

Integración de Flexibilidad desde la Demanda en el Sistema Eléctrico Chileno para Facilitar una Profunda Descarbonización del Sector Energético Nacional

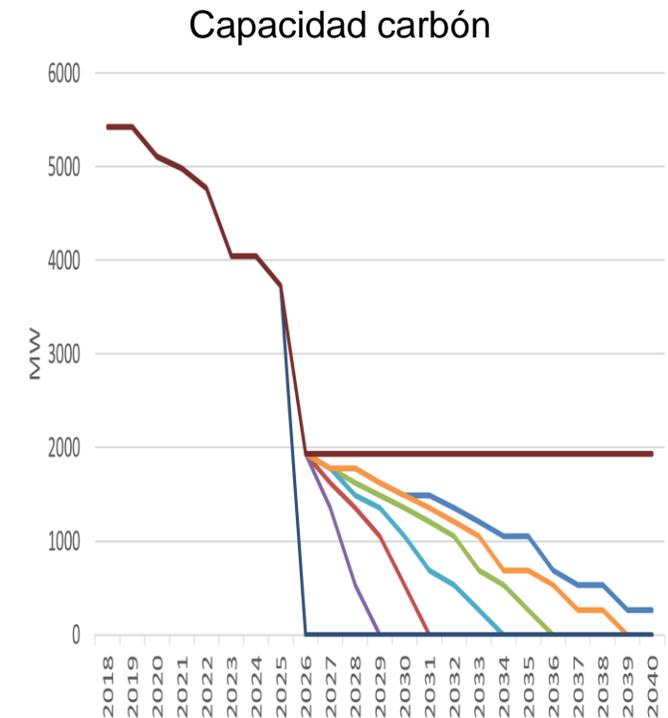
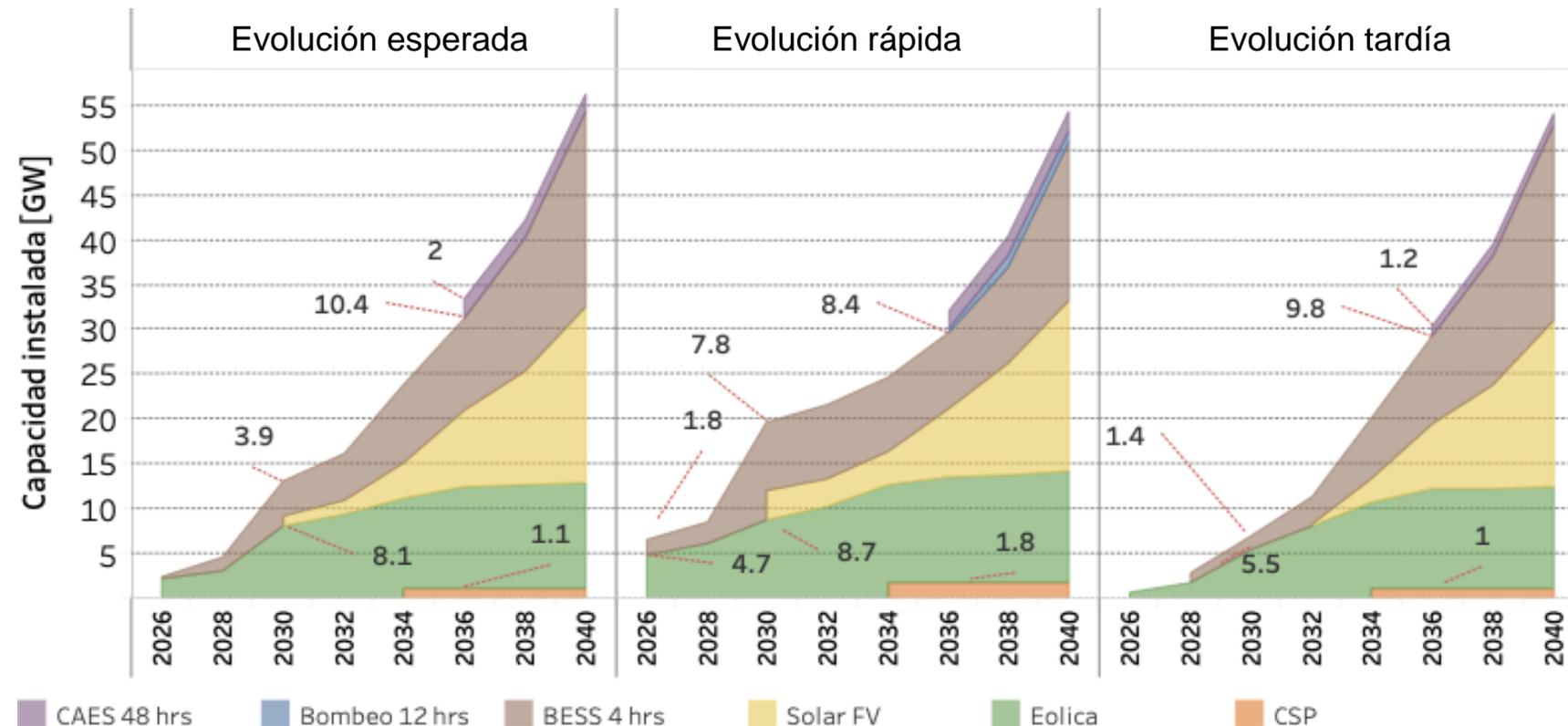
Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería
Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas
Universidad de Chile

19 marzo 2024

Para:

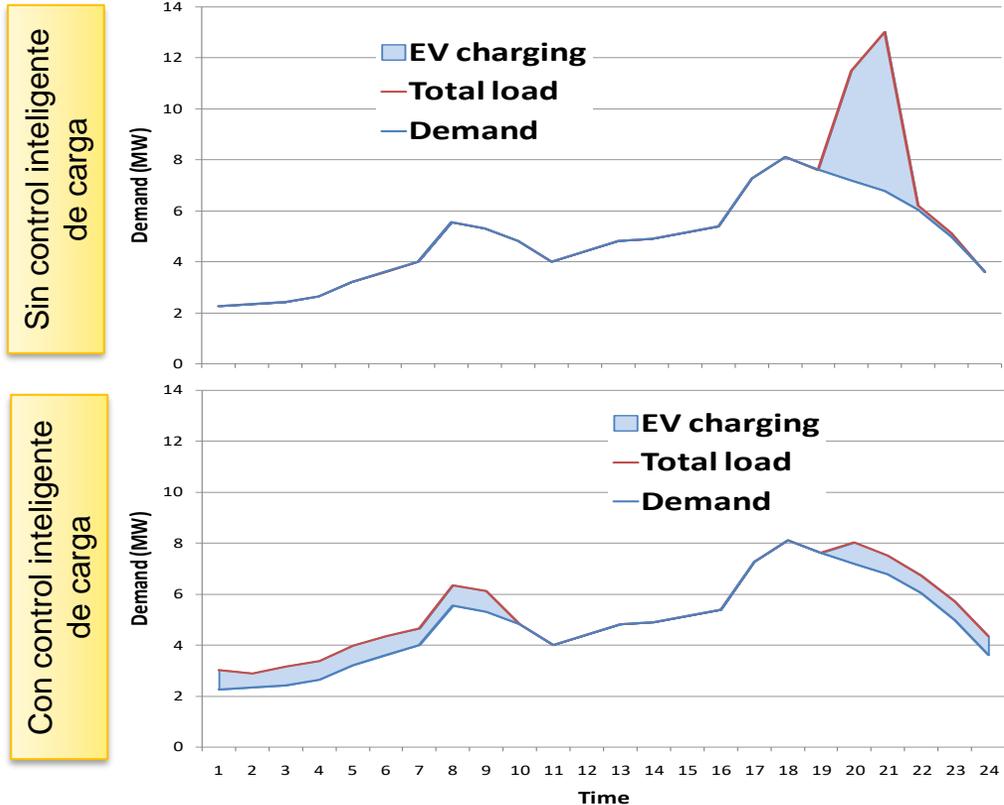
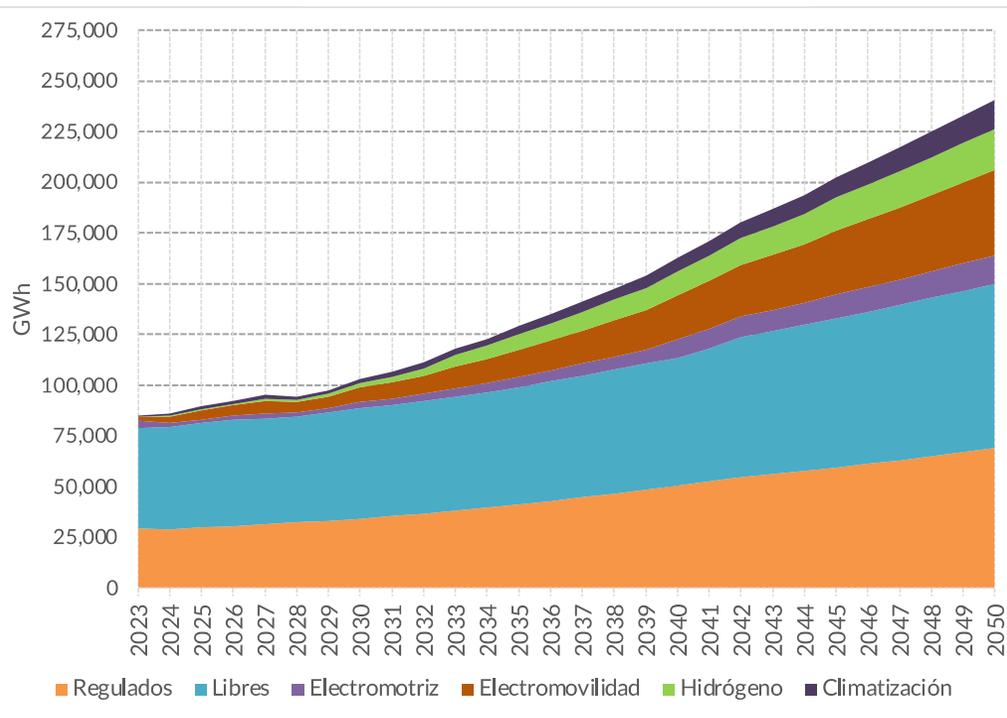


En Chile, como en parte del mundo, **la generación renovable**, en particular la eólica y la solar, **está creciendo a un ritmo sin precedentes**. Al mismo tiempo, las **centrales de carbón están siendo retiradas del sistema**.

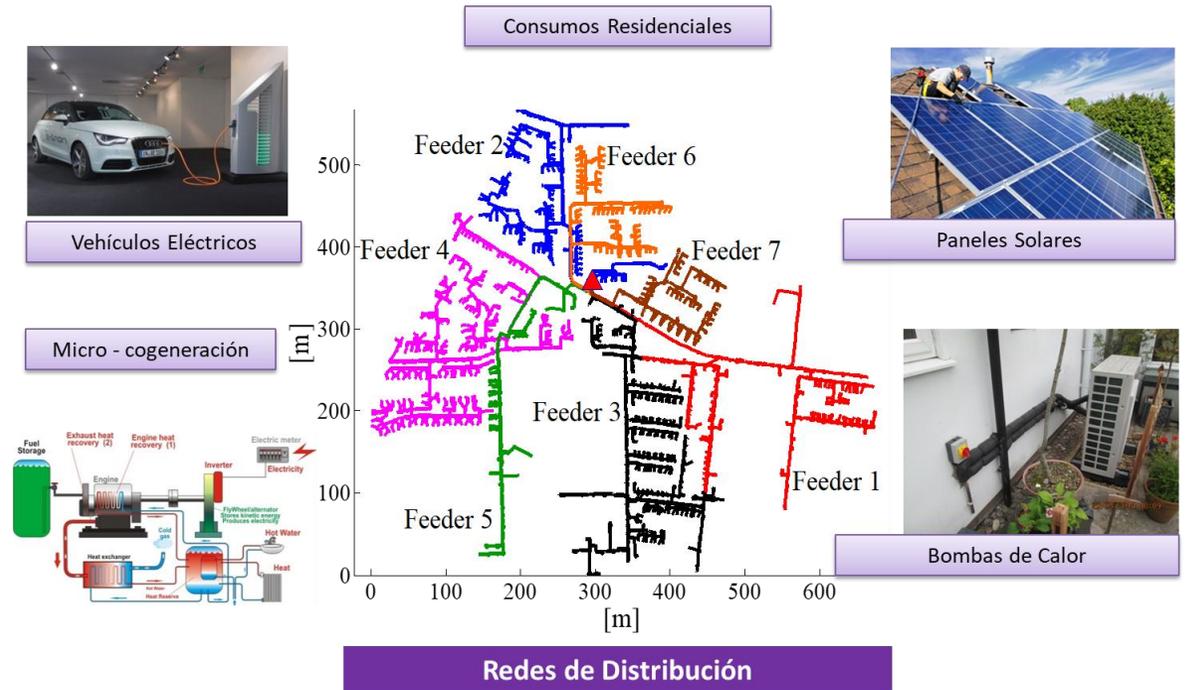
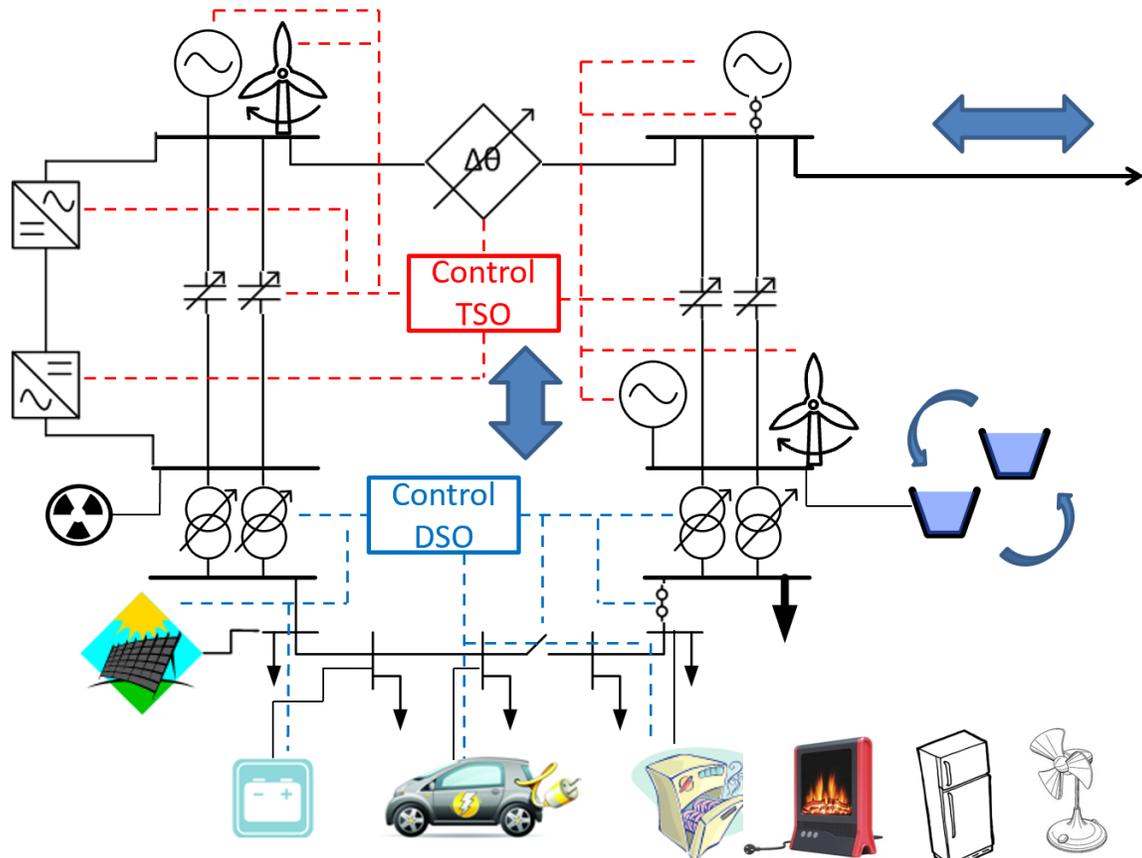


- Además, existe una proliferación de nueva demanda, en parte flexible, producto de la **electrificación** de otros sectores como el transporte, la climatización, y la **producción de combustibles verdes**, como el hidrógeno verde, además de **otros medios energéticos distribuidos (DER)**.
- Esto se está dando tanto por **políticas públicas** como por una **transformación espontánea** de las conductas de los consumidores.

Carbono neutralidad MEN



- La demanda puede prestar servicios de flexibilidad y seguridad, mejorando la eficiencia sistémica mediante el ahorro de inversiones y un uso más eficiente de los recursos en la operación.

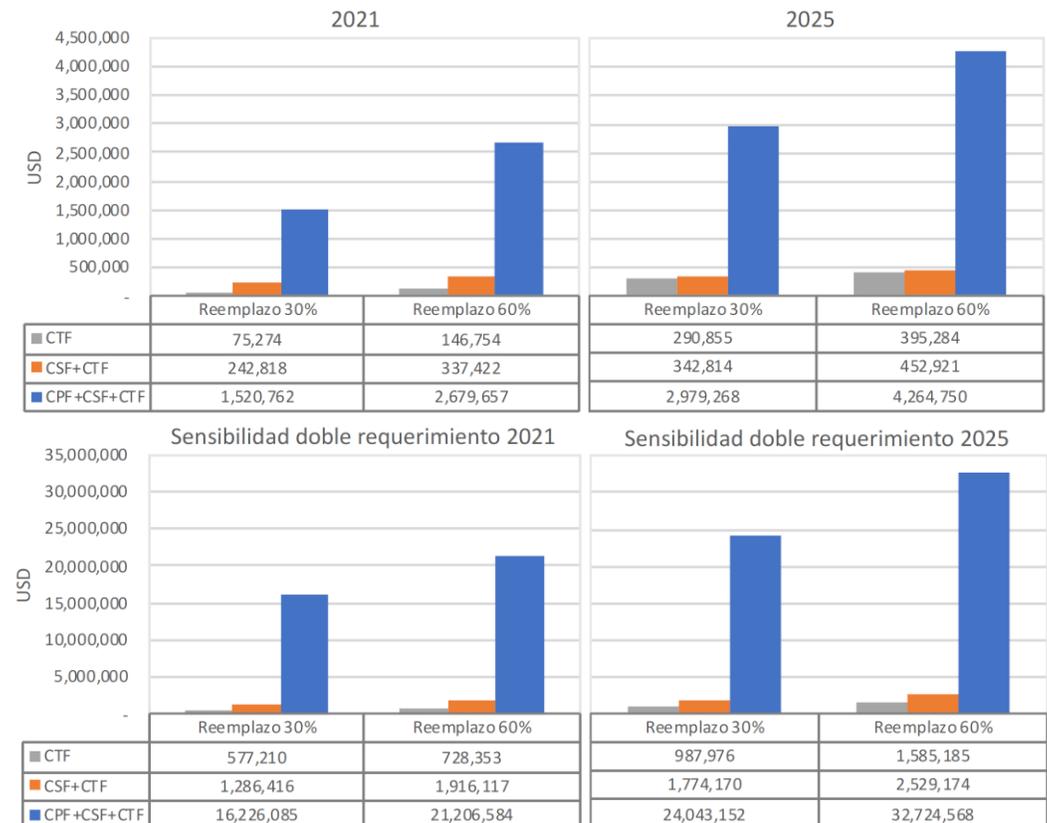


- La demanda puede reducir de forma importante la nueva capacidad requerida en nuevos activos para alcanzar **Net Zero**, entregando suficiencia, SSCC, servicios de arbitraje de energía, gestión de congestiones, etc.

Valor en reducción CAPEX

Tecnología	Capacidad adicional por tecnología/caso		
	Sin gestión de demanda	Gestión de demanda 2 GW	Gestión de demanda 4 GW
Solar PV	3	3	0.6 (-2.4)
Eólico	1.2	1.2	1.2
CSP	3	0.4 (-2.6)	0 (-3)
BESS	5.6	5.6	0 (-5.6)
CAES	3	3	3
Geotermia	1	1	1
DSM (GWh)	0	15 (<1%)	212 (<1%)
Costo CAPEX adicional c/r a caso base (MMUSD)	26,815	18,242 (-30%)	11,022 (-60%)

Valor en SSCC



Evaluar el **impacto de la flexibilidad en el costo de descarbonizar la matriz eléctrica chilena**, considerando **toda la cadena** de valor del mercado, inclusive el segmento de **distribución** y la demanda final utilizando el modelo "**Whole Electricity System Investment Model (WeSIM)**" del Imperial College London.

1. Establecer **escenarios de análisis**, considerando diferentes desarrollos tecnológicos que incorporen **flexibilidad en distintos grados**, desde flexibilidad en proyectos a gran escala hasta flexibilidad distribuida.
2. Realizar un análisis de **costo-beneficio** entre los escenarios propuestos, haciendo **comparaciones** entre ellos.
3. Definir una **trayectoria de desarrollo tecnológico** de bajo costo que permita la descarbonización del sector energético chileno, **considerando la integración óptima de flexibilidad** a lo largo de la cadena de valor (con un enfoque en la flexibilidad desde el lado de la demanda y los recursos energéticos distribuidos).
4. Establecer una **hoja de ruta para habilitar el despliegue óptimo y completo de flexibilidad** a lo largo de la cadena de valor, contribuyendo al proceso de descarbonización del sector energético chileno.
5. Proporcionar a la **sociedad civil** y otros actores relevantes información, cálculos y análisis que respalden la integración de la flexibilidad en el sistema eléctrico chileno, con un enfoque especial en el desarrollo de proyectos a nivel de usuario final.

*En nuestra opinión, este estudio representa una **iniciativa pionera** por parte de la autoridad, marcando un hito significativo en el análisis de **la flexibilidad y los efectos de los recursos energéticos distribuidos, así como de los sistemas de distribución**, sobre el resto del sistema eléctrico.*

Entregable	Contenido	Plazo de entrega						
Primer Informe	Descripción de situación actual nacional y experiencia internacional.	30 días						
Segundo informe	Definición de escenarios y primeras simulaciones.	120 días						
Tercer informe	Trayectoria eficiente de desarrollo tecnológico.	180 días						
Cuarto Informe	Informe final.	210 días						

Fecha de inicio del estudio: 02-Feb-2024

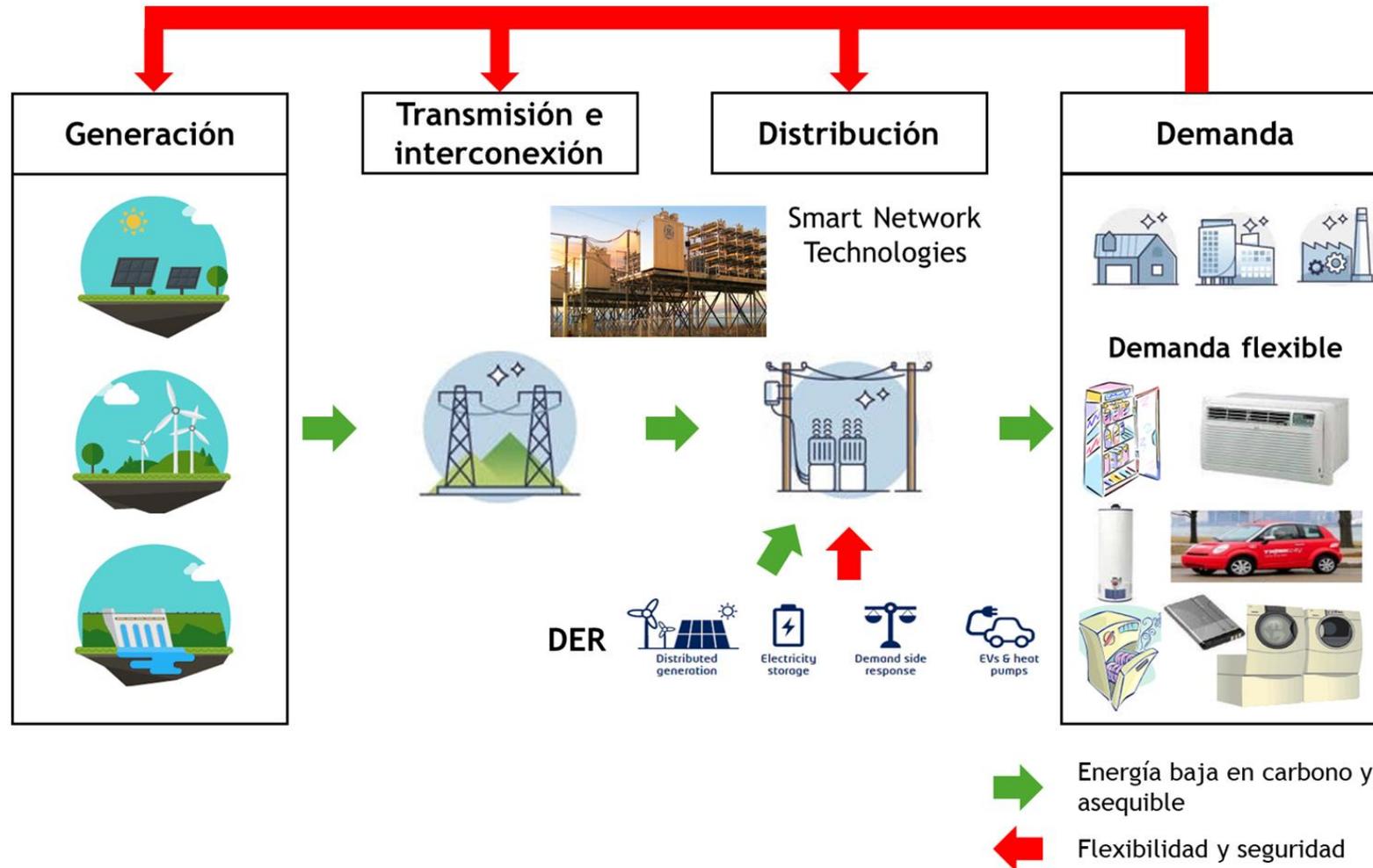
ISCI INSTITUTO
SISTEMAS COMPLEJOS
DE INGENIERÍA

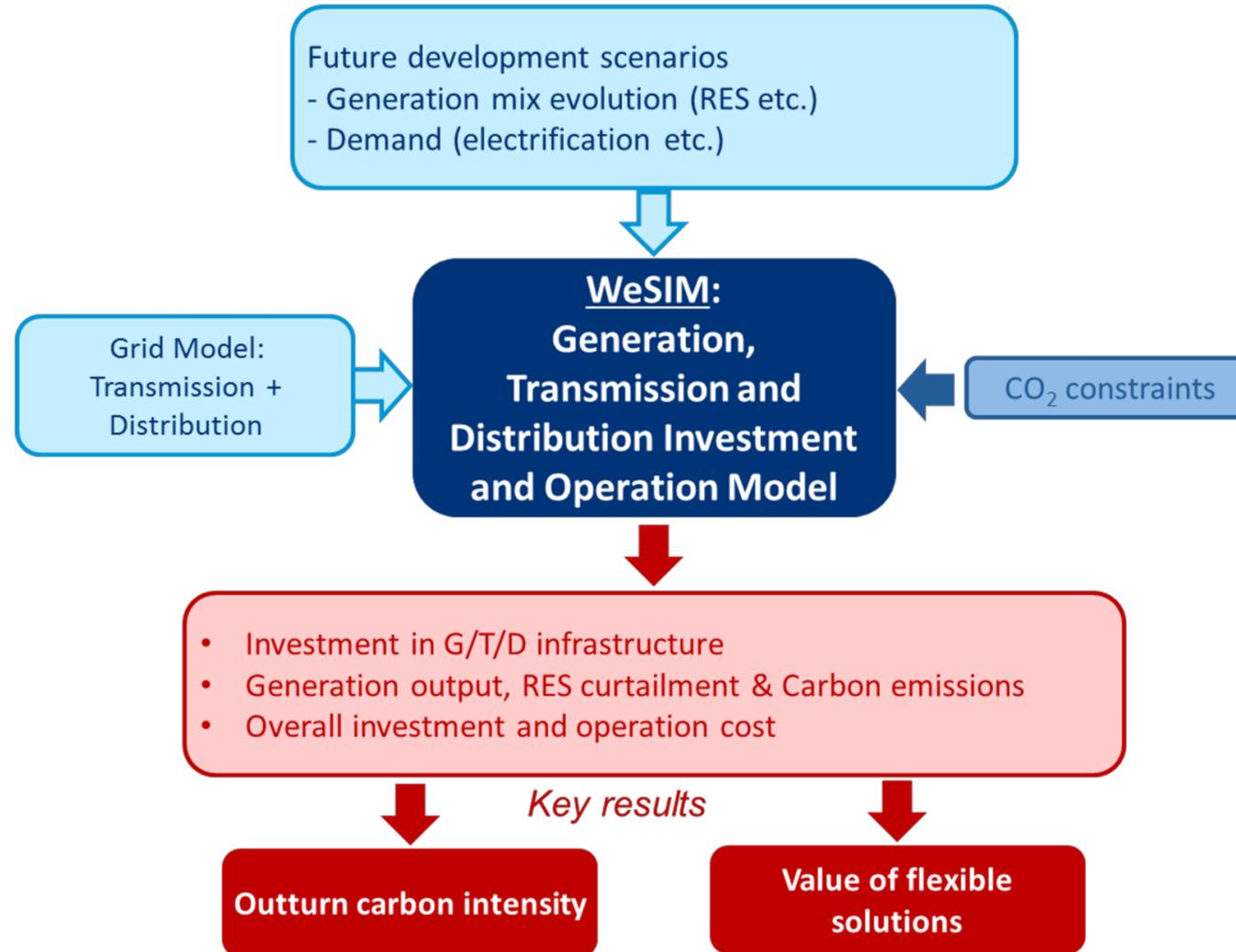
+

**Imperial College
London**

Años de experiencia
conjunta en el diseño y
aplicación de modelos
matemáticos avanzados en
sistemas y mercados
eléctricos

Flexibilidad y seguridad: Respuesta de demanda, almacenamiento, generación, GD y DER, tecnologías de redes inteligentes.





Fuentes: Imperial College London & Carbon Trust, "An analysis of electricity system flexibility for Great Britain", November 2016.
D. Pudjianto, M. Aunedi, P. Djapic and G. Strbac, "Whole-Systems Assessment of the Value of Energy Storage in Low-Carbon Electricity Systems," in *IEEE Transactions on Smart Grid*, vol. 5, no. 2, pp. 1098-1109, March 2014.

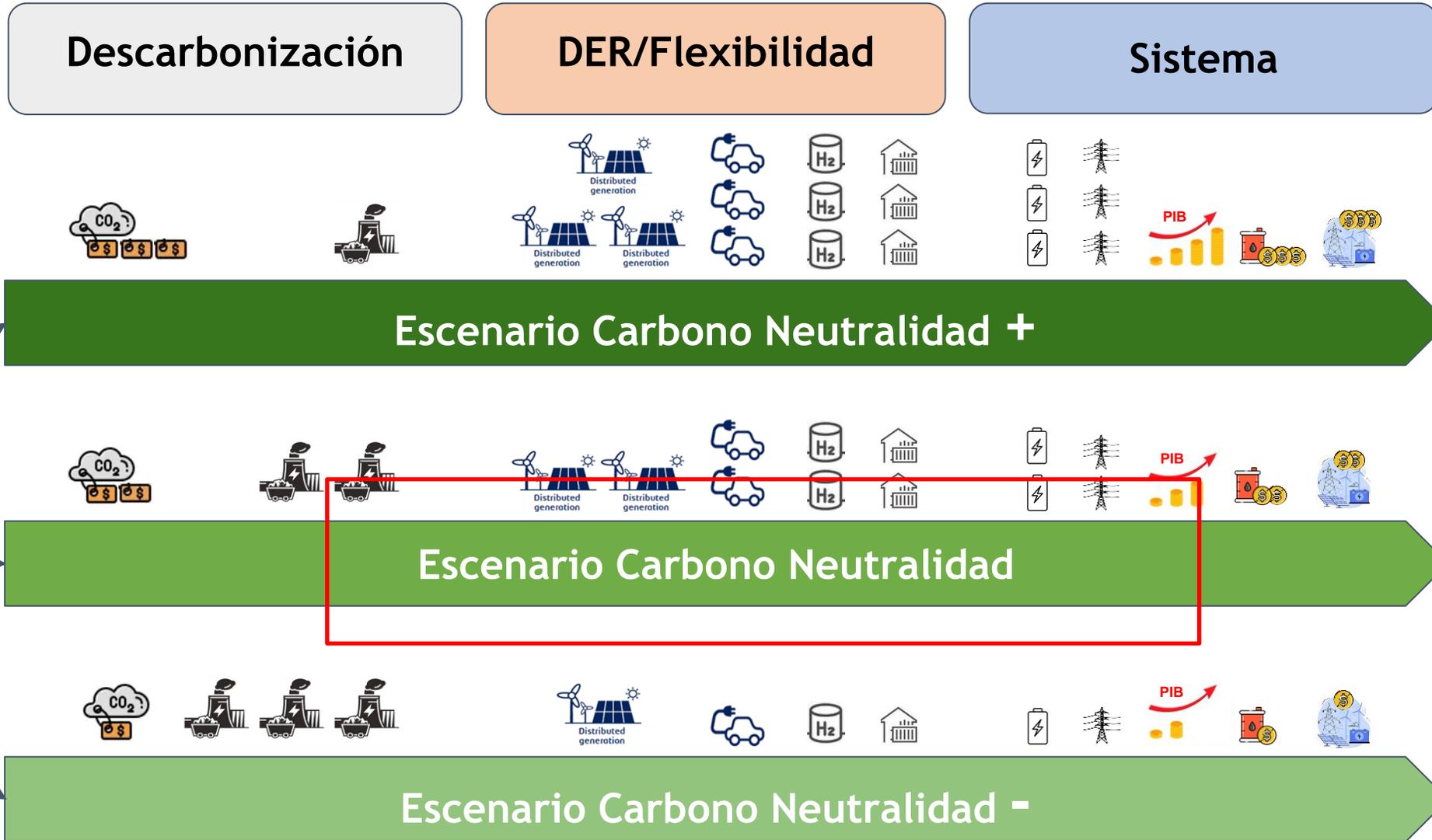
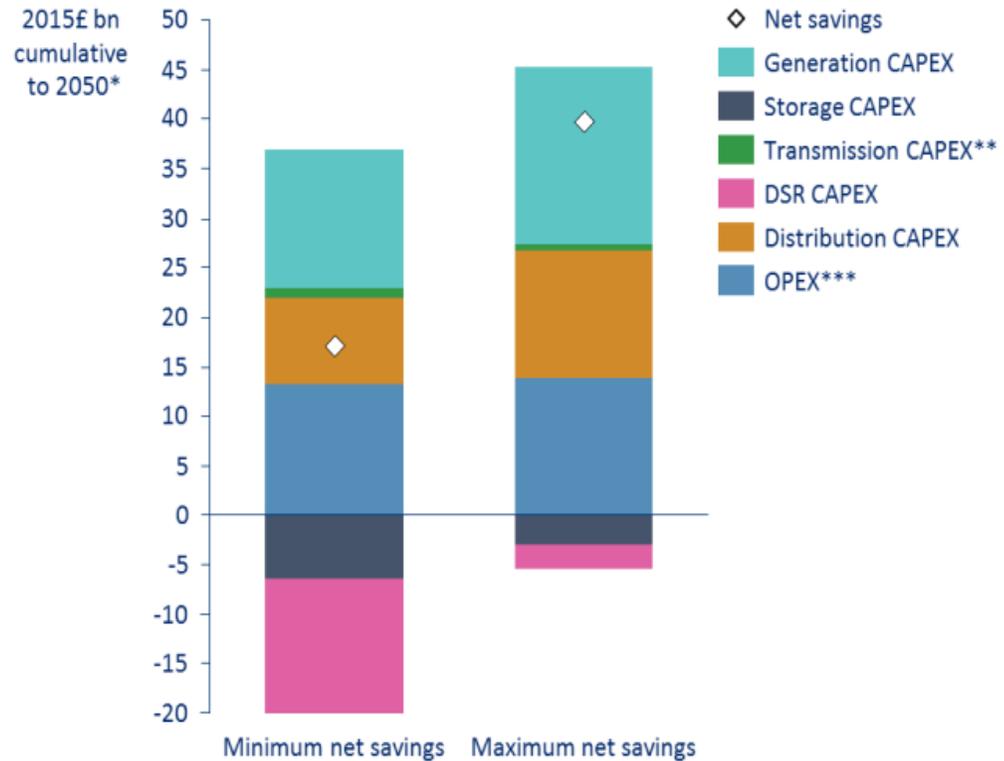
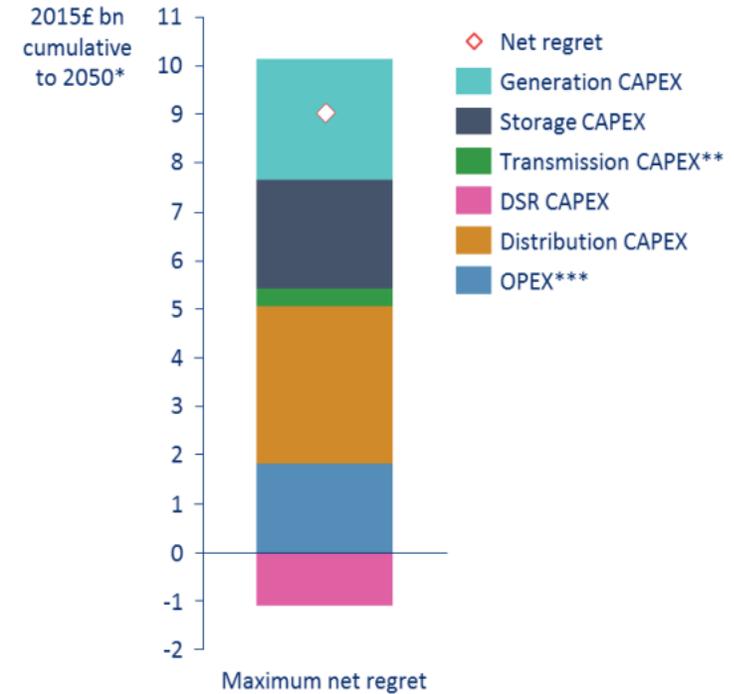


Chart 1 A breakdown of the minimum and maximum cost differences in scenarios with and without flexibility, cumulative to 2050



*Discounted back to 2015 using HM Treasury's Green Book social discount rate.
 **Includes interconnector and onshore transmission CAPEX.
 ***Refers to variable OPEX (fuel and carbon costs). Fixed OPEX is included in CAPEX figures.

Chart 2 A breakdown of the maximum additional cost ('regret') caused by a 'do nothing' pathway across all the core scenarios, cumulative to 2050



*Discounted back to 2015 using HM Treasury's Green Book social discount rate.
 **Includes interconnector and onshore transmission CAPEX.
 ***Refers to variable OPEX (fuel and carbon costs). Fixed OPEX is included in CAPEX figures.



ISCI

INSTITUTO
SISTEMAS COMPLEJOS
DE INGENIERÍA



Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería
República 695, Santiago Centro, Chile
+56 2 2689 4429 / +56 2 2689 4403
contacto@isci.cl / www.isci.cl

Institución Albergante



FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE CHILE



Institución Asociada



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DE CHILE

Patrocina



Agencia
Nacional de
Investigación
y Desarrollo
Ministerio de Ciencia,
Tecnología, Innovación
e Innovación
Gobierno de Chile