

Descarbonización Eléctrica al Año 2030: Algunos Comentarios Académicos

Rodrigo Moreno, Eduardo Pereira, Francisco Muñoz

23/05/2019



Política energética global

Reino Unido

- 2020: 35-40% de participación renovable en el sector eléctrico
- 2030+:
 - Descarbonización del Sistema energía
 - Electrificar el transporte y la calefacción/refrigeración
- ...para reducir CO2 en 80% al 2050

California

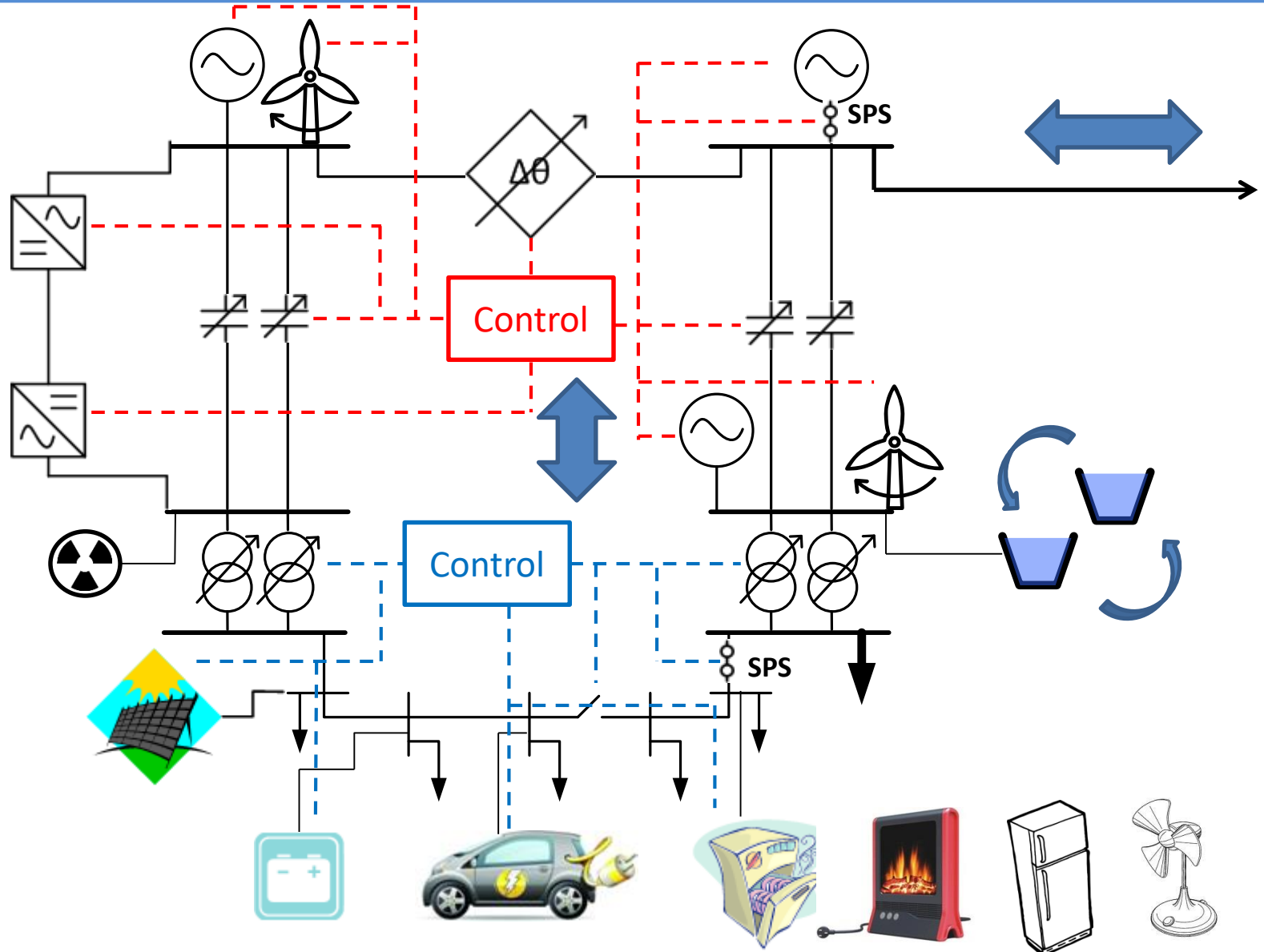
- 2020: 33% de participación renovable en el sector eléctrico
- 2030: 50% de renovables (90% producción interna)
 - Reducción de CO2 en 40% bajo los niveles de 1990

Chile

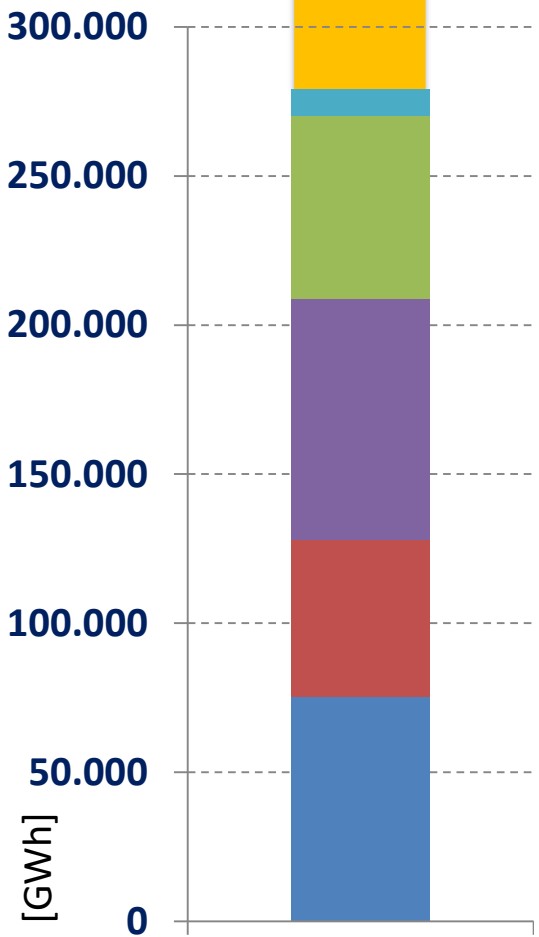
- 2025: 20% de participación renovable en el sector eléctrico
- 2050:
 - 70% de participación renovable en el sector eléctrico

¿Cómo cumplir con estos objetivos sin descuidar la confiabilidad y la economía del sistema?

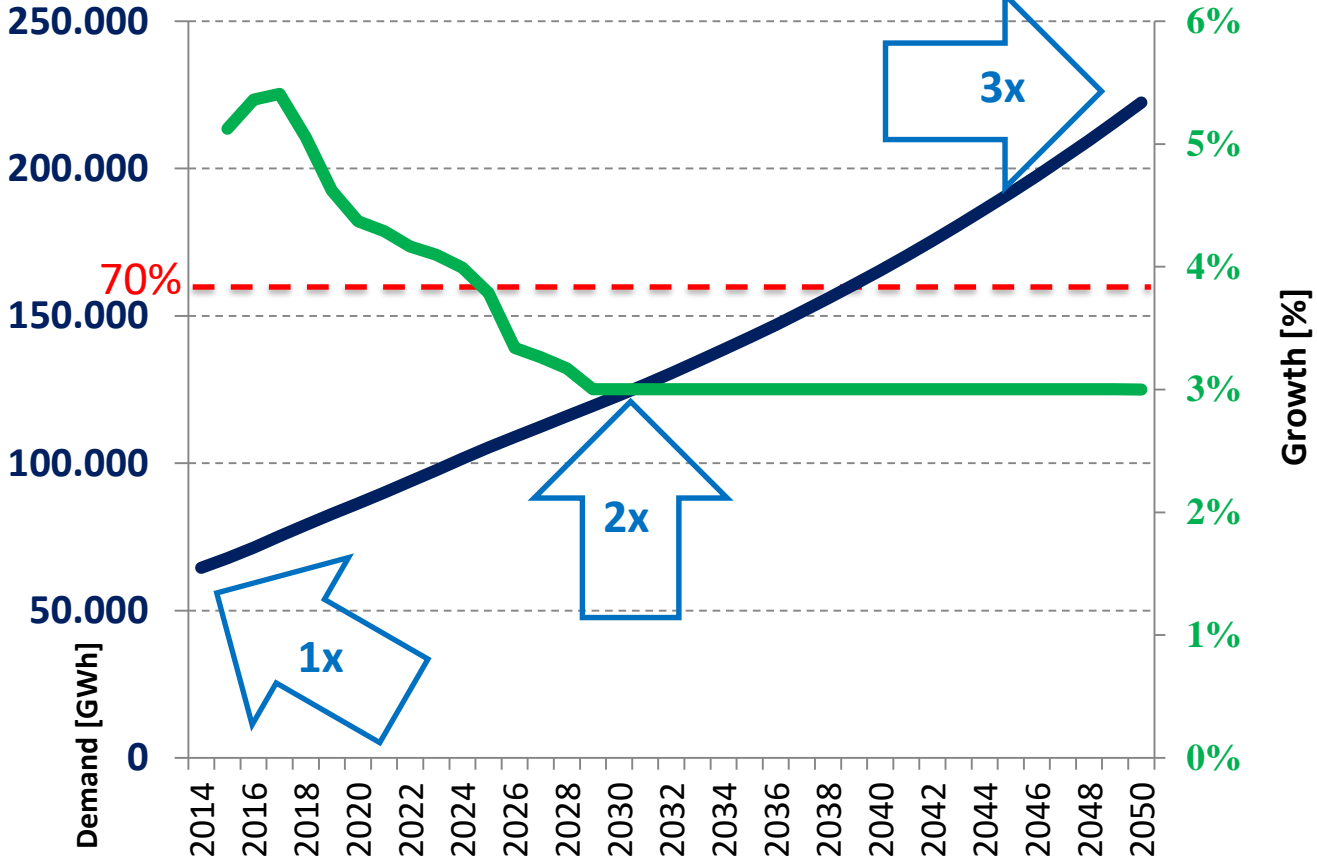
Evolución hacia sistemas eléctricos más sustentables



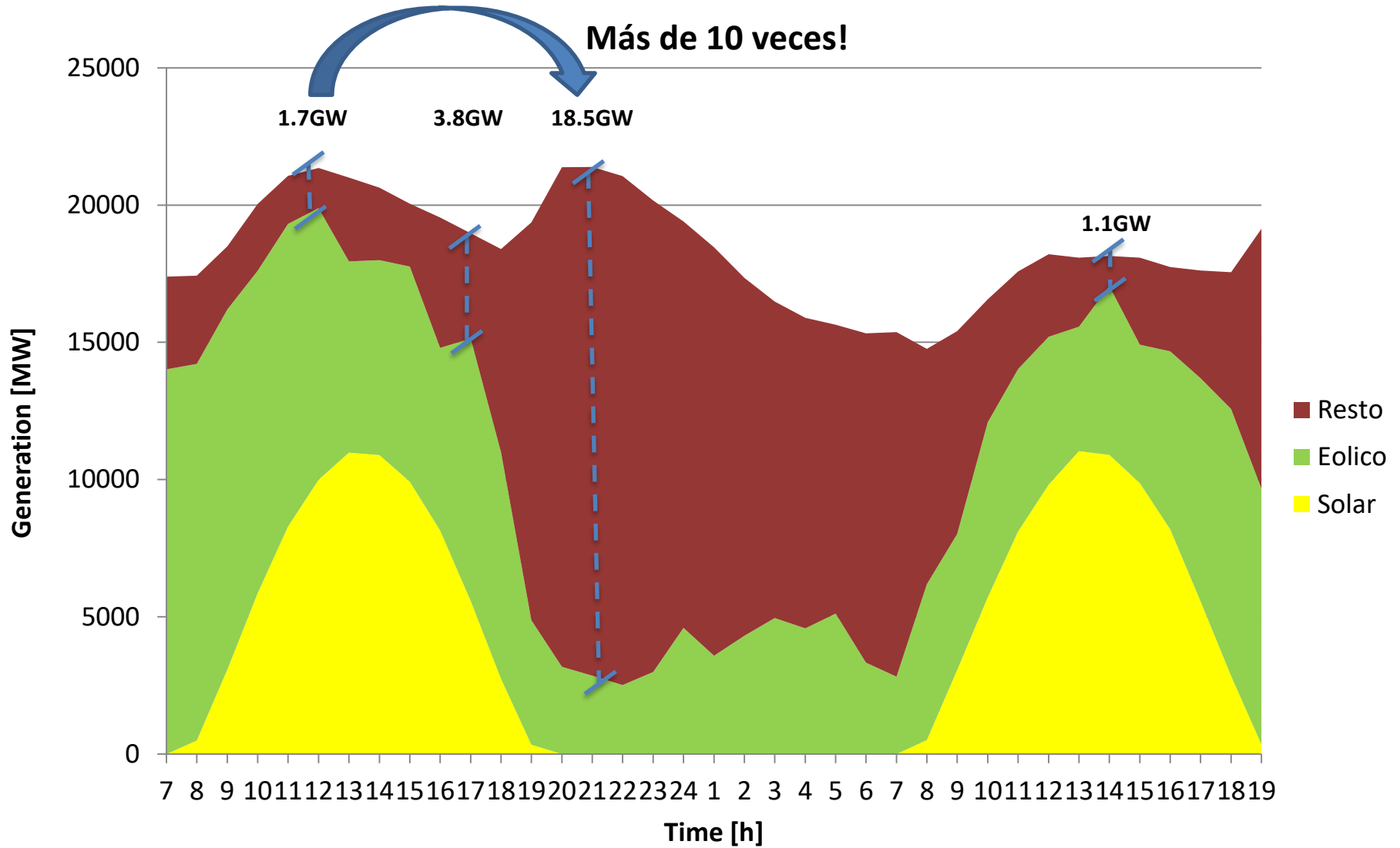
En términos energéticos, Chile es rico en recursos naturales!



- Biomasa
- Eólico
- Actual
- Aysen
- Hidro
- Solar



Desafío operacional a nivel nacional (1)



Desafío operacional a nivel nacional (2)

- La **interconexión de los sistemas** de transmisión y **un único organismo coordinador** independiente del sistema eléctrico nacional presenta **oportunidades**:
 - Mejora de la eficiencia económica y de la confiabilidad
 - Optimización global de los recursos existentes de Arica a Chiloé
- ... y también **desafíos**:
 - Mantener estándares de seguridad y continuidad de suministro en un sistema particularmente largo.



Algunas interrogantes para Chile (1)

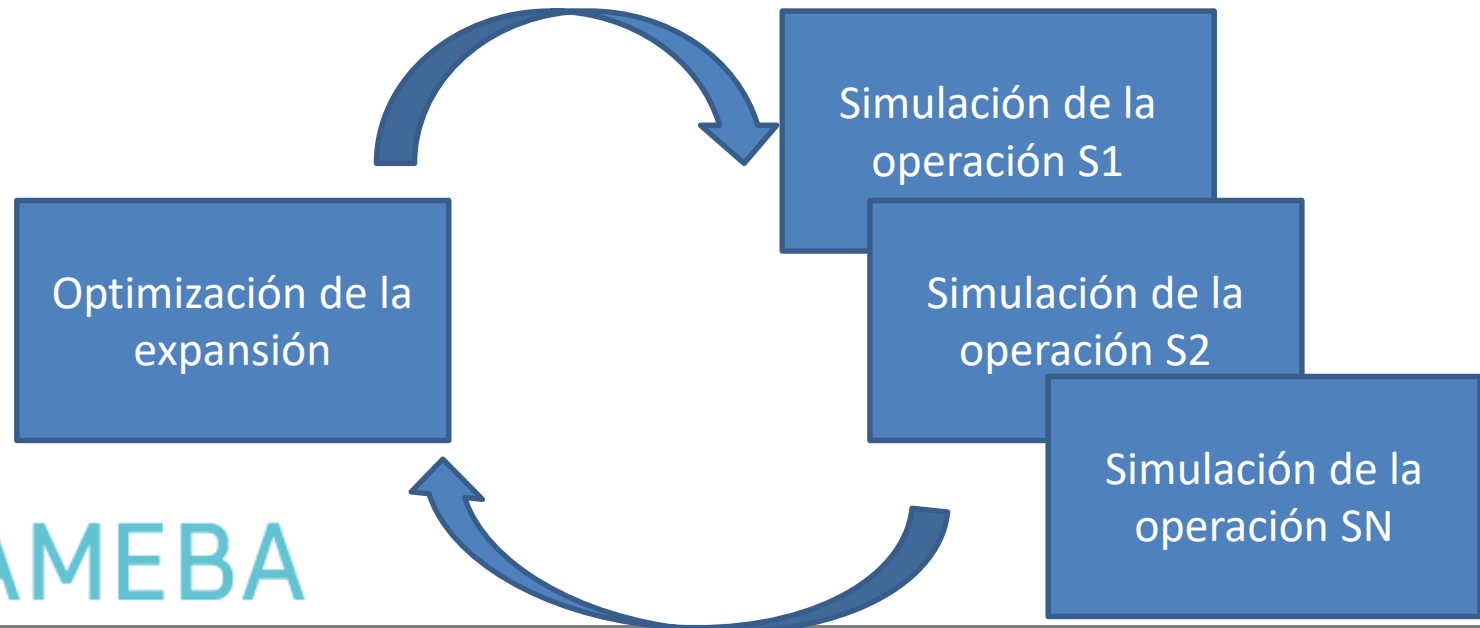
- ¿Cuál es el mix tecnológico y su evolución en el tiempo que permitiría una transición eficiente hacia un sistema más sustentable?
- ¿Qué tecnologías limpias permitirán remplazar al carbón (y eventualmente otras tecnologías convencionales) ofreciendo una combinación atractiva de confiabilidad y economía?
- ¿Cuál es el aporte de nuevas tecnologías “inteligentes” como almacenamiento y control de la demanda, y cómo afecta esto al mix óptimo de generación?
- ¿Cómo la electrificación de otros sectores (e.g. transporte público y privado) pueden participar de la descarbonización y “ayudar” al sistema eléctrico en términos de flexibilidad?

Algunas interrogantes para Chile (2)

- ¿Cuál es el nivel de seguridad energética / independencia deseado? ¿Cuál es el nivel de exposición que desea Chile tener frente a shocks en mercados internacionales?
- ¿Cómo es la dependencia del mix tecnológico sustentable con las dificultades asociadas a la construcción de transmisión?
- ¿Cómo las interconexiones con países vecinos ayudarían al desarrollo de una matriz sustentable?
- ¿Cuál es el costo social del CO2 y cómo éste afecta la descarbonización de la matriz?
- ¿Cuál es el marco regulatorio y el diseño de mercado apropiado que permitiría una transición eficiente hacia un sistema más sustentable?

Metodología

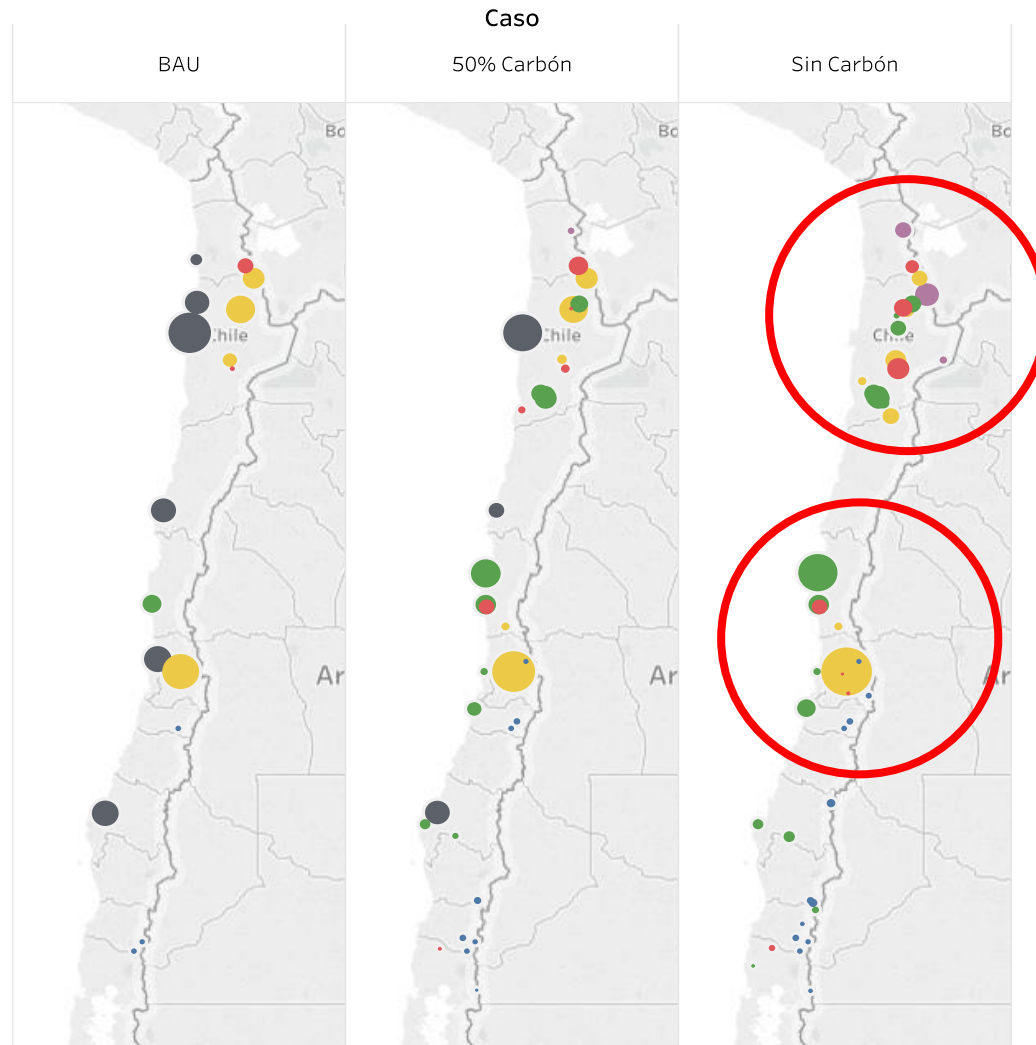
- Datos de entrada consistentes con la PELP
- Optimización de la expansión de la generación respondiendo a las salidas de distintos escenarios de descarbonización (50% y 100% retiro de centrales de carbón)
- Simulación detallada de la operación en 8760h, varios escenarios hidrológicos, perfiles de generación renovable, disponibilidad de las unidades, SSCC, etc.



Posición extrema de descarbonización al 2030 sin transmisión nueva: Mix

Tecnología		BAU	50% Carbón	Sin Carbón		
				base	Sens1: Sin Baterías ni CSP	Sens2: Baterías 100 USD/kWh
Carbón		-	-2471		-5080	
Baterías	2 hrs	301	861	1461	-	5151
	4 hrs	-	-	-	-	1921
	8 hrs	-	-	-	-	644
	Sub Total	301	861	1461	-	7717
Solar FV		3139	3598	4248	3155	8523
Eólico		385	3582	5610	3336	4904
Mini Hidro		216	297	554	697	216
Solar CSP		-	-	-	56	-
Geotermia		-	-	978	2059	-
TOTAL		4041	8338	12851	9303	21360

Posición extrema de descarbonización al 2030 sin transmisión nueva: Localización



Tecnología

- Baterías
- Mini Hidro
- Eólico
- Solar PV

- Carbón
- Geotermica

Capacidad Instalada [MW]

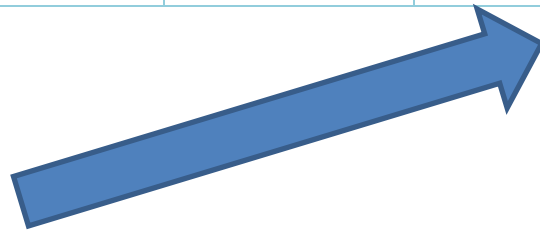
- 1
- 1,000
- 2,000
- 2,834

Posición extrema de descarbonización al 2030 sin transmisión nueva: Costos y beneficios

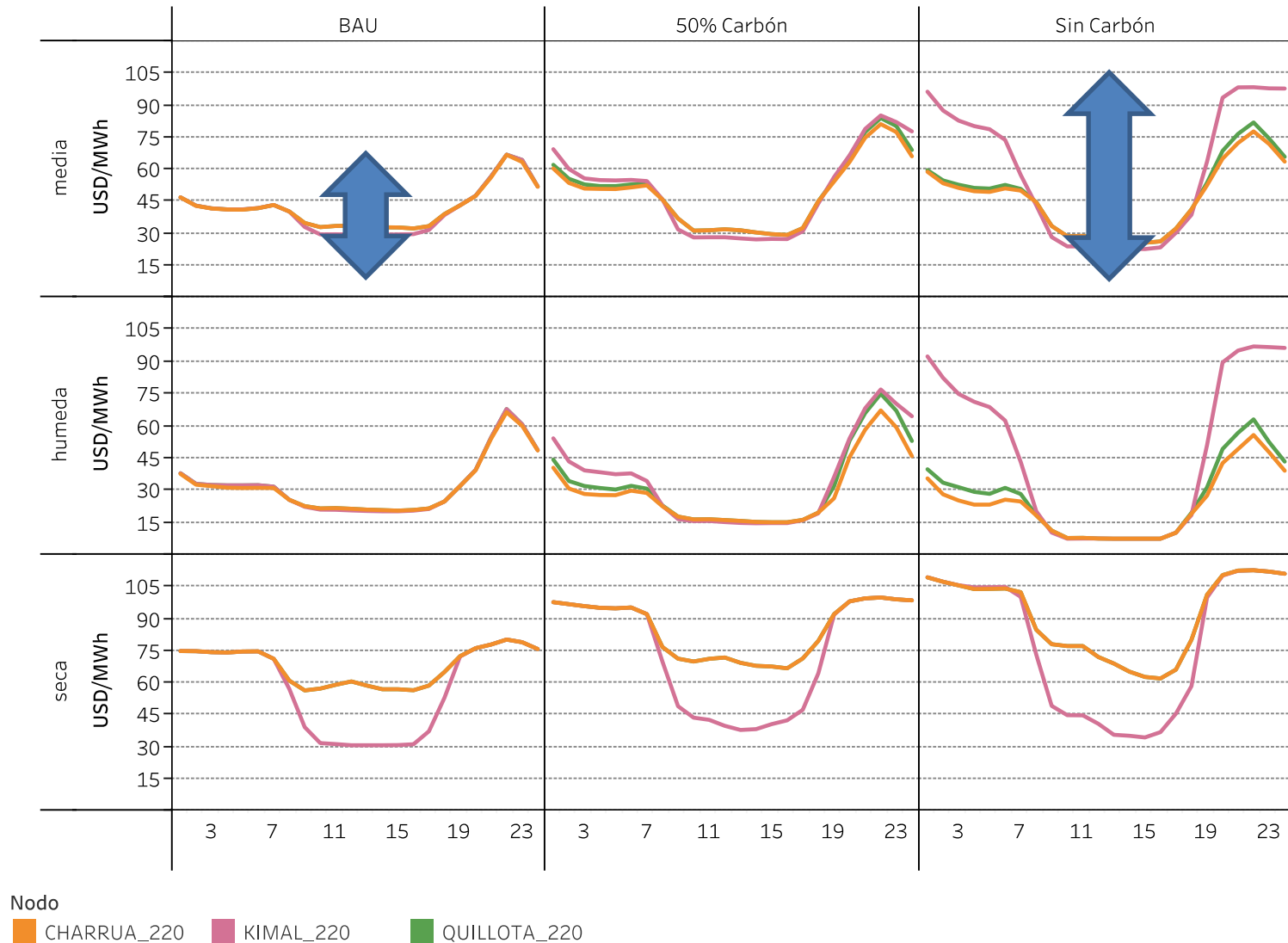
	BAU	50% Carbón	Sin Carbón		
			base	Sens1: Sin Baterías	Sens2: Baterías 100 USD/kWh
Costo de operación y falla OPEX [MMUSD]	1172	930.6 (-21%)	641.1 (-49%)	648.1 (-45%)	619.4 (-47%)
Costo de inversión CAPEX [MMUSD] (anualidad, tasa 6%)	351.6	969.7	1948	1986	1833
TOTAL = OPEX + CAPEX	1523.6	1900.3 (+25%)	2512.5 (+65%)	2634.1 (+73%)	2452.4 (+61%)
Emisiones totales [MM ton CO2 eq]	41.7	24.27 (-42%)	5.34 (-88%)	5.41 (-87%)	5.26 (-87%)
Impuesto al CO2 break-even [USD/tonCO2]	-	21.6	27.0	30.6	25.5

Posición extrema de descarbonización al 2030 sin transmisión nueva: Precios (1)

Tecnología	BAU	50% Carbón	Sin Carbón		
			base	Sens1: Sin Baterías	Sens2: Baterías 100 USD/kWh
Kimal 220	43.59	52.87	61.65	52.76	56.48
Quillota 220	47.43	55.53	55.00	52.05	58.88
Charrua 220	47.29	54.27	53.64	48.21	58.08



Posición extrema de descarbonización al 2030 sin transmisión nueva: Precios (2)



Comentarios

Institucionalidad

- Las decisiones de inversión no están integradas en un solo agente: en generación las toman los privados mientras que otros activos de red se planifican centralmente
- Coordinación importante entre todas las decisiones a futuro, incluidas entradas y salidas de capacidad de generación en conjunto con la transmisión

Diseño de mercado: Señales de precio

- Dichas señales deben contener:
 - Premios por prestación de SSCC, con propagación en largo plazo
 - Premios/castigos a las emisiones
 - Otros detalles técnicos (ver presentación F.Muñoz ElecGas 2019)
- Se observa una resistencia a implementar los diseños adecuados para alcanzar un equilibrio eficiente en el largo plazo. Razón posible: porque entran en conflicto con intereses de corto plazo (costo político importante)

Con respecto al estudio de KAS

- Coincidencia en el nivel de beneficios: en términos del volumen de las disminuciones de emisiones de CO₂
- Interés en profundizar en:
 - El cálculo de los costos asociados a la inversión
 - El costo unitario de las emisiones de CO₂ para el “break even”
 - La factibilidad operacional del parque determinado

Conclusiones

- Es factible descarbonizar la matriz, incluso de manera acelerada y sin depender de las expansiones de transmisión, la pregunta crítica está asociada al costo que está dispuesto a asumir el consumidor (a mayor nivel de descarbonización, mayores costos)
- Dada la factibilidad técnica de la descarbonización, es necesario determinar y entender mejor los costos y beneficios asociados a varios niveles de descarbonización a futuro, y a distintas velocidades
- Dependiendo del costo unitario asociado a las emisiones de CO₂, distintos niveles de descarbonización pueden resultar atractivos económicamente (en el neto, cuando se valorizan las externalidades)
- Existe un desafío clave con respecto al diseño de mercado y regulatorio, el cual es responsable de hacer que los privados tomen las decisiones adecuadas, en pro del beneficio social.