

Mesa de retiro y/o reconversión de unidades a carbón



Ministerio de
Energía

Sesión 9



Ministerio de Energía

03 de enero de 2019

Gobierno de Chile



Jornada de hoy

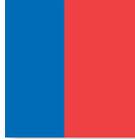
1. Trabajo desarrollado en la Mesa
2. Principales aprendizajes
3. Criterios para el trabajo siguiente
4. Conversación



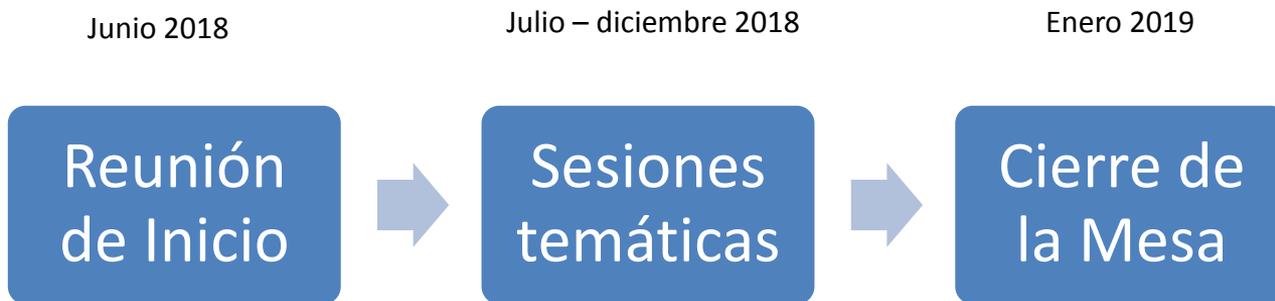


Trabajo desarrollado en la Mesa





Calendario de trabajo



Objetivo de la Mesa:

Analizar los efectos del retiro y/o reconversión de unidades a carbón sobre la seguridad y la eficiencia económica del sistema eléctrico nacional, la actividad económica local y los aspectos medioambientales que tengan incidencia.



Las sesiones temáticas



**Impacto en
salud y
calidad del
aire**

Martes 24
julio



**Experiencia
Internacional**

Lunes 20
agosto



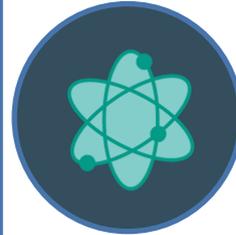
**Impacto en
Sistema
Eléctrico**

Martes 25
septiembre



**Variables
Ambientales**

Martes 23
octubre



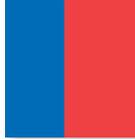
**Alternativas
Tecnológicas**

Martes 20
noviembre



**Impactos
Económicos y
sociales**

Martes 04
diciembre



Impacto en salud y calidad del aire



Dr. Pablo Ruiz (U. de Chile)

“Impacto en salud de fuentes industriales: estudio en áreas pequeñas”



Dra. Patricia Matus (U. de Los Andes)

“Efectos ecológicos de la operación de centrales a carbón”



Marcelo Fernández (Min. Del Medioambiente)

“Norma de Termoeléctricas”



Experiencia Internacional



Dr. Patrick Graichen (Agora Energiewende)

“Building Consensus on Phasing Out Coal in Germany”



Edward Hogg (UK Department for Business, Energy and Industrial Strategy)

“Políticas públicas para la eliminación del carbón en la matriz eléctrica del Reino Unido”



Carlos Fernández (Agencia Internacional de Energía)

“Una visión global sobre el papel del carbón”



Alejandra Núñez (Sierra Club)

“Más allá del carbón: lecciones aprendidas en EE.UU.”



Impacto en Sistema Eléctrico



Juan Carlos Araneda (Coordinador Eléctrico Nacional)

“Estudio de operación y desarrollo del SEN sin centrales a carbón”



Marcelo Matus (Centro de Energía de la Universidad de Chile)

“Análisis de escenarios de descarbonización: lecciones aprendidas”



Joshua Carvacho (Consejo Geotérmico)

“Geotermia como alternativa de reemplazo al carbón”



Ramón Galaz (Valgesta Energía)

“Impacto del plan de cierre de centrales a carbón en el SEN”



Carlos Finat (ACERA)

“Presentación de ACERA ante Mesa de Descarbonización”



Variables Ambientales



Jorge Moreno (Inodú)

“Estudio de variables ambientales y sociales que deben abordarse para el cierre o reconversión programada y gradual de generación eléctrica a carbón”



Boris Chamorro (Municipalidad de Coronel)

“Presentación ante Mesa de Descarbonización”



Robin Hervé (Aria Technologies)

“Presentación ante Mesa de Descarbonización”



Juan Pablo Boisier (CR2)

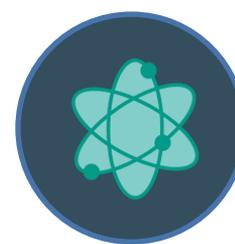
“Cambio climático, contexto internacional e impactos en Chile”



Marina Hermosilla (CLG Chile)

“Presentación ante Mesa de Descarbonización”

Alternativas tecnológicas



Jorge Moreno (Inodú)

“Estudio de alternativas tecnológicas al retiro y/o reconversión de las unidades de carbón en Chile”



Chris Littlecott (E3G)

“Experiencias aprendidas en la eliminación gradual del carbón en Reino Unido”



Mariano Morazzo (Enel Energy Transition)

“Walking the path towards a decarbonised economy”



Impactos económicos y sociales



Verónica Alaimo (BID)

“Evaluación del impacto laboral y macroeconómico de tres escenarios contrastados de retiro o reconversión de las centrales a carbón en Chile”



Alicia Viteri (Consultor)

“Impacto económico y laboral del retiro y/o reconversión de unidades a carbón en Chile”



Ana Belén Sánchez (OIT)

“OIT y Transición Justa. Definición y experiencias”

Los estudios realizados



Estudio de Operación y Desarrollo del SEN sin centrales a carbón

- Preparado por el Coordinador Eléctrico Nacional



Estudio de variables ambientales y sociales que deben abordarse para el cierre o reconversión programada y gradual de generación eléctrica a carbón

- Preparado por la consultora INODU



Estudio de alternativas tecnológicas al retiro y/o reconversión de las unidades de carbón en Chile

- Preparado por consultora INODU con financiamiento de GIZ.



Lecciones aprendidas de la eliminación gradual del carbón en el Reino Unido

- Preparado por E3G con financiamiento de la Embajada Británica.



Impacto económico y laboral del retiro y/o reconversión de unidades a carbón en Chile

- Preparado por el BID



Principales aprendizajes

Resultados del trabajo



En salud y calidad del aire

- Actualmente de las 6 comunas con centrales a carbón, **4 son zonas latentes o saturadas**: Huasco (Latente MP 10 anual), Tocopilla (Saturada MP 10 anual), Coronel (Saturada MP 2.5 diario), Concón-Quintero-Puchuncaví (Saturada MP 2.5 anual y Latente MP 2.5 diario, MP 10 anual).
- Cabe destacar que **las comunas de Tocopilla y Puchuncaví se encuentran en “latencia técnica”** para lo cual es necesario que se actualicen las mediciones respectivas.
- Previo a la norma de emisiones termoeléctricas del año 2011, **existe evidencia estadística entre la exposición a emisiones de MP2,5 y el mayor riesgo de impacto sobre la salud.**

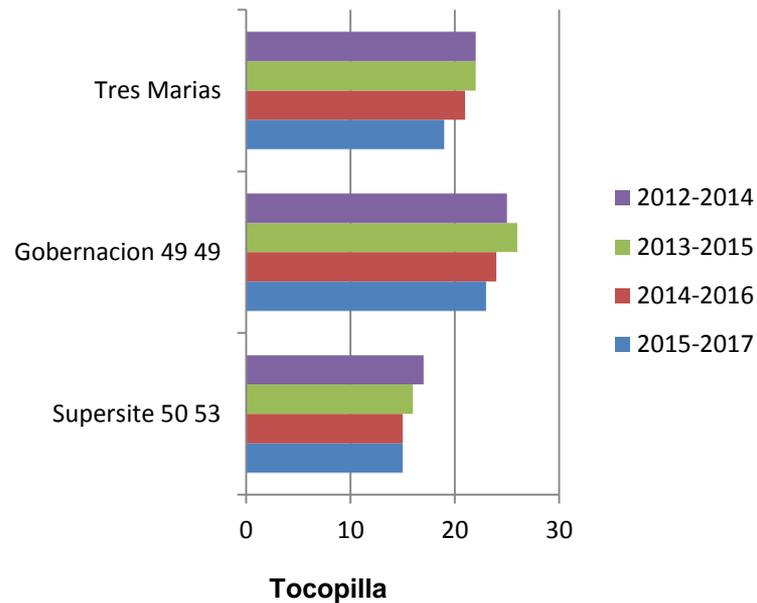
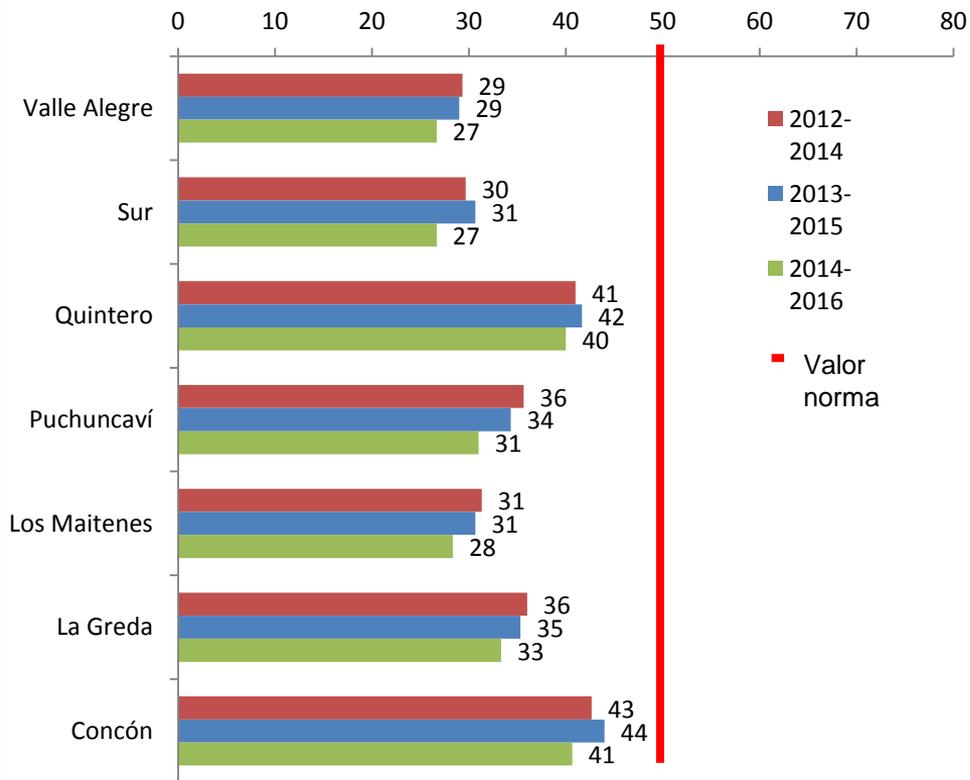


En salud y calidad del aire

- **A partir de la norma de emisiones termoeléctrica del año 2011 (DS13 MMA) se estima en USD 450 millones la inversión realizada para cumplimiento de la normativa.**
- Según la evidencia aportada por el Ministerio de Medio Ambiente, la principal conclusión respecto a la aplicación de la norma de emisiones termoeléctricas es que las emisiones locales han disminuido significativamente.
- **En la actualidad, las centrales termoeléctricas están cumpliendo la normativa.** Cabe señalar que está previsto que estas normativas se revisen cada cinco años.

En salud y calidad del aire

- Disminución de MP 2.5 en Puchuncaví y Tocopilla (P98 de concentraciones 24 horas de MP2,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)



En salud y calidad del aire

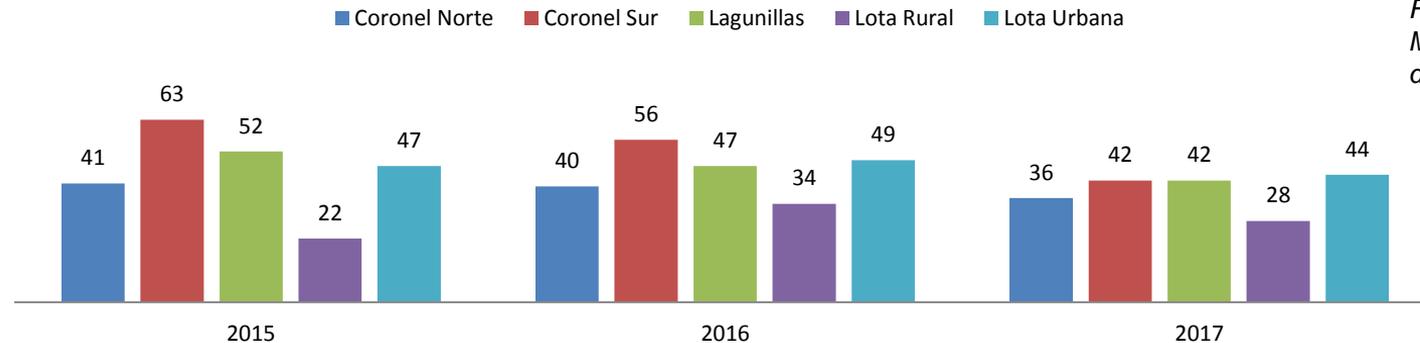
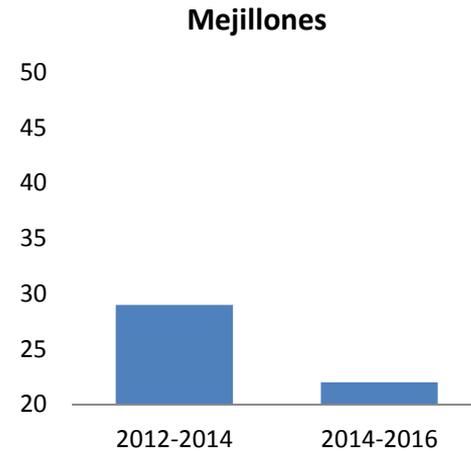
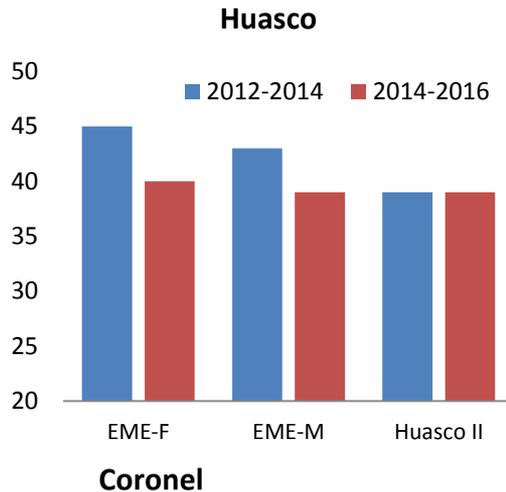
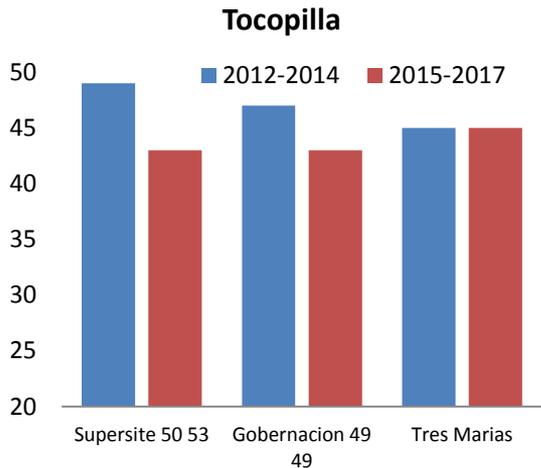
- Disminución de SO₂ en Puchuncaví (percentil 99 de las concentraciones de 24 horas de SO₂ µg/m³)



Fuente: Presentación de MMA a la Mesa (División de Calidad del Aire)

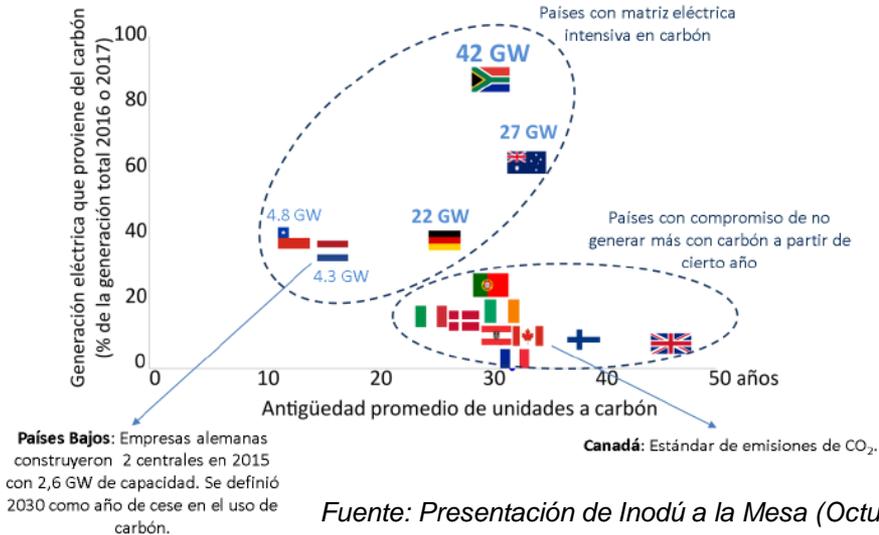
En salud y calidad del aire

- Disminución en MP10 en Tocopilla, Mejillones, Huasco y Coronel (promedio anual ug/m3)



Fuente: Presentación de MMA a la Mesa (División de Calidad del Aire)

En relación a la experiencia internacional

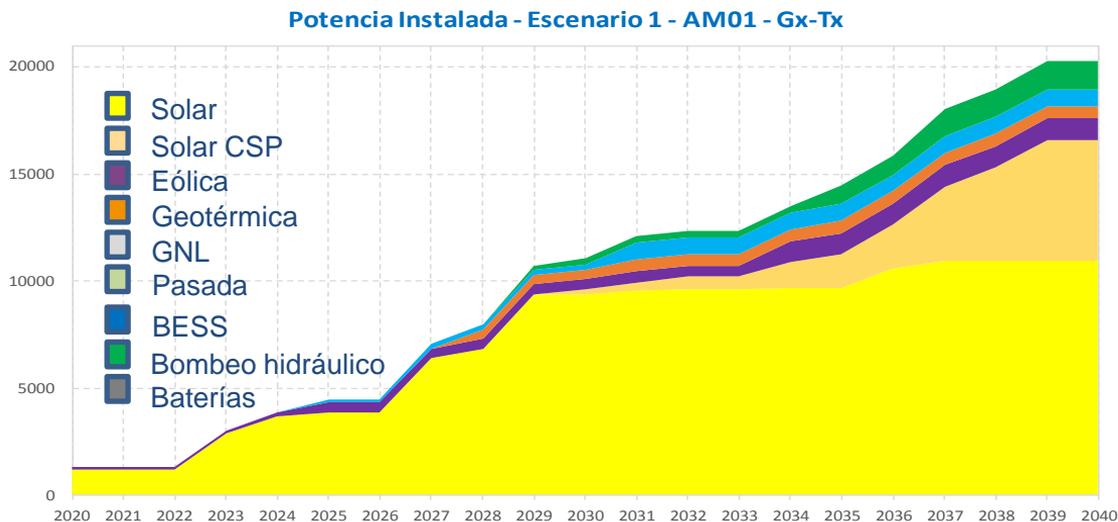


- La experiencia en UK, Alemania y otros países ha sido **partir gradualmente por el cierre de las centrales más antiguas e ineficientes.**
- Esto se ha producido en el marco de **sistemas eléctricos que tenían exceso de capacidad**, por lo que no se ha afectado la seguridad de sistema.

- La gradualidad en el cierre también ha permitido que la **reducción del empleo sea socialmente aceptable y el efecto en precios de electricidad sea manejable.**
- En distintos países la transición se ha facilitado con la disponibilidad para **mayor uso de gas natural e interconexiones eléctricas internacionales.** En Chile va a ser necesario mayor almacenamiento, generación flexible y gestión de la demanda, además de la expansión del sistema de transmisión para trasladar la nueva energía renovable.

En relación al sistema eléctrico

- En el estudio del Coordinador, sugiere la necesidad de un proceso de **salida gradual para dar tiempo a la expansión de la transmisión y la realización de inversiones de reemplazo en generación.**



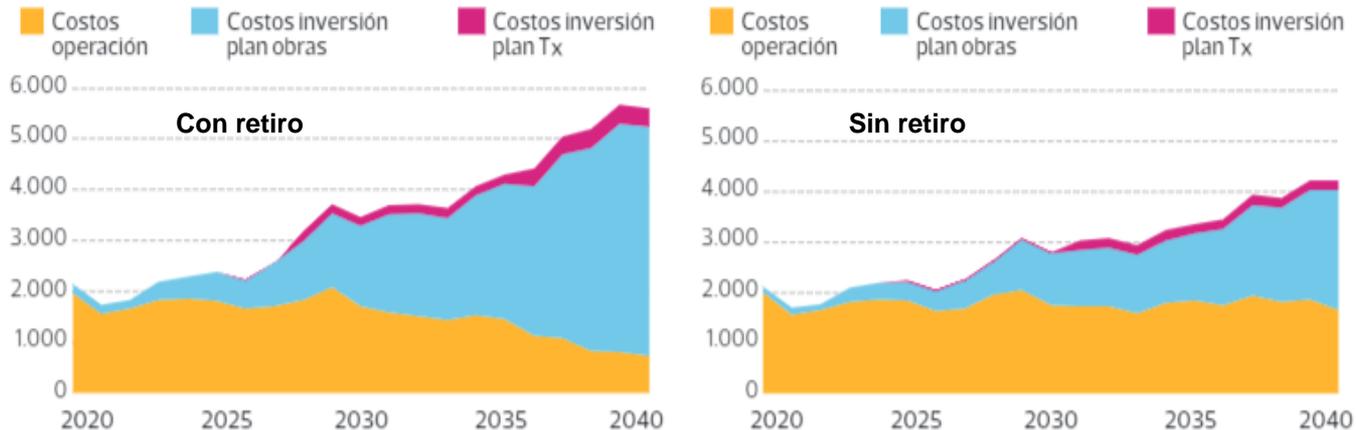
Fuente: Estudio del Coordinador Eléctrico Nacional para la Mesa

La expansión óptima del sistema eléctrico se realiza en tecnologías tales como **solar fotovoltaica, eólica e hidráulica**, acompañada de fuentes flexibles tales como **CSP e hidrobombeo**. En algunos escenarios también se observan nuevas centrales **GNL**.

- En algunos escenarios se requiere un sistema HVDC de 4.000 MW. Hoy el **Plan de Expansión de la CNE** tiene una línea de 2.000 MW que podría estar en servicio al 2030.

En relación al sistema eléctrico

- Los costos de inversión en generación se incrementan tras el retiro de las centrales a carbón, debido al reemplazo tecnológico necesario para el abastecimiento seguro y eficiente.
- Esto es parcialmente compensado por la caída en los costos de operación tras el retiro de las centrales a carbón, pues éstas serían reemplazadas por fuentes de oferta renovable de menor costo.

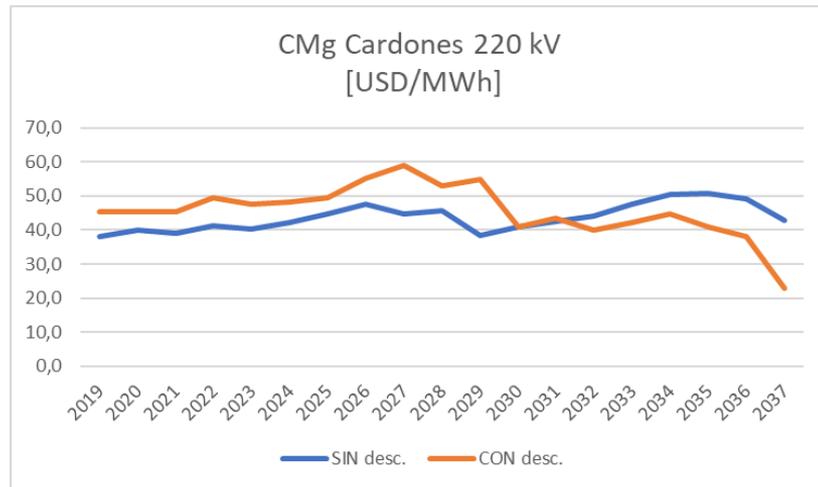
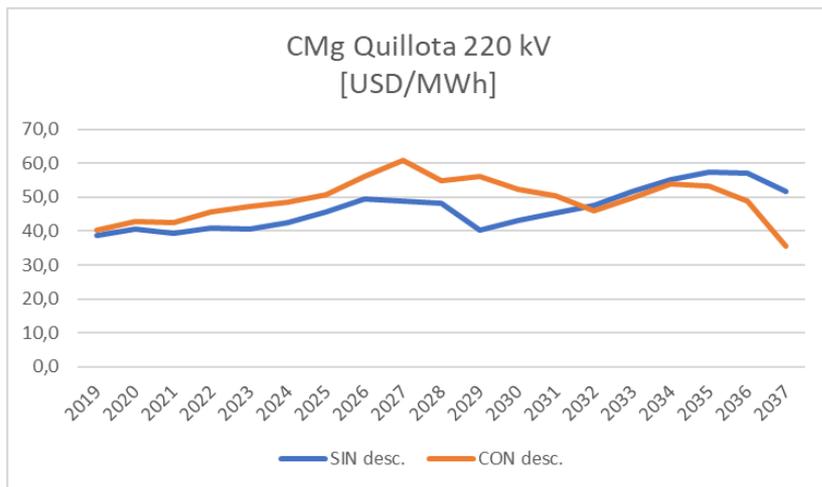


Fuente: Estudio del Coordinador Eléctrico Nacional para la Mesa

- Sumando costos de inversión (Gx y Tx) y operación, la diferencia entre escenarios alcanza los **USD 20 mil millones en mayores costos netos** durante todo el periodo hasta el 2040.

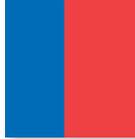
En relación al sistema eléctrico

- En el corto plazo, según Estudio del Coordinador, los efectos en costos marginales dependen del cronograma de retiro. Podrían haber aumentos relevantes al 2030, pero con disminuciones a posteriori.
- El impacto de tales costos marginales en las empresas (tanto con activos a carbón como sin ellos) depende de su situación económica-contractual y del tiempo que tengan para adaptarse.

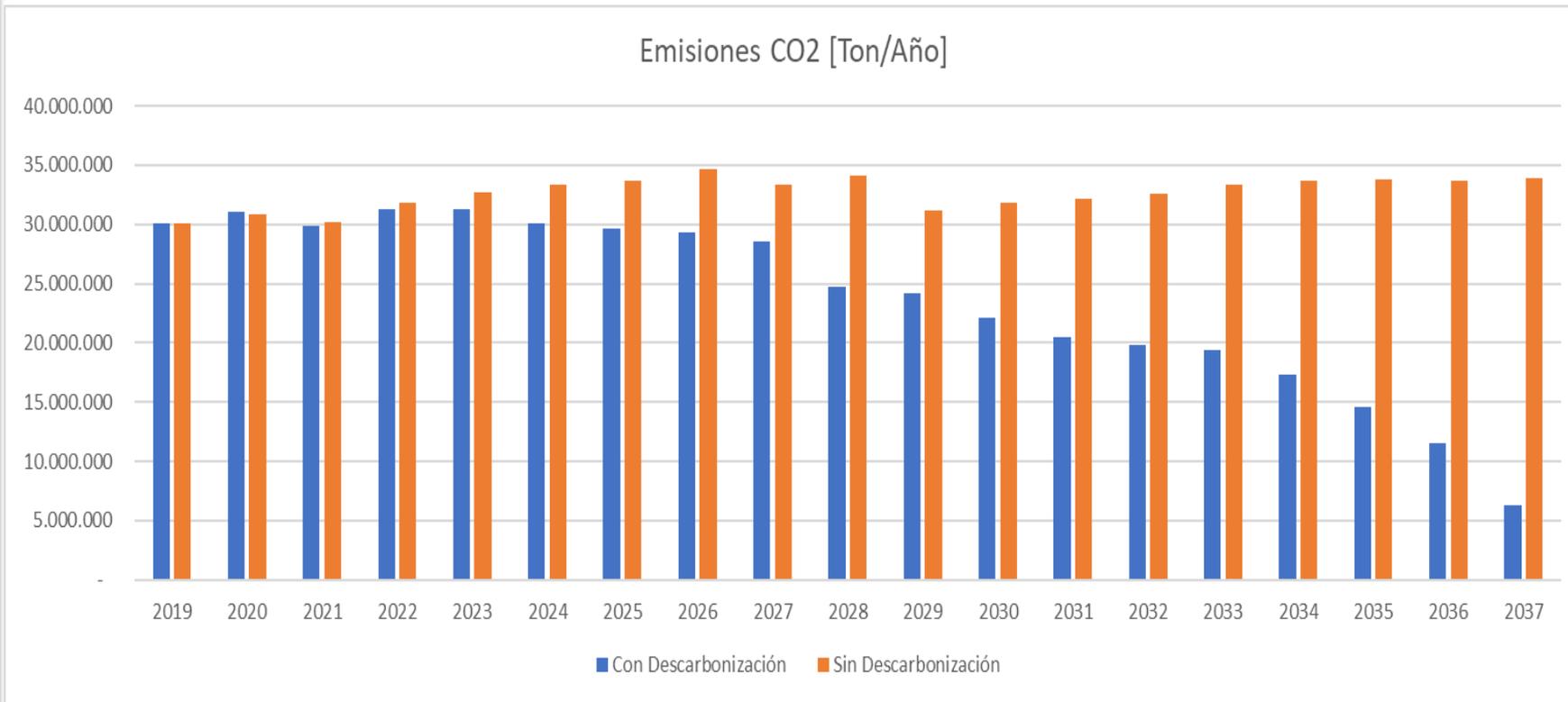


Fuente: Estudio del Coordinador Eléctrico Nacional para la Mesa

- El impacto en precios de la electricidad puede ser importante en las comunas donde se retirarán las centrales, toda vez que por la ley de equidad eléctrica existe una reducción en la cuenta de las comunas con generación eléctrica significativa.

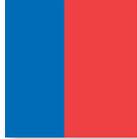


En relación a emisiones de Gases Efecto Invernadero



Fuente: Estudio del Coordinador Eléctrico Nacional para la Mesa





En relación a las alternativas tecnológicas

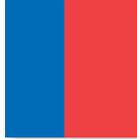
- Un primer grupo de alternativas de reconversión tecnológica considerada está madura tecnológicamente e **incluye la conversión total o parcial de una central a otro tipo de combustible (gas natural o biomasa).**

	Alternativa	Emisiones de CO ₂	Cambios en flexibilidad de la central	Costo de inversión según capacidad	Efecto en empleo	
Conversión de la central a otro combustible	Conversión total a gas natural	↓↓	↑↑	Medio	Reducción leve	
	Conversión total a biomasa forestal	↓↓↓	↓	Medio	Neutral	
	Conversión Parcial	Co-combustión de carbón y gas natural	↓	↑↑	Bajo	Neutral
		Uso de gas natural en operación a mínimo técnico y partida	↓	↑↑	Muy bajo	Neutral
		Co-combustión de carbón y biomasa forestal	↓	↓	Medio	Neutral

Fuente: Estudio de Inodú para la Mesa

- Los costos de inversión referenciales se encuentran entre **50 – 231 USD/kW para reconversión a gas natural** y entre **473 – 1.212 USD/kW para reconversión a biomasa.** A esto se suma la pérdida en ingresos por cambio en el orden de despacho.





En relación a las alternativas tecnológicas

- Un segundo grupo de alternativas de reconversión tecnológica **incluye la reutilización de la infraestructura de la central**. Un ejemplo de ello es la conversión a uso de residuos sólidos domiciliarios, la instalación de un sistema de desalinización de agua de mar o el mantener la central como reserva en frío del sistema eléctrico nacional (*mothballing*).

	Alternativa	Emisiones de CO ₂	Cambios en flexibilidad de la central	Costo de inversión según capacidad	Efecto en empleo
Reutilizan la infraestructura de la central	Reserva en frío o mothballing	↓↓↓	No aplica	Muy bajo	Reduce
	Conversión total a residuos sólidos domiciliarios	↓	↓↓↓	Muy Alto	Reduce
	Reemplazo unidad por motores a gas	↓	↑↑↑	Alto	Reduce
	Desalinización de agua de mar	Neutral	Neutral	No aplica	Reduce

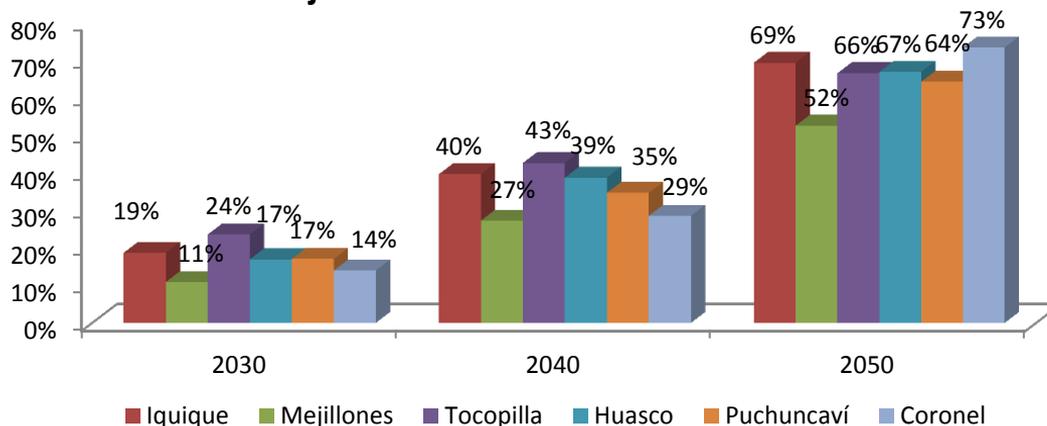
Fuente: Estudio de Inodú para la Mesa

- Algunas de estas reconversiones no son rentables** y para otras es necesario considerar los **ajustes regulatorios para una reconversión**.
- Entre la alternativa de reconvertir una central existente o instalar una nueva tecnología en un país con abundantes recursos renovables, **la reconversión puede dejar de ser atractiva**.



En materia de empleo

- El efecto en empleo del retiro del parque completo a nivel nacional sería de cerca de **4.000 trabajadores directos (contratados y subcontratados)**, además de **9.000 empleos indirectos** a lo largo de todo el proceso de cierre.
- Un aspecto importante dice relación con **el año en que se estima que los trabajadores de las centrales estarían en edad de jubilar.**



Fuente: Estudio del BID para la Mesa

- Al año 2030 entre un 11% y un 24% de los trabajadores habrá cumplido la edad de jubilación.**
- En 2040, entre el personal que cumple requisito para jubilar y el personal que se encuentra a tres años o menos de hacerlo, se alcanza 40% del total. Al 2050, supera el 60%.**

En materia de empleo

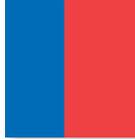
- El efecto en empleo es más significativo a nivel local, particularmente en Tocopilla.

	Iquique	Mejillones	Tocopilla	Huasco	Puchuncaví	Coronel
Impacto total en PIB regional %	0,53%	2,64%	1,01%	3,89%	2,24%	1,45%
Empleo directo	76	1.533	589	533	808	777
Distribución local (contratos y subcontratos)*						
Comuna en que se ubica la central	86,0%	18,5%	73,4%	56,7%	15,8%	15,9%
Otras comunas de la región	6,0%	70,0%	24,4%	33,9%	75,1%	72,4%
Otras regiones del país	8,0%	9,7%	1,9%	8,5%	7,0%	11,7%
% Empleo directo comuna**	0,1%	3,8%	4,4%	6,8%	1,6%	0,3%
% Empleo directo región	0,05%	0,5%	0,2%	0,4%	0,1%	0,1%
Empleo indirecto	165	3.319	1.275	1.154	1.750	1.682

Fuente: Estudio del BID para la Mesa

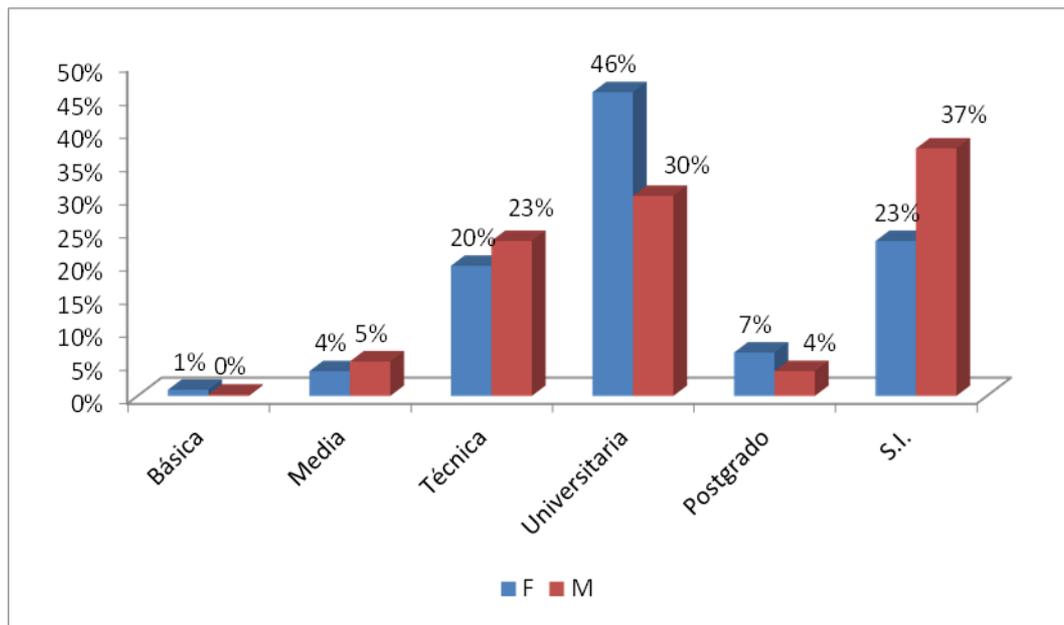
- *Para Iquique y Coronel los datos corresponden sólo a contratos. No se cuenta con información de la comuna para 90% de los datos de subcontratos.
- **Para Iquique y Coronel la estimación considera la distribución local observada para contratos, pues en el caso de subcontratos, no se tiene información de la comuna para 90% de los datos

- El empleo directo en Tocopilla e Iquique se ubica principalmente en la misma comuna.



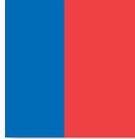
En materia de empleo

- El nivel educacional de quienes trabajan en las centrales como contratados es relativamente alto, 58% tiene educación superior (técnica, universitaria o postgrado).
- En el caso del empleo femenino contratado, el nivel educacional es mayor, 73% tiene educación superior (técnica, universitaria o postgrado).



Fuente: Estudio del BID para la Mesa





En materia de empleo

- La experiencia internacional de transición en el ámbito energético recomienda:
 1. Primero, entender que **el escenario actual cambiarán por razones exógenas**.
 2. Segundo, **realizar un análisis de los recursos que posee la comunidad (por ejemplo, puertos, perfiles laborales)**, para luego comenzar a **trabajar en una estrategia**.
 3. Finalmente, con una estrategia o plan de trabajo es posible disponer de financiamiento. En los procesos exitosos analizados **nunca ha venido el financiamiento antes que la estrategia**.
- Todo el proceso es mejor manejado si se aplica en **forma gradual**.
- Es necesario el **acompañamiento para la reinserción y reconversión** de los trabajadores de las centrales de manera de facilitar la transición. Las empresas deben proveer toda la información necesaria para que ello sea posible.
- Los **planes de acompañamiento deben ser distintos por comuna** dadas la realidad particular de cada una.



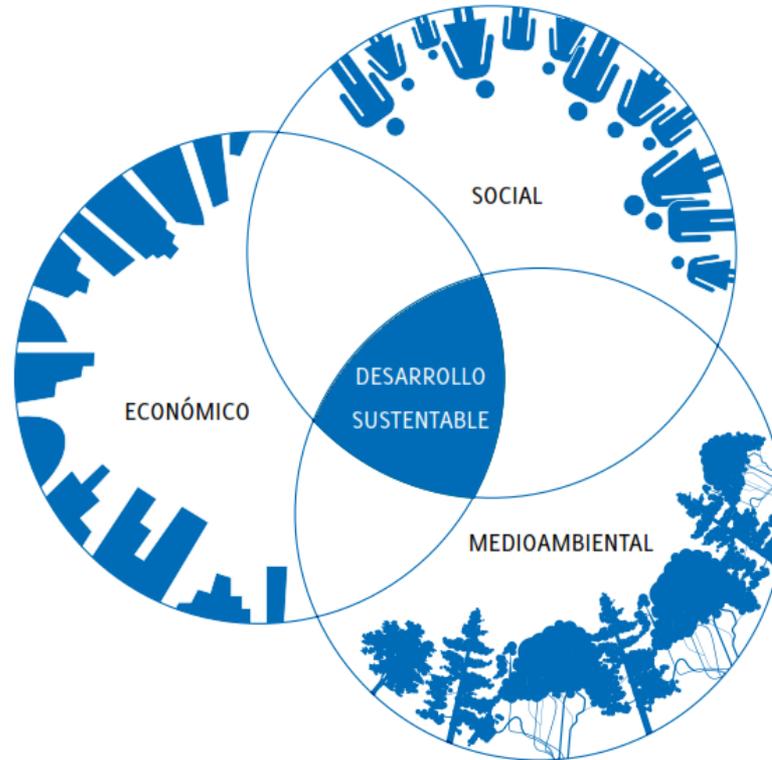


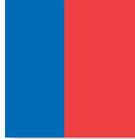
Criterios resultantes

La guía para el trabajo
que viene



Abordar el desafío de la descarbonización desde un análisis de sostenibilidad





Criteria

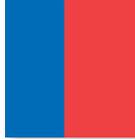
1. **Gradualidad** en el proceso de retiro/reconversión para que se alcance a disponer de un sistema seguro y eficiente.
2. **Acompañamiento para la transición laboral** de los trabajadores de las centrales y las comunas en las que se encuentran.
3. **Adecuación de normativa** que sean necesarias para facilitar el proceso mediante una adecuada flexibilidad del sistema y resguardo ambiental.
4. **Compromiso vinculante con origen voluntario.**





Cierre de la mesa:

- **Se ha cumplido el objetivo** de sensibilizar a los actores con el análisis de las múltiples aristas del desafío que presenta el retiro/reconversión de centrales a carbón.
- El **documento de cierre** de la Mesa lo constituyen esta presentación que da cuenta de todo el proceso, junto con el Acta de la presente reunión.



Espacio para Comentarios



Muchas gracias



Ministerio de
Energía

Gobierno de Chile

