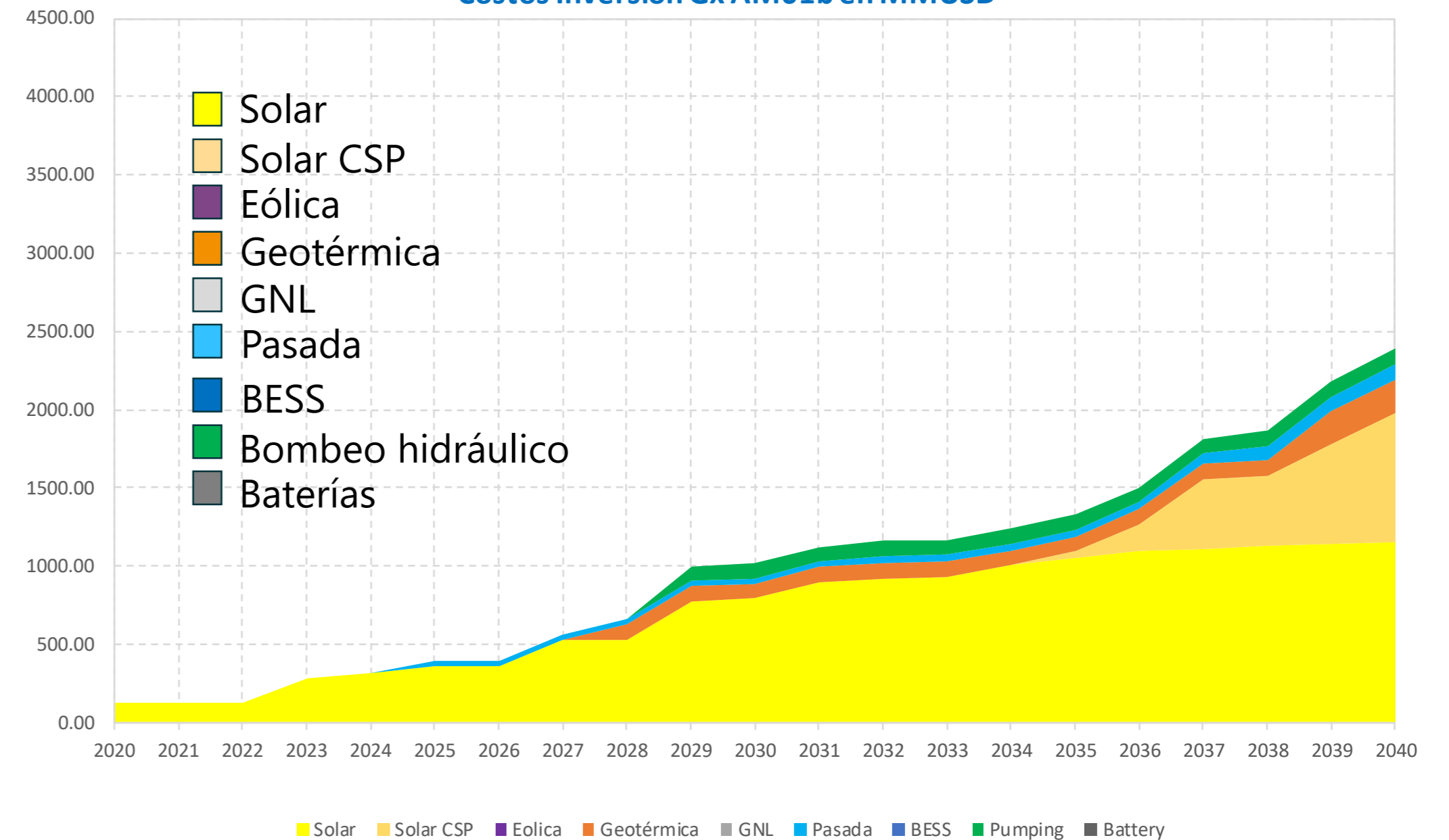
Con Descarbonización

Costos de inversión Gx AM01 - Millones USD



Sin Descarbonización

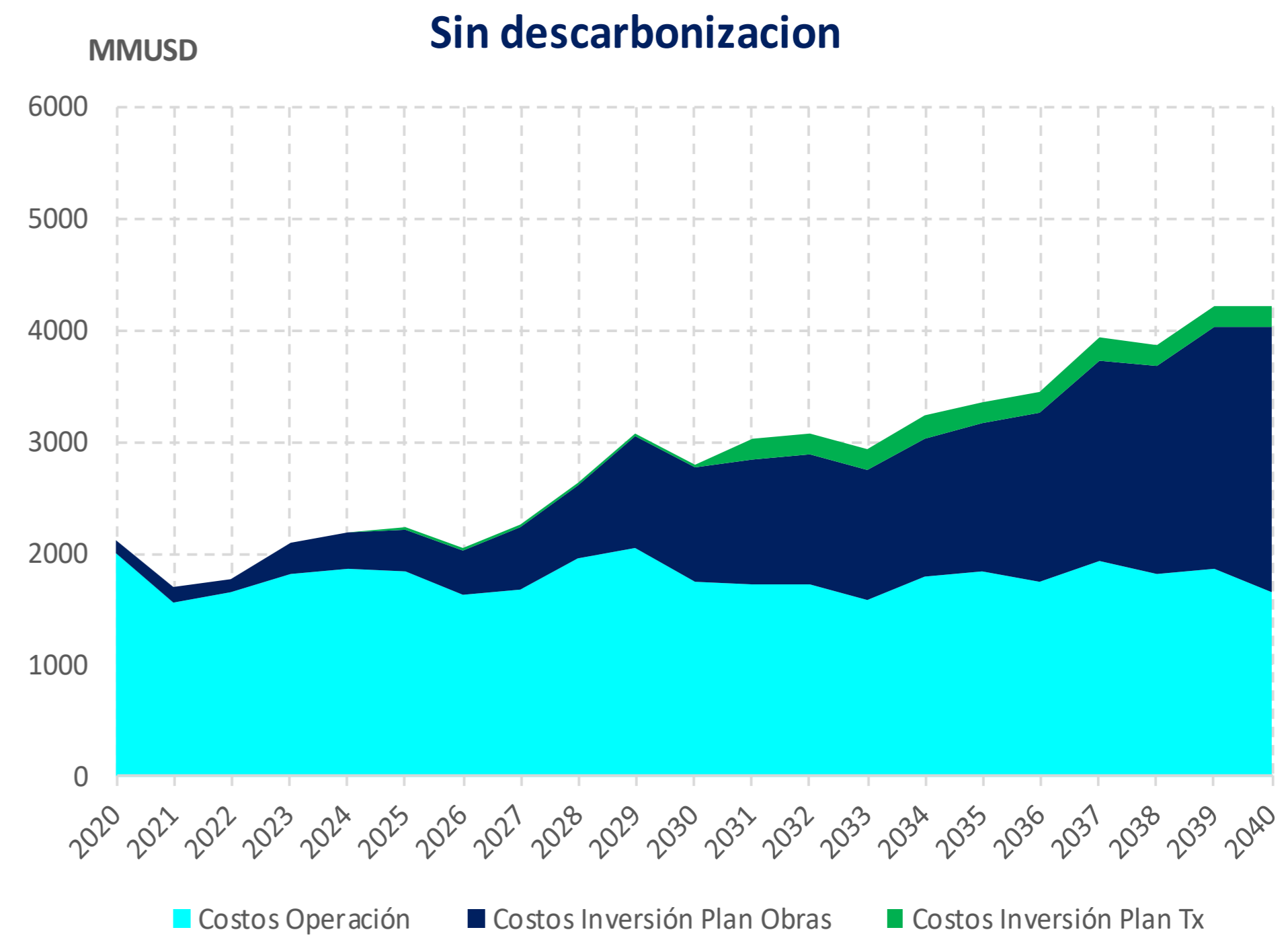
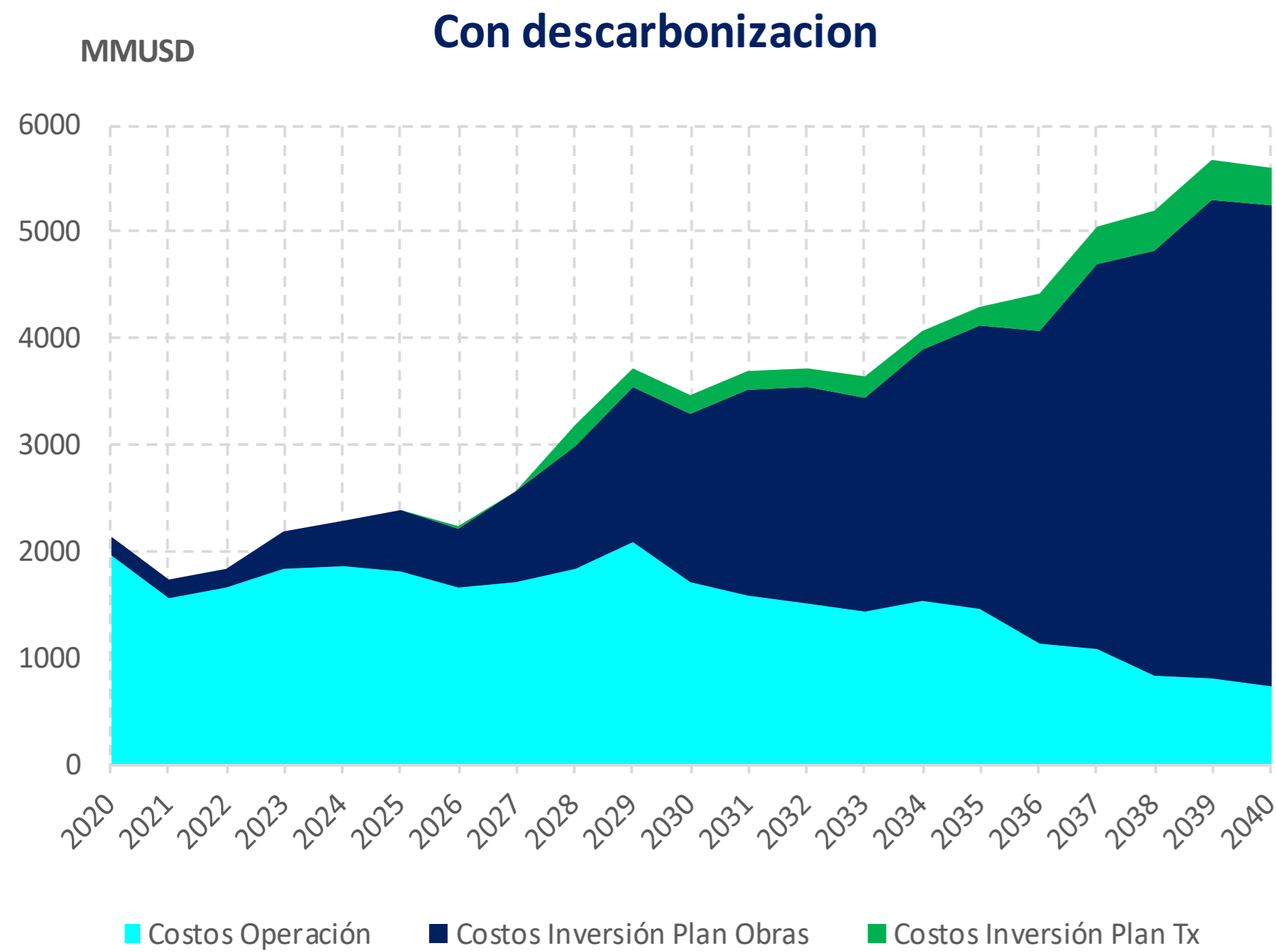
Costos Inversión Gx AM01b en MMUSD



Costos de inversión aumentan significativamente por retiro de infraestructura a carbón.

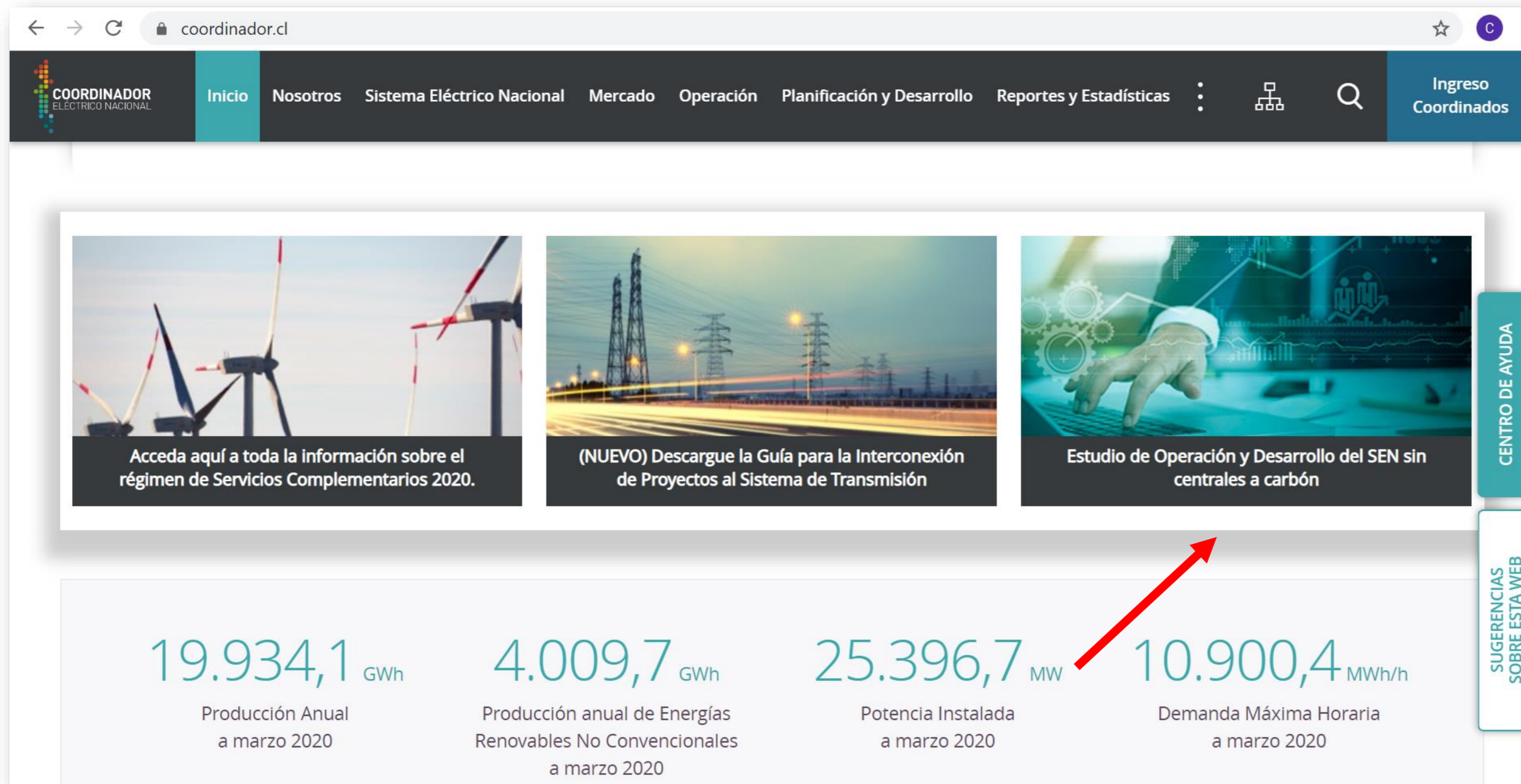
Reemplazo desde 2024 básicamente por CSP, geotermia, hidropasada y bombeo hidráulico (este último más hacia el final de horizonte). A 2040 se retiran 5.200 MW de carbón. Aumento de demanda de punta de 8.300 MW aprox. y se adicionan 20.000 MW de nueva oferta.

COSTOS DE INVERSIÓN+OPERACIÓN (MMUSD)



Con la entrada de oferta renovable los costos de operación disminuyen, pero los costos de inversión aumentan en mayor proporción (se considera anualidad de inversión)

ESTUDIOS DISPONIBLES DESCARBONIZACIÓN

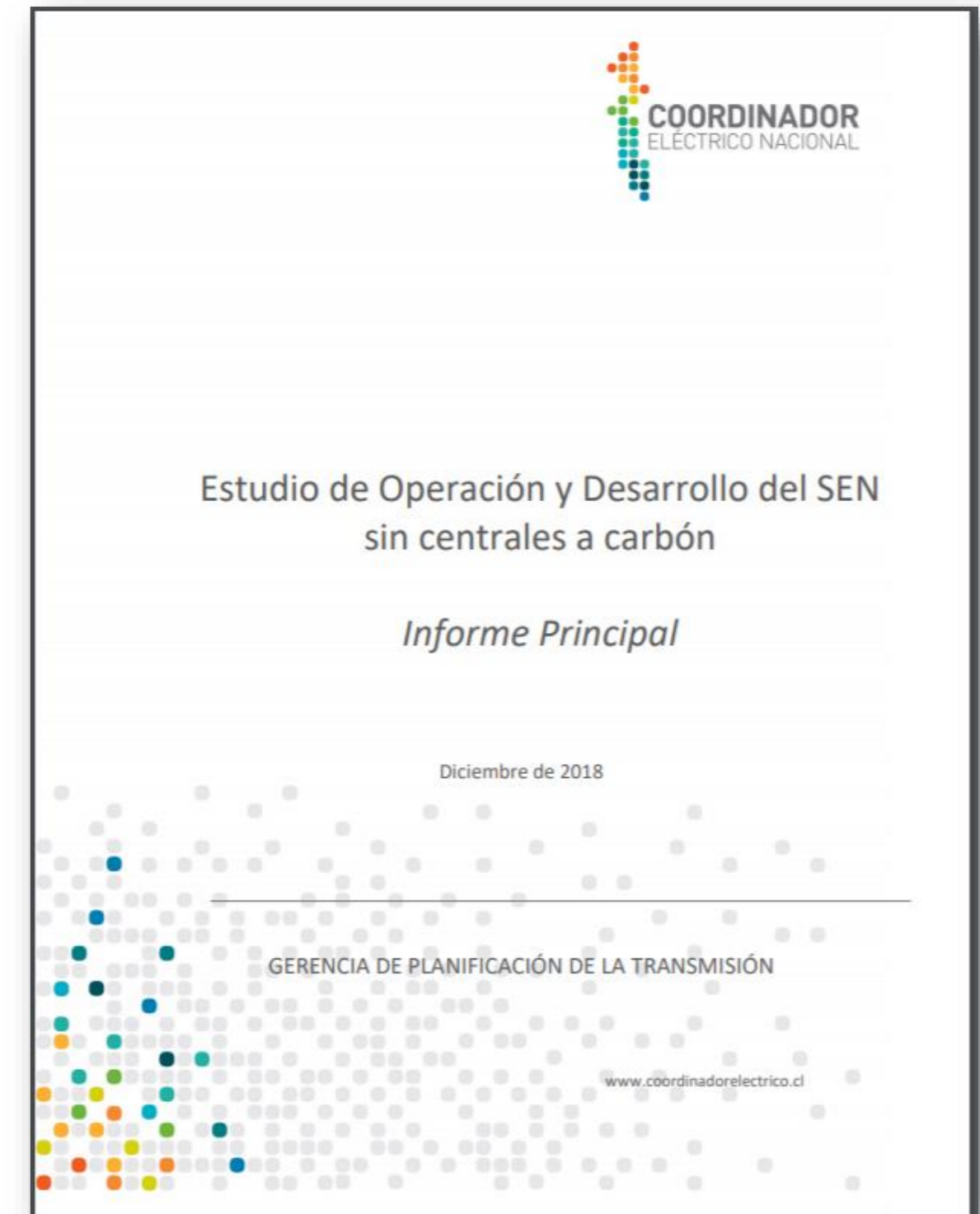


Website navigation: Inicio, Nosotros, Sistema Eléctrico Nacional, Mercado, Operación, Planificación y Desarrollo, Reportes y Estadísticas, Ingreso Coordinados.

Dashboard statistics:

19.934,1 GWh	4.009,7 GWh	25.396,7 MW	10.900,4 MWh/h
Producción Anual a marzo 2020	Producción anual de Energías Renovables No Convencionales a marzo 2020	Potencia Instalada a marzo 2020	Demanda Máxima Horaria a marzo 2020

Navigation sidebar: CENTRO DE AYUDA, SUGERENCIAS SOBRE ESTA WEB.



<https://www.coordinador.cl/desarrollo/documentos/estudios-de-planificacion/estudio-de-operacion-y-desarrollo-del-sen-sin-centrales-a-carbon/>

FACTORES HABILITANTES PARA LA DESCARBONIZACION

- El Coordinador como responsable de la coordinación de la operación técnica y económica del sistema Eléctrico, debe garantizar la seguridad y calidad de servicio en el sistema eléctrico nacional, para asegurar un suministro eléctrico estable, confiable y seguro y a mínimo costo para todos los consumidores, mediante la utilización óptima de los recursos energéticos existentes en el territorio nacional.
- Para viabilizar el retiro de centrales generadoras a carbón se requiere:
 - Desarrollo oportuno y capacidad suficiente de nuevas instalaciones de **transmisión**.
 - Desarrollo de nuevas centrales generadoras renovables, las que deberán proveer **inercia, potencia de cortocircuito**, regulación de tensión, flexibilidad y Servicios Complementarios suficientes para garantizar la calidad y seguridad de servicio.
 - El proceso de descarbonización debe implicar una **reducción efectiva de emisiones de carbono** (CO₂).
 - Y siempre asegurar la continuidad del servicio eléctrico y a un costo razonable para los **17 millones de chilenos(as)**.

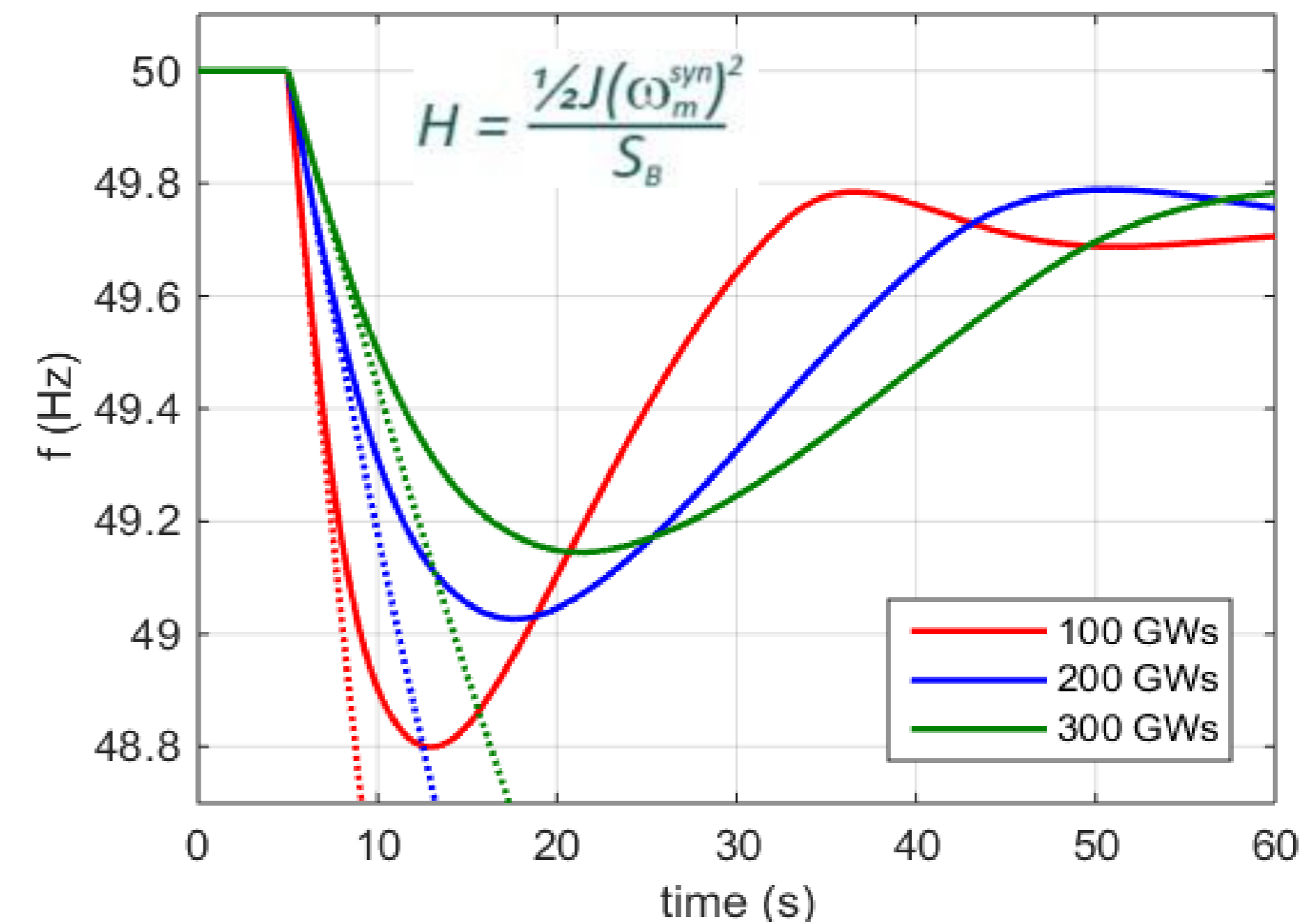
Se requiere inercia para el control de frecuencia y control de desbalances generación-demanda

La inercia es la energía cinética almacenada en un grupo generador-turbina a velocidad nominal. La constante de inercia (H) es la inercia por unidad de capacidad (MVA). Cada unidad generadora tiene una inercia cuyos valores típicos van entre 3-8s para unidades hidro y entre 2-5s para térmicas, siendo las turbinas a gas las que poseen valores más bajos, alrededor de 2-3s. El H de las ERV en base a inversores es igual a cero.

La inercia está directamente relacionado con a frecuencia y básicamente mientras mas bajo su valor más oscilatorio o inestable es el sistema ante un desbalance de generación carga (pérdida de un generador o una carga importante)

Mientras mas baja la inercia en el sistema, la caída de frecuencia ante una falla es más pronunciada, alcanzando niveles mínimos de manera mas rápida y ocasionando un respuesta oscilatoria de la frecuencia que puede producir salida en cascada de centrales y/o cargas (verde=alto H, y rojo=bajo H)

La inercia sistémica se calcula como la suma producto de los H_i y S_i , dividido por la demanda total mas reservas. Un valor de H global debe estar sobre 2-3s para asegurar un sistema es estable.



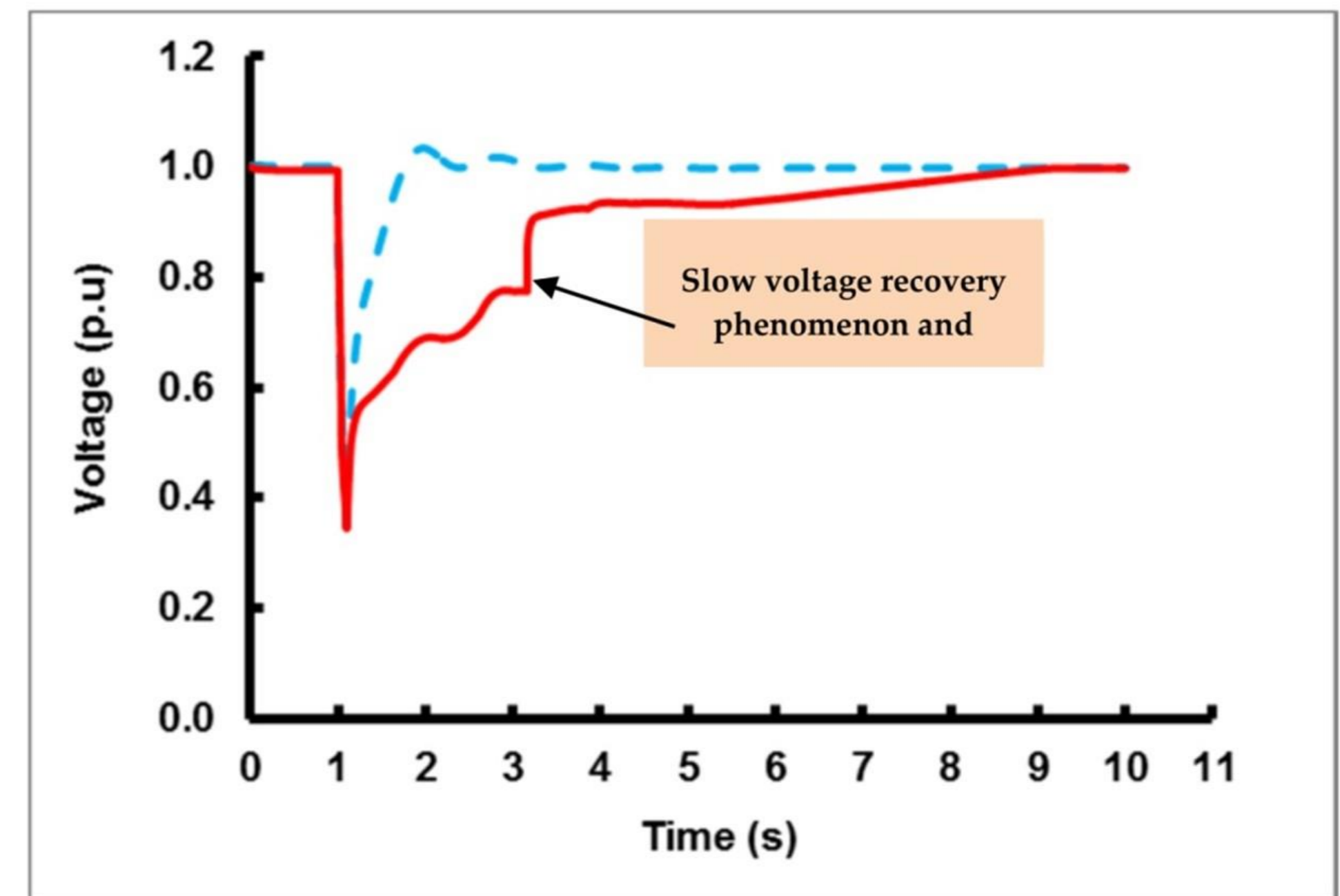
Se requiere potencia de cortocircuito para el control de tensión en eventos de fallas

La potencia, corriente o nivel de cortocircuito, corresponde al aporte máximo de corriente, en un determinado nodo del sistema, durante una falla. Dado que durante fallas la tensión se reduce considerablemente (incluso a cero), las máquinas síncronas tienden a aportar corriente de falla que es mayoritariamente reactiva a fin de contrarrestar la baja de tensión, esta corriente reactiva además sirve para detectar fallas y hacer operar protecciones de manera correcta. Las ERV en base a inversores no aportan corriente de falla pues los elementos semiconductores no tienen capacidad de sobrecarga como las máquinas síncronas.

Los efectos de un bajo nivel de cortocircuito son dos:

- En casos extremos, con niveles CC muy bajos, la incapacidad de detectar fallas puede conducir a una mala coordinación de protecciones.
- No hay aporte de reactivos durante fallas haciendo más lenta la recuperación de la tensión ante fallas pudiendo eventualmente propagarse conduciendo a una inestabilidad y posible colapso de tensión.

Valores mínimos, para Tx debiesen estar en rango de 6-10kA o $SCR > 2$, dependiendo de las características del sistema y la carga.



Chile está liderando la transición energética en la región y el mundo...



95% 7:56 AM

Tweet

António Guterres
 @antonioguterres

I am very pleased by pledges by Finland and Chile to be carbon neutral by 2035 and 2050 respectively. I urge countries around the world to continue taking decisive and transformative [#ClimateAction](#) so we can tackle the climate emergency.

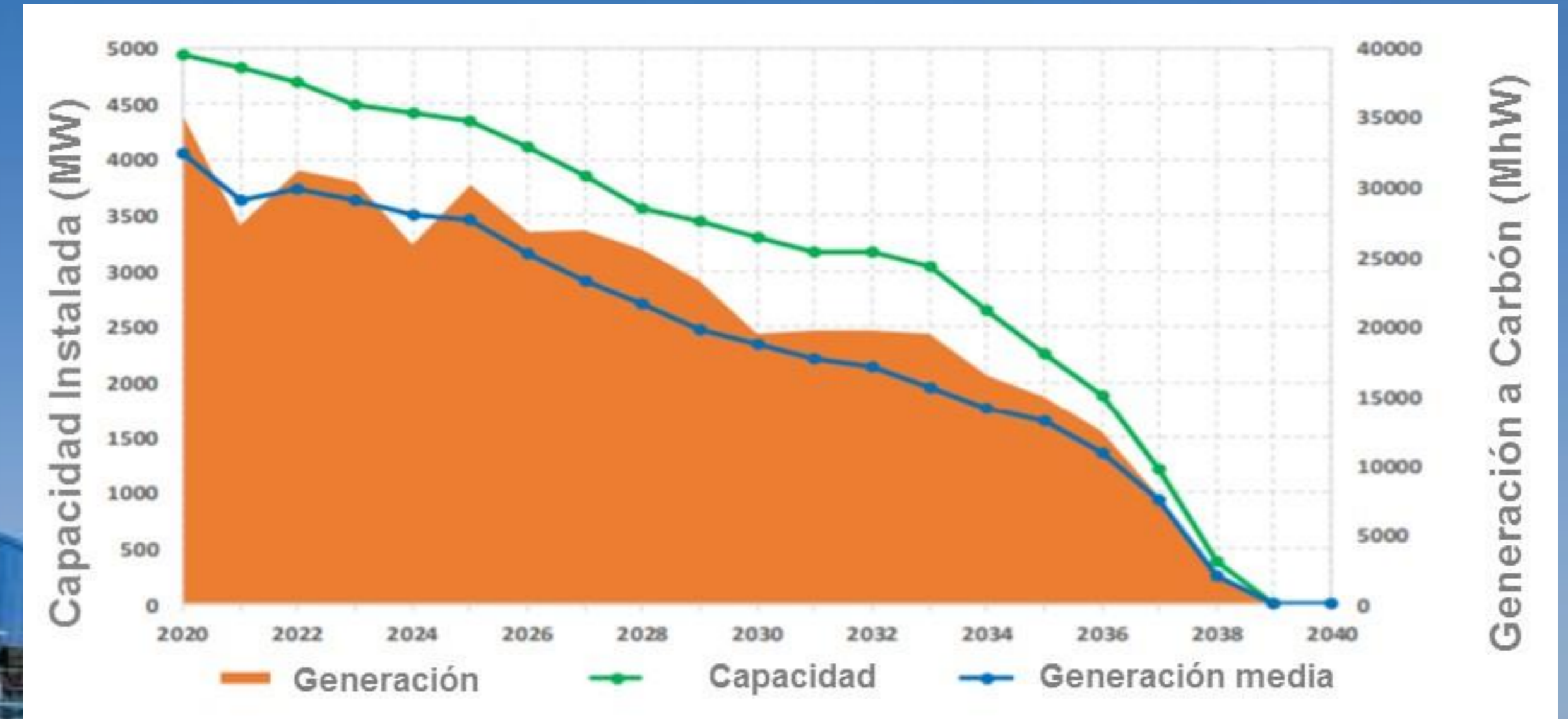
7:23 AM · 07 Jun 19 · Twitter for iPhone

823 Retweets 2,491 Likes



Carbono Neutralidad y Descarbonización

- ✓ Carbono Neutralidad al 2050
- ✓ Plan de Descarbonización al 2040



El Mercurio de Santiago - Sábado, 5 de Octubre de 2019

EN UN COMIENZO, EL CALENDARIO DEL GOBIERNO CONSIDERÓ EL FIN DE LAS CENTRALES EN 2040:

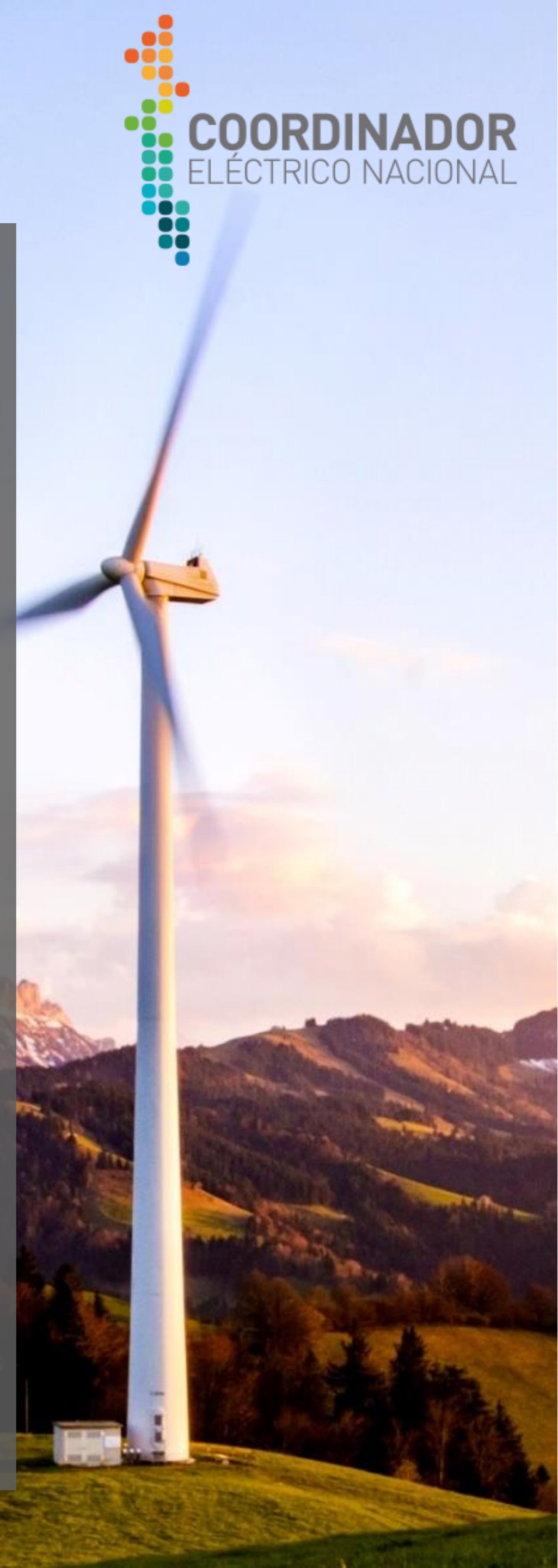
Ministro Jobet asegura que se están dando las condiciones para adelantar cierre de carboneras

La autoridad planteó que las tecnologías que están actualmente disponibles en la industria, junto con la presión de las nuevas generaciones, podrían ayudar a acelerar este proceso, que en un principio tiene que ser reevaluado en 2025.

Engie da inicio a inversiones

Desafíos y Oportunidades

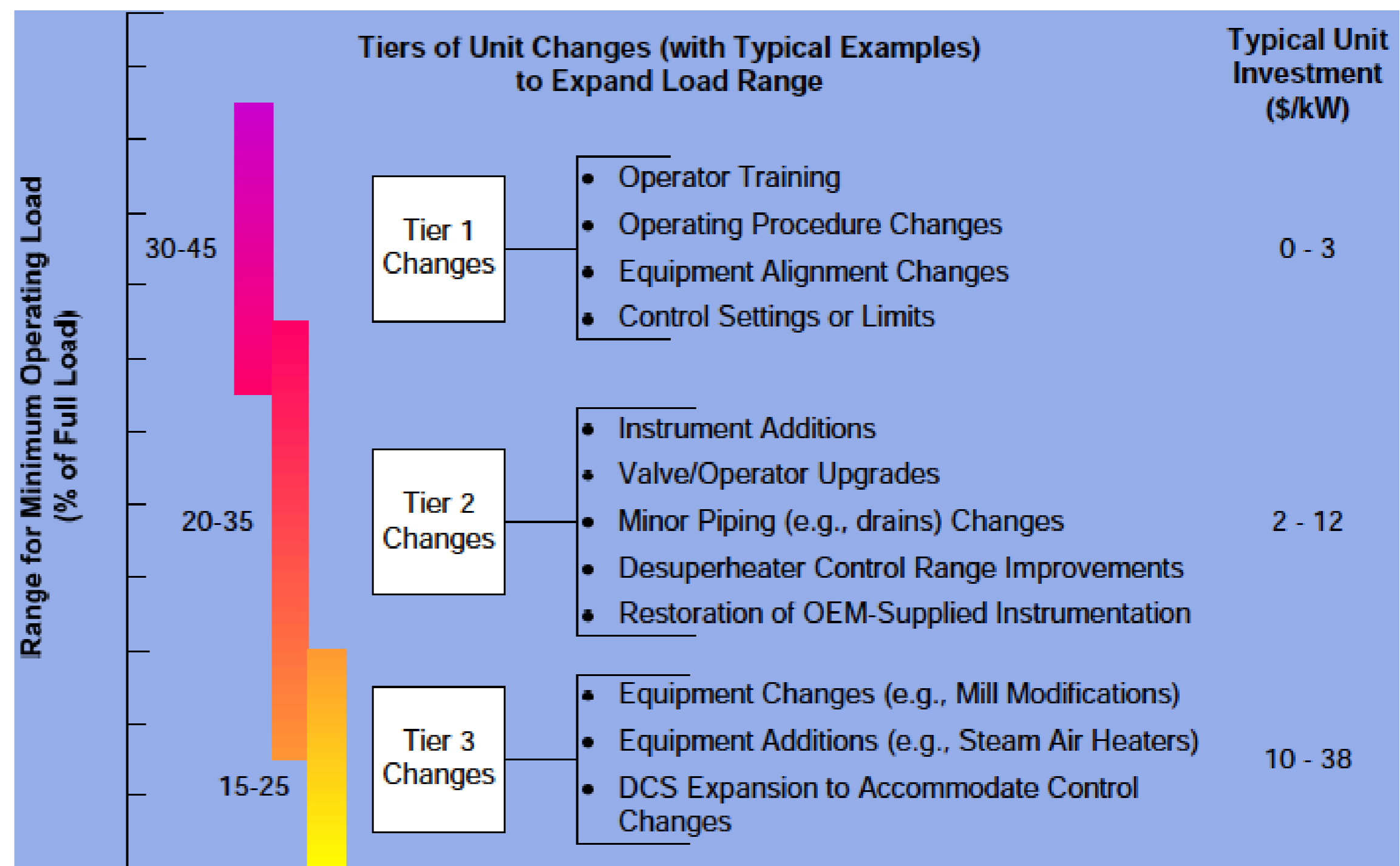
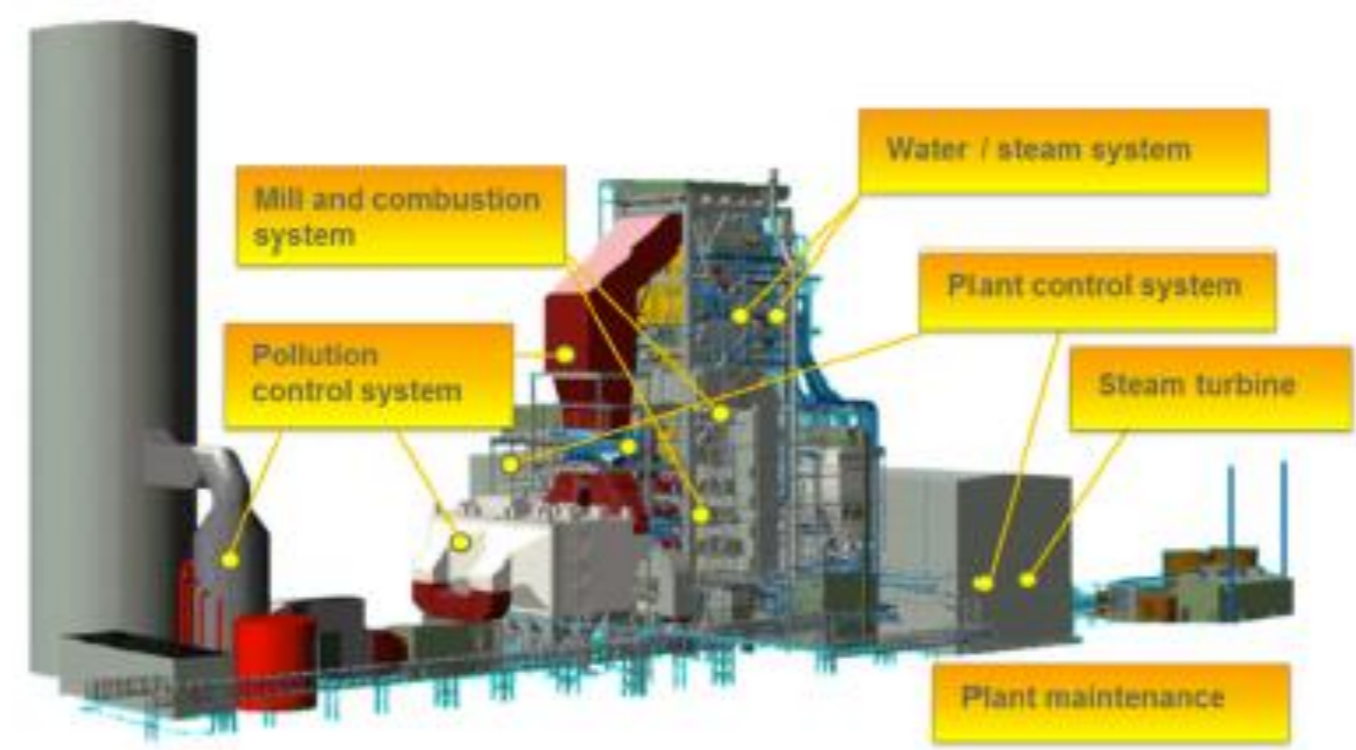
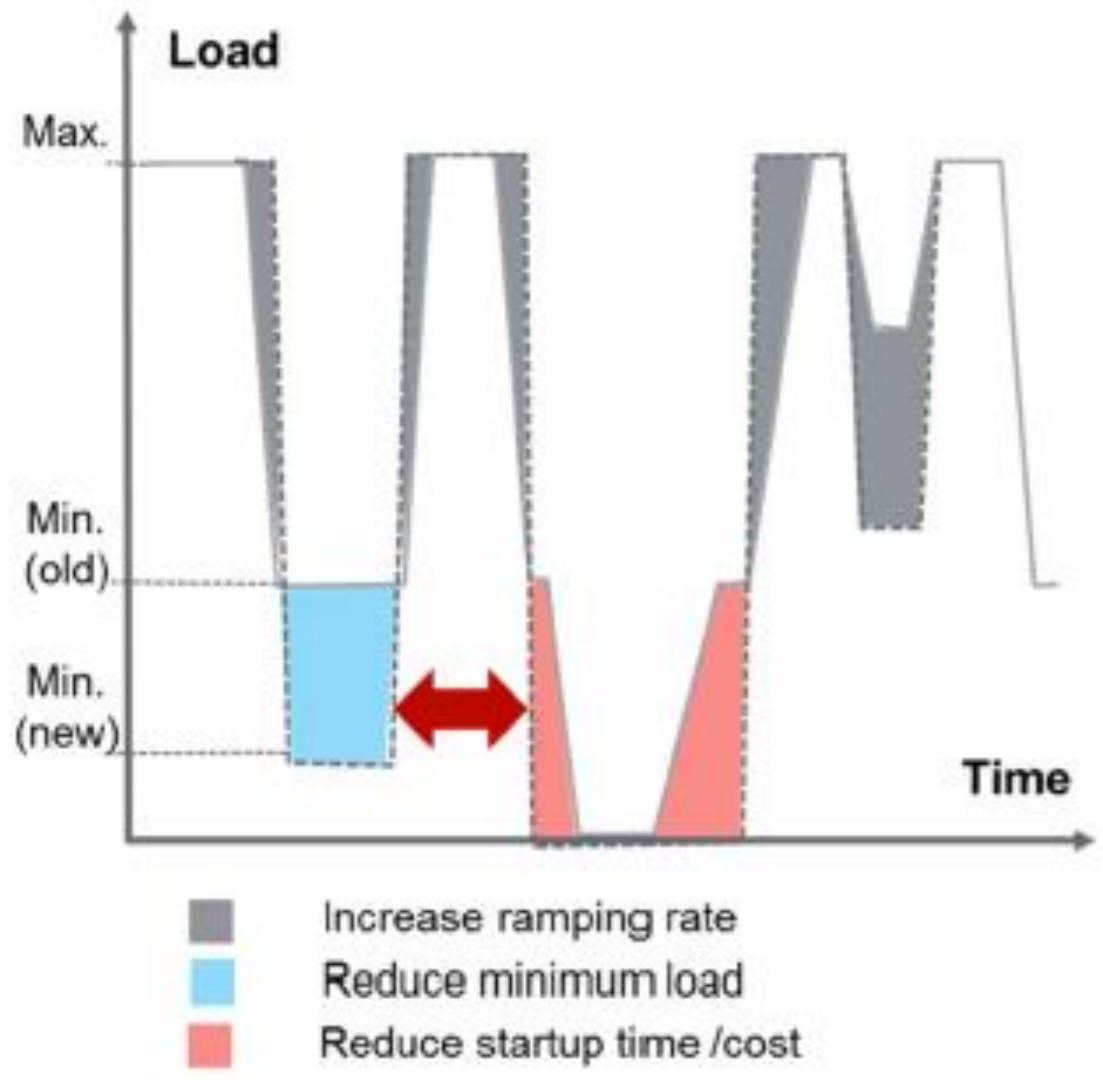
- ✓ Descarbonización
 - Necesidad de generación renovable y combustible de transición
 - Flexibilidad en el sistema
 - Recursos de inercia y potencia de cortocircuito
- ✓ Electrificación y Crecimiento de Demanda
 - Consumo se duplica al 2050
 - Reemplazo de combustible fósiles y electromovilidad
- ✓ Desarrollo de Infraestructura
 - Transmisión suficiente y oportuna (Proyecto HVDC)
 - Distribución (DERs)
- ✓ Adaptación al Cambio Climático
 - Seguridad y resiliencia
- ✓ Digitalización y Nuevas Tecnologías
 - Almacenamiento, CSP, Smart Grids, TIC, AI, IoT, Blockchain, Big Data...



**¿Cuáles son las
opciones para
las centrales a
carbón?**

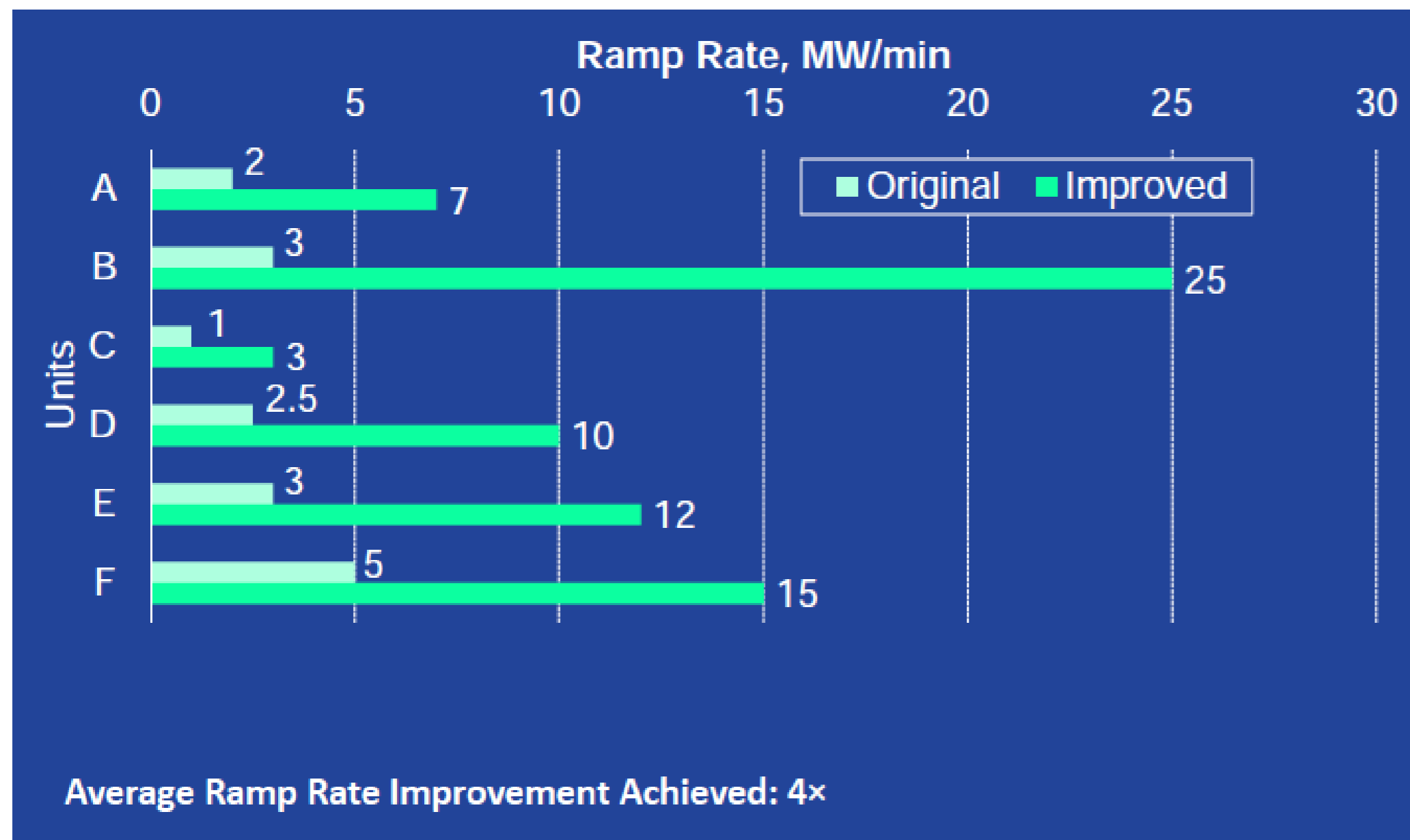


Primeras acciones han sido tendientes a lograr mejoras operacionales

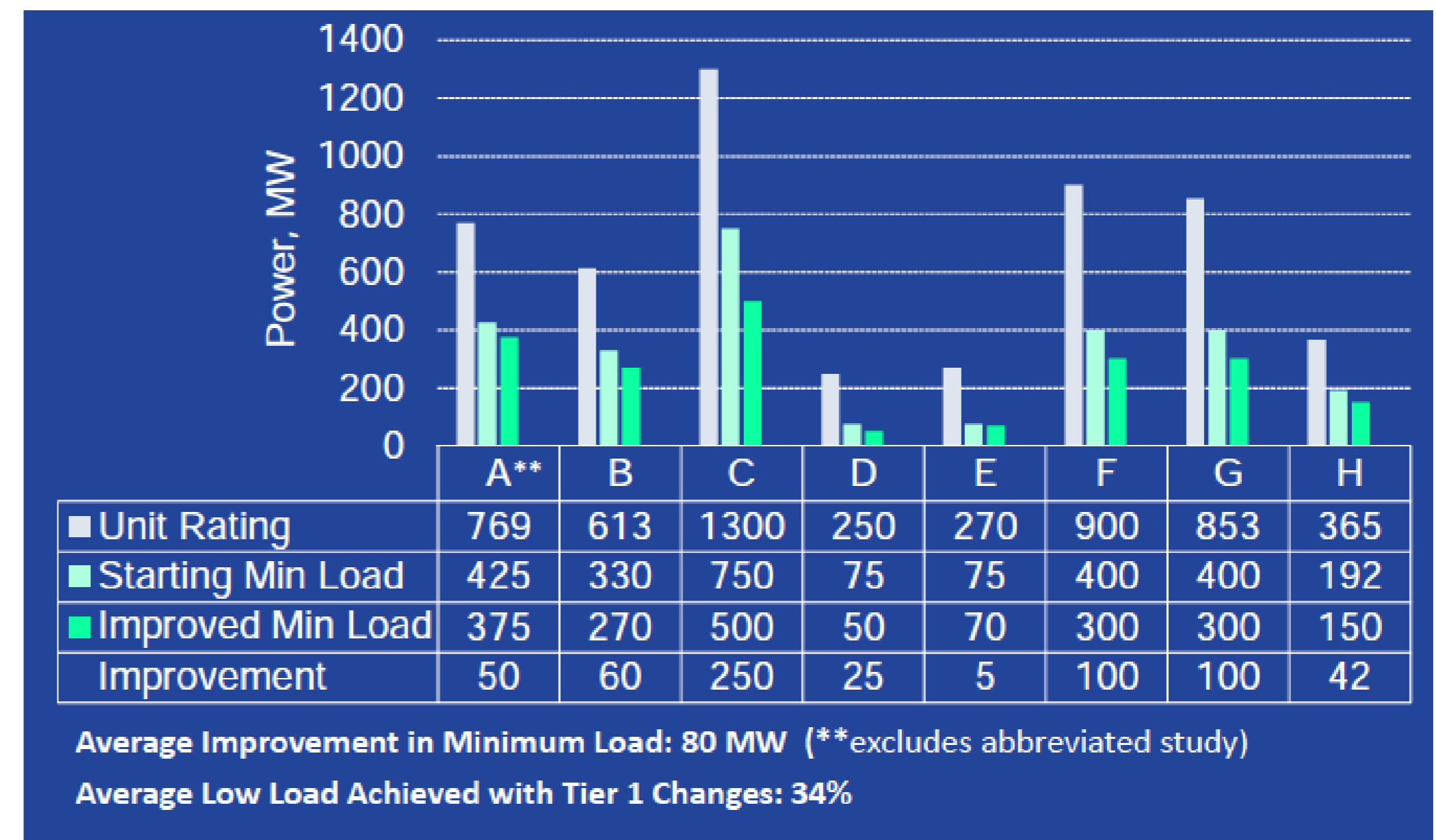


Si bien se logra mayor flexibilidad, el efecto en reducción de emisiones es acotado

Industry-Reported Ramp Rate Improvements



Minimum Load Improvements



Reemplazo de combustible a gas natural o co firing carbón/gas natural

Perdida de eficiencia atenúa el efecto de reducción de emisiones.

Incremento de costos de operación.

Solución solo podría diferir el retiro de servicio de las centrales

Se requiere nueva infraestructura de suministro de gas natural.



Conversión mediante reciclaje de activos de generación termoeléctrica para conversión a generación renovable acelerará el proceso de descarbonización

RWE

login

← Zurück zur Übersicht

Share | Twitter | Like 104

Store2Power Pilot Project Germany

Köln/Essen, 15 März 2019
RWE Power AG

Wegweisendes Pilotprojekt: Im Rheinischen Revier entsteht ein Wärmespeicherkraftwerk

- Gemeinsame Planung von RWE Power, DLR und FH Aachen
- Flüssigsalz-Anlage integriert erneuerbare und konventionelle Energieträger und schafft Perspektive für Kraftwerksstandorte
- Land NRW fördert Planung mit 2,9 Millionen Euro

Erneuerbare Stromerzeugung

Elektrischer Erzeuger

heißer Salztank

kalter Salztank

Wärmespeicheranlage mit Dampferzeugung

Kohle-Blockheizkraftwerk

Dampferzeugung mit Gasenergie

Kühlturm

Vorhandenes Kraftwerk

Wärmehaube

Sistema de baterías de Carnot son una alternativa tecnológica habilitante del proceso de descarbonización

- Se estima cobertura eficientes de reconversión de hasta el 70% de la capacidad instalada a carbón.
- Se logra reducción efectiva de emisiones.
- Alta complementariedad baterías de Carnot con tecnología solar FV.
- Primeros proyectos de reconversión se requieren en la zona norte del SEN.
- Al ser generadores síncronos aporta inercia al sistema en modo generación y alta capacidad de reserva para control rápido de frecuencia en modo carga.
- Alta eficiencia en el uso del sistema de transmisión, al reducir condiciones de congestión.
- Potencial preliminar reconversión usando capacidad de transmisión existente alcanza 1640MW equivalente a 1/3 de la capacidad instalada.