



CDEC SING

CENTRO DE DESPACHO
ECONÓMICO DE CARGA
SISTEMA INTERCONECTADO
NORTE GRANDE

EXPERIENCIA EN INTEGRACIÓN DE ERNC AL SING

Juan Carlos Araneda T.

Director Planificación y Desarrollo



Contenido



- ❑ **Características del SING**
- ❑ **Integración de ERNC en el SING**
- ❑ **Estudios de integración ERNC**
- ❑ **Conclusiones**

Contenido



- ❑ **Características del SING**
- ❑ Integración de ERNC en el SING
- ❑ Estudios de integración ERNC
- ❑ Conclusiones



Características del SING

Territorio ERNC

- El Norte de Chile tiene ventajas comparativas para la generación con Energías Renovables No Convencionales (ERNC).
- Las ERNC son un recursos abundante en el norte del país, y su presencia constituye un aporte en la diversificación de la matriz.
- El SING cuenta con proyectos ERNC geotérmicos, eólicos y solares, fotovoltaicos y de concentración.





Características del SING

Puerta de Entrada a Mercado Eléctrico Chileno

- **Por su ubicación geográfica como vecino de Perú, Bolivia y Argentina, el SING cumple un rol estratégico en la promoción de la integración energética regional.**
- **Tiene un doble desafío: seguir abasteciendo a la minería y la expansión económica del norte, y aprovechar la integración regional y nacional para intercambiar energía.**





Características del SING

Apoyo CDEC-SING a Integración Regional



- Participación y apoyo al trabajo del Sistema de Interconexión Eléctrica Andina (SINEA).
- Implementación de la exportación al Sistema Argentino de Interconexión (SADI).
- Participación en estudios técnico económicos para una eventual interconexión con Perú.
- Liderazgo en la armonización regulatoria que permita una integración efectiva y eficiente.

Interconexión SING-SEIN

Back-to-Back
Chile (50 Hz) –Perú (60 Hz)



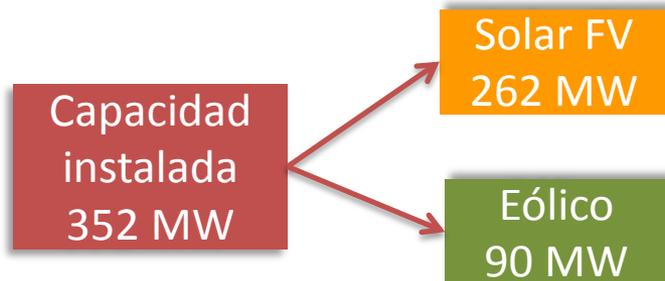
Contenido



- ❑ Características del SING
- ❑ **Integración de ERNC en el SING**
- ❑ Estudios de integración ERNC
- ❑ Conclusiones

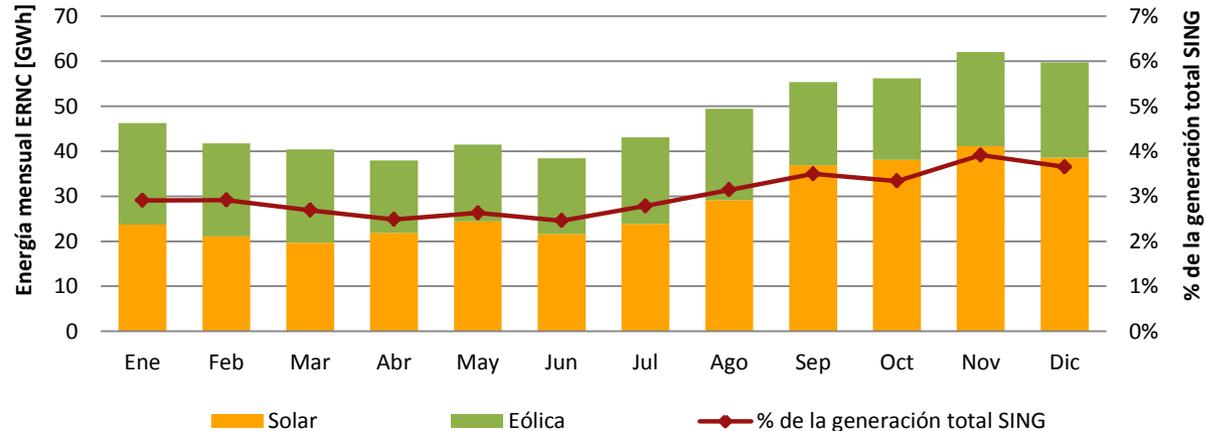


Desempeño operativo 2015

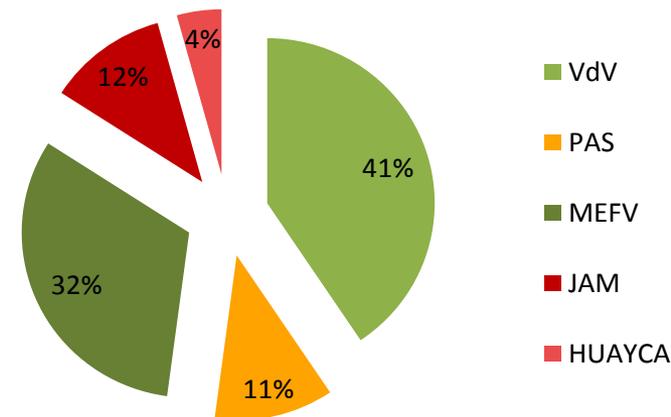


- ❖ La operación 2015 no tuvo vertimiento de centrales ERNC.
- ❖ Los tiempos de interconexión ERNC al sistema, disminuyeron desde un promedio de 14 meses a 9 meses, considerando desde la declaración en construcción hasta la conexión al sistema.

Generación bruta anual



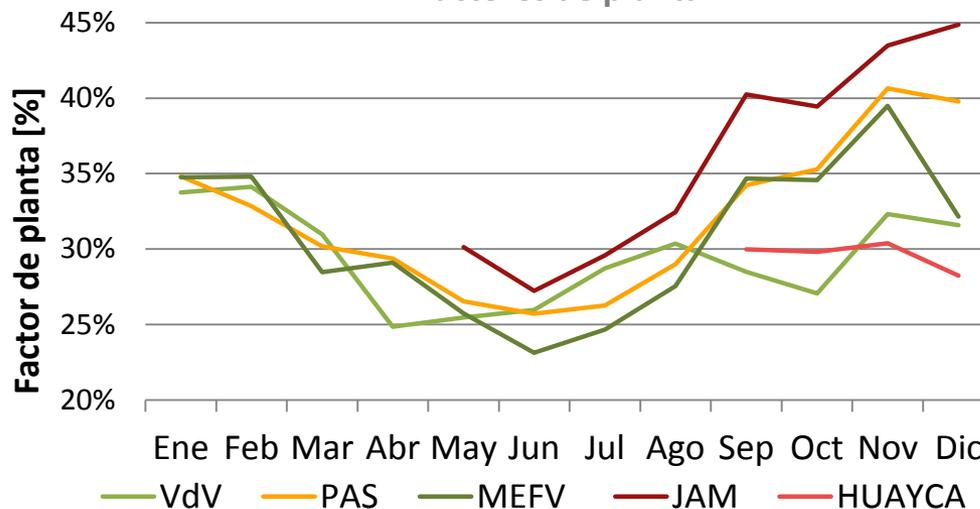
Generación bruta anual (Participación por central)



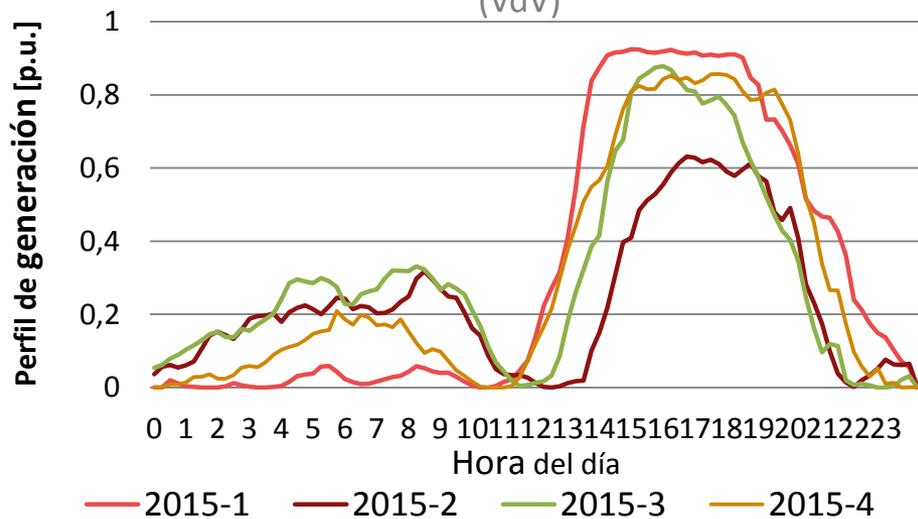
Desempeño operativo 2015



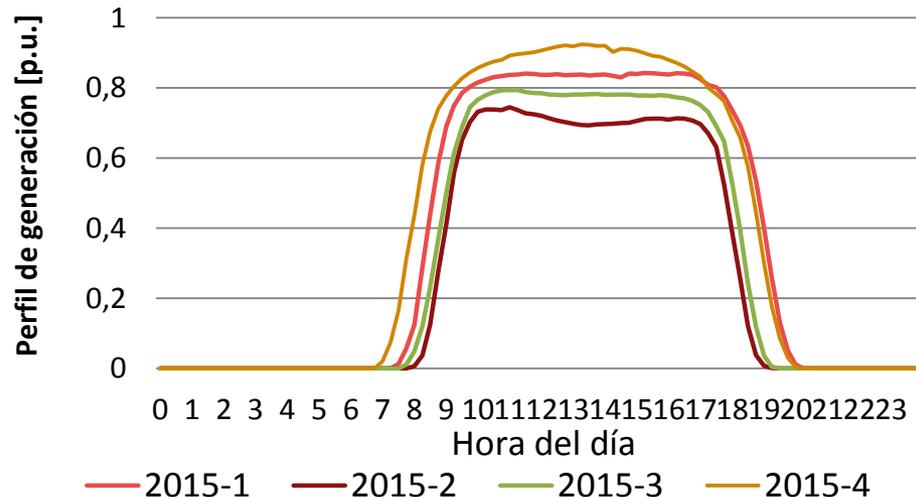
Factores de planta



Perfil característico por trimestre - generación eólica (VdV)



Perfil característico por trimestre - generación solar FV (PAS, MEFV, JAM, HUAYCA)



Interconexión SING-SIC



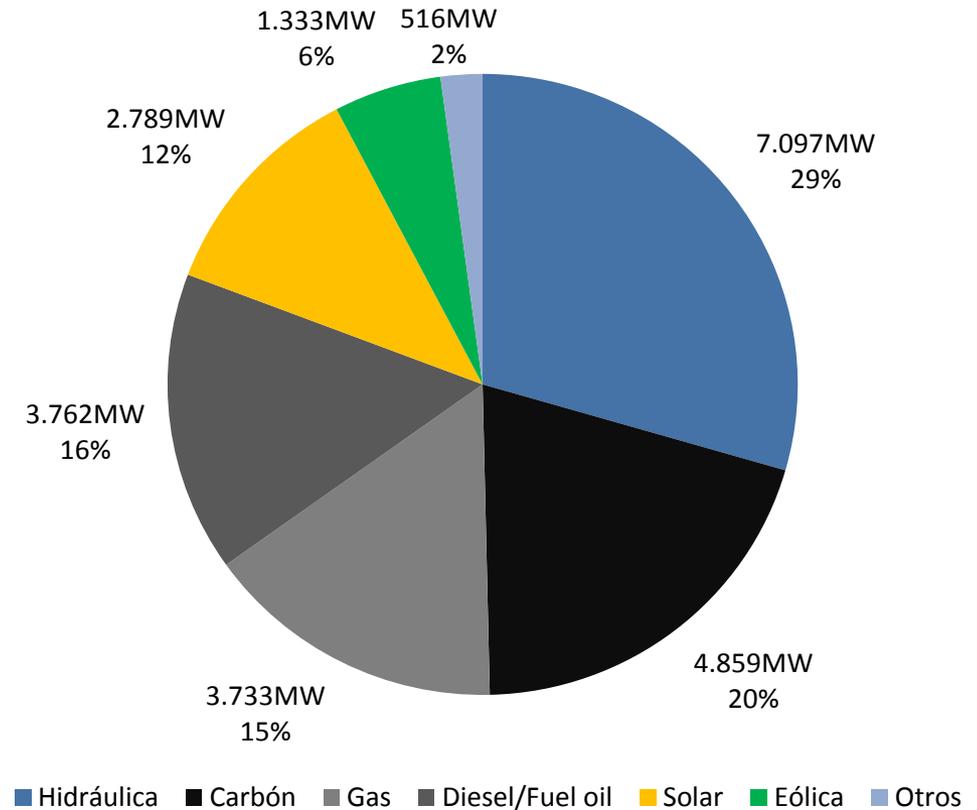
Sistema Interconectado Nacional: Proyección al 2018

Capacidad Instalada: **24 GW**
Demanda Máxima: **11 GW**

SING + SIC
Año 2018

Aysén

Magallanes



Interconexión SING-SIC

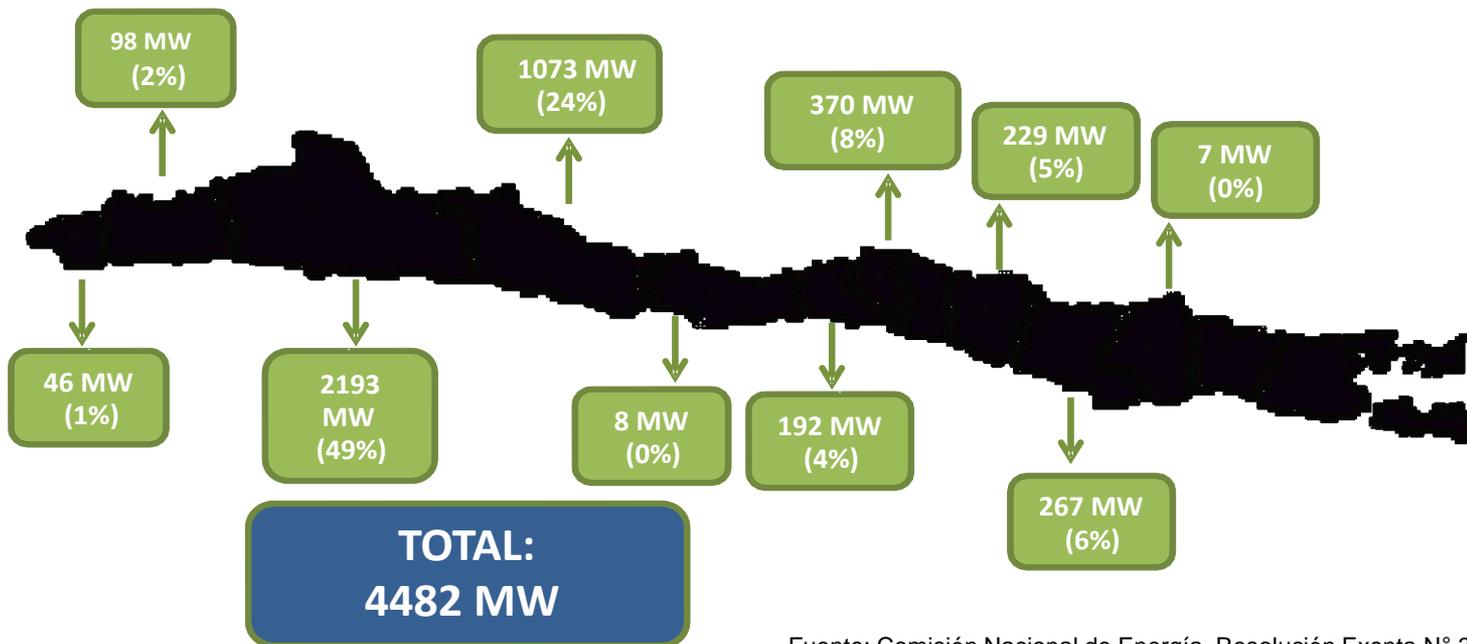


Proyectos de Generación en Construcción al 2018

Proyectos

51 Proyectos de energías renovables no convencionales + **9** Proyectos de energías convencionales

Capacidad

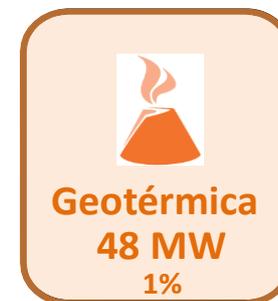
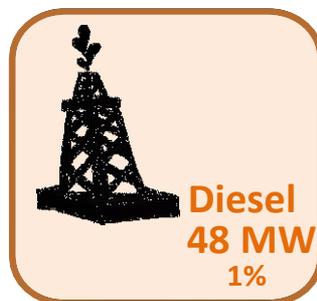
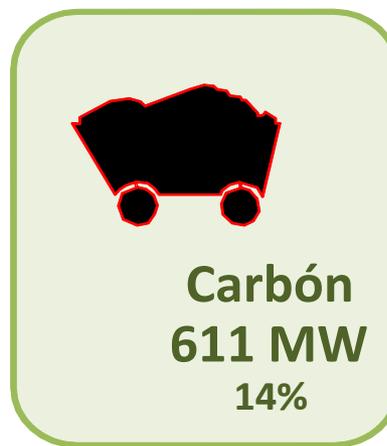
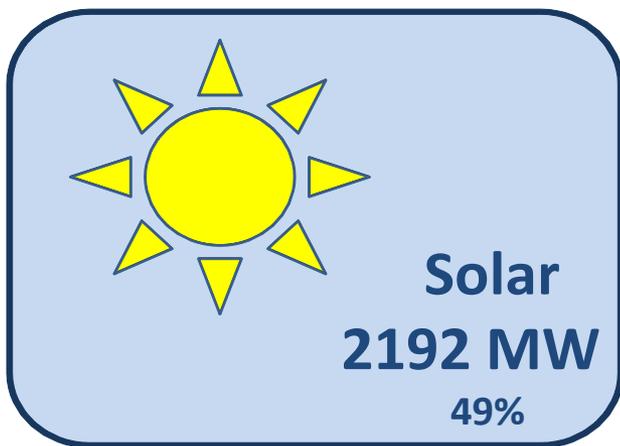


Interconexión SING-SIC

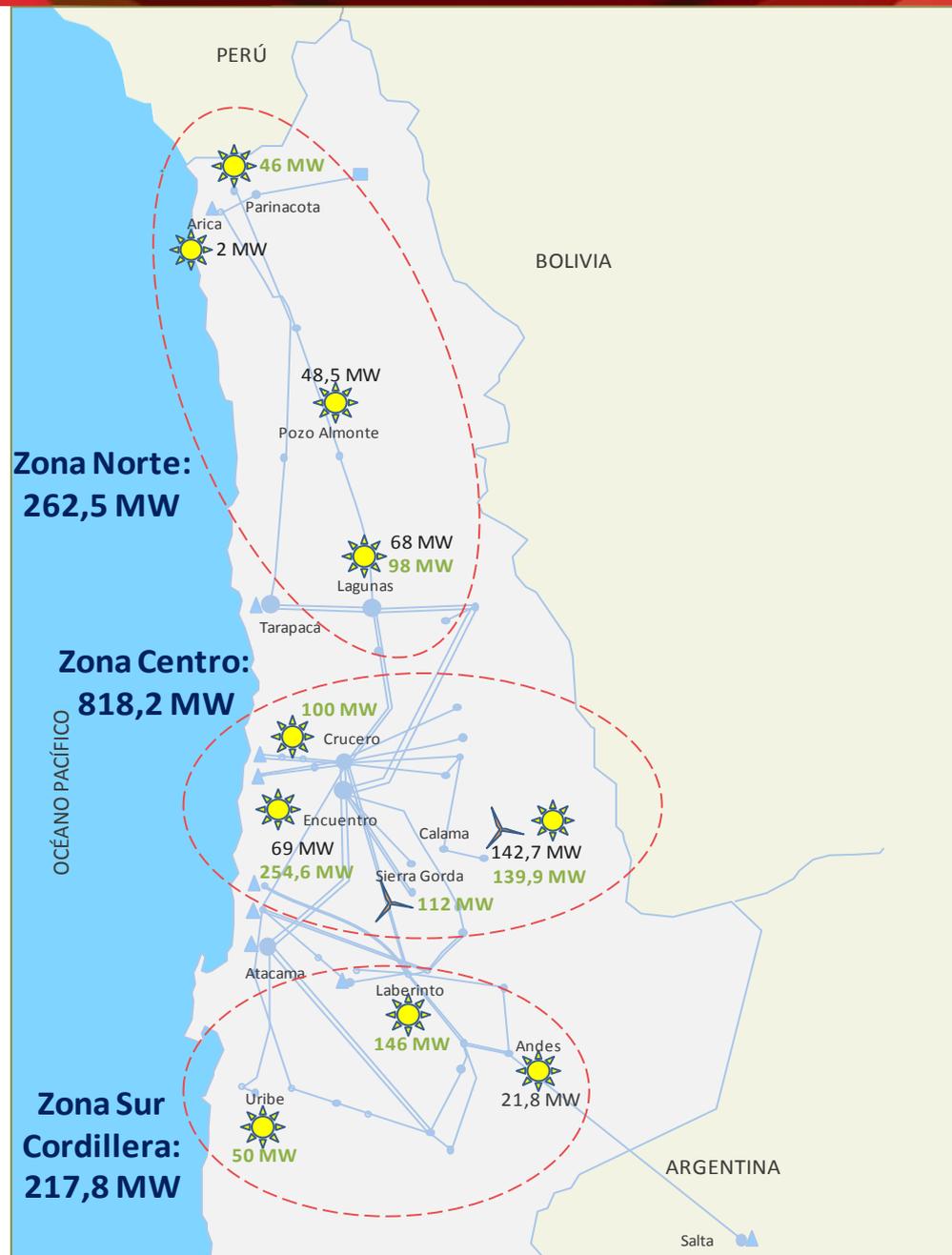


Proyectos de Generación en Construcción al 2018

Tecnologías



Centrales ERNC en operación y en construcción al año 2018 en el SING



Contenido



- ❑ Características del SING
- ❑ Integración de ERNC en el SING
- ❑ **Estudios de integración ERNC**
- ❑ Conclusiones

Estudios Integración ERNC

Acciones CDEC-SING



Estudio Técnico - Económicos

Plan de Integración de ERNC

Enfoque estratégico

Foco: Capacidad del parque generador convencional y recurso ERNC

Escenario: año 2014

Foco: Control de frecuencia y régimen operativo parque generador

Escenario: año 2017

Foco: Evaluación del sistema de transmisión

Escenario: año 2018 y 2021

2012



2012



2014



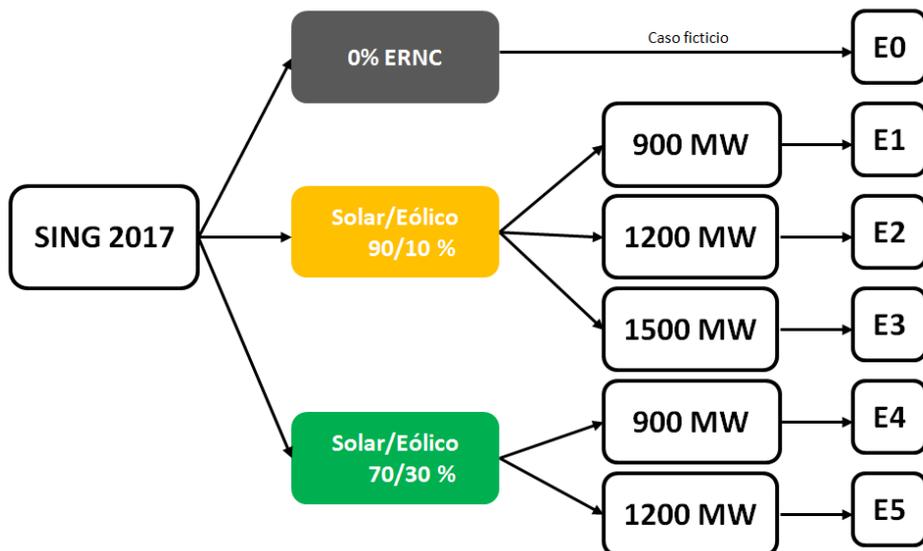
2015



Estudio ERNC 2014 (Foco en control de frecuencia)

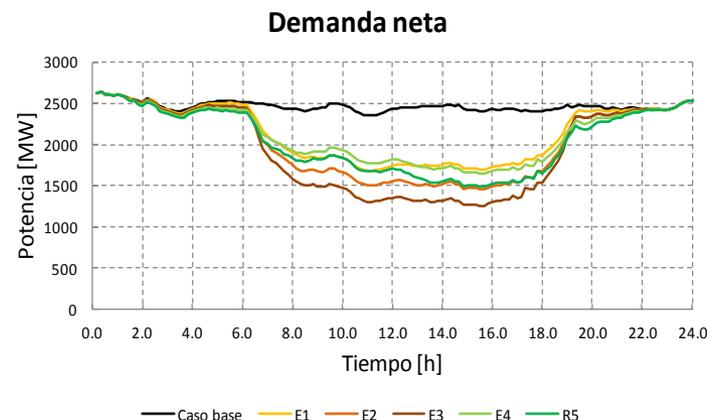


Escenarios considerados



Análisis realizados:

- Requerimientos de reserva en giro
- Efecto en el pre-despacho: costo de operación sistémico y cambios en el régimen operativo de generadores convencionales
- Influencia en la inercia sistémica y respuesta primaria de frecuencia
- Análisis de la regulación secundaria de frecuencia



Escenario	Capacidad instalada [MW]	Capacidad Fotovoltaico [%]	Capacidad Termosolar [%]	Capacidad Eólica [%]	Penetración en energía [%]	Máxima penetración instantánea [%]
E1 (*)	937	78,6	11,7	9,6	11	30
E2	1232	75,6	8,9	15,4	15	40
E3	1452	79,3	7,5	13,1	18	49
E4	922	68,5	0	31,5	13	33
E5	1237	61,8	8,3	29,7	16	41

Estudio ERNC (Foco en control de frecuencia)



Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones:

Flexibilidad

Unidades generadoras



Flexibilidad de UUGG convencionales es clave para absorber variabilidad de centrales ERNC

Interconexión



Transferencias dinámicas coincidentes con ERNC, permitiría reducir impactos operativos

AGC



Implementación y configuración del AGC debe permitir un adecuado control de la variabilidad de las ERNC

Recomendaciones:

Análisis necesarios

Sistema de Transmisión



Entregar señales para el desarrollo eficiente del sistema de transmisión

Predicciones



Estudiar mecanismos y metodologías para la gestión y corrección de las predicciones de ERNC

SSCC



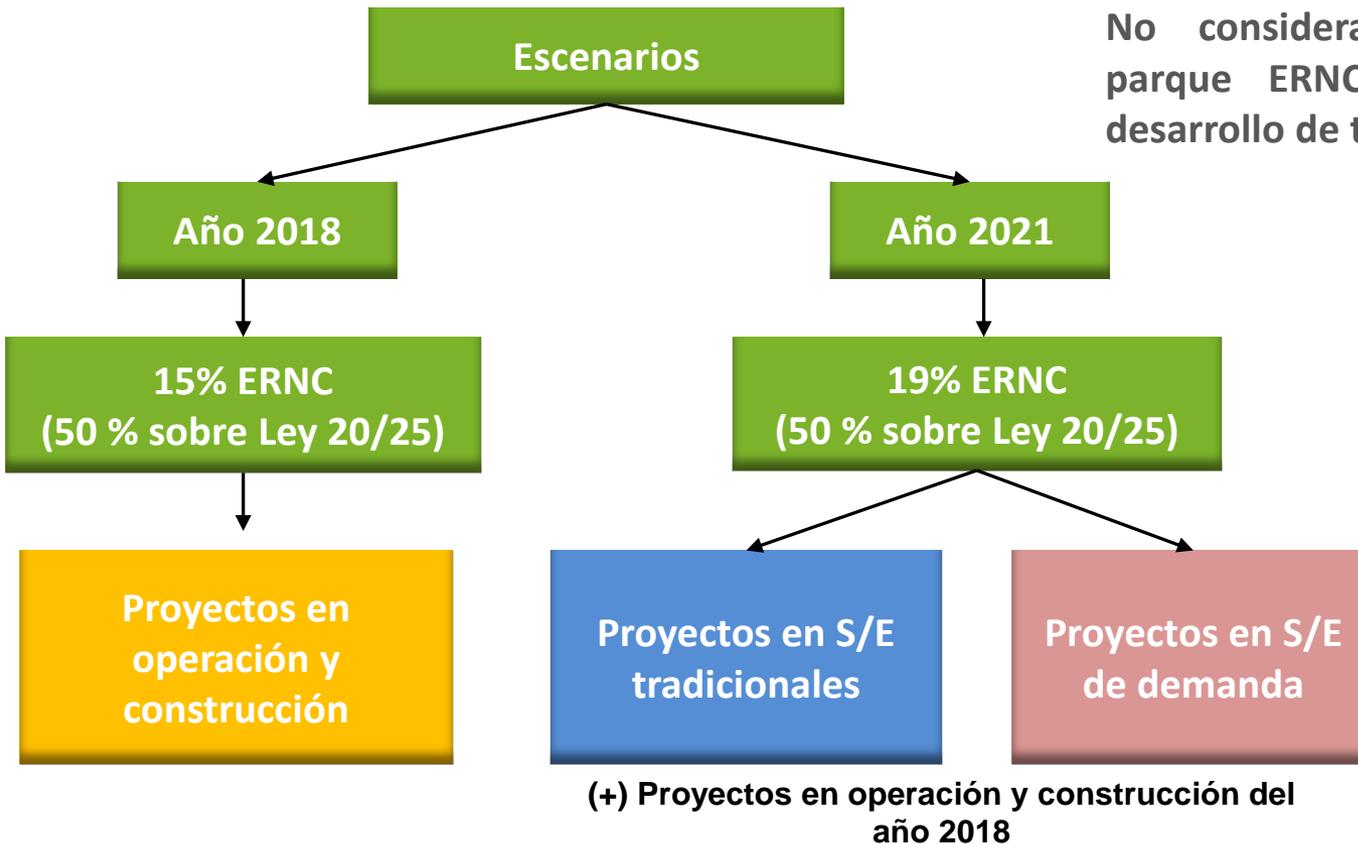
Evaluar otros posibles SSCC que permitan una mayor integración ERNC (control de tensión, cycling, almacenamiento de energía, etc)

Estudio ERNC (Foco en sistema de transmisión)



Escenarios considerados

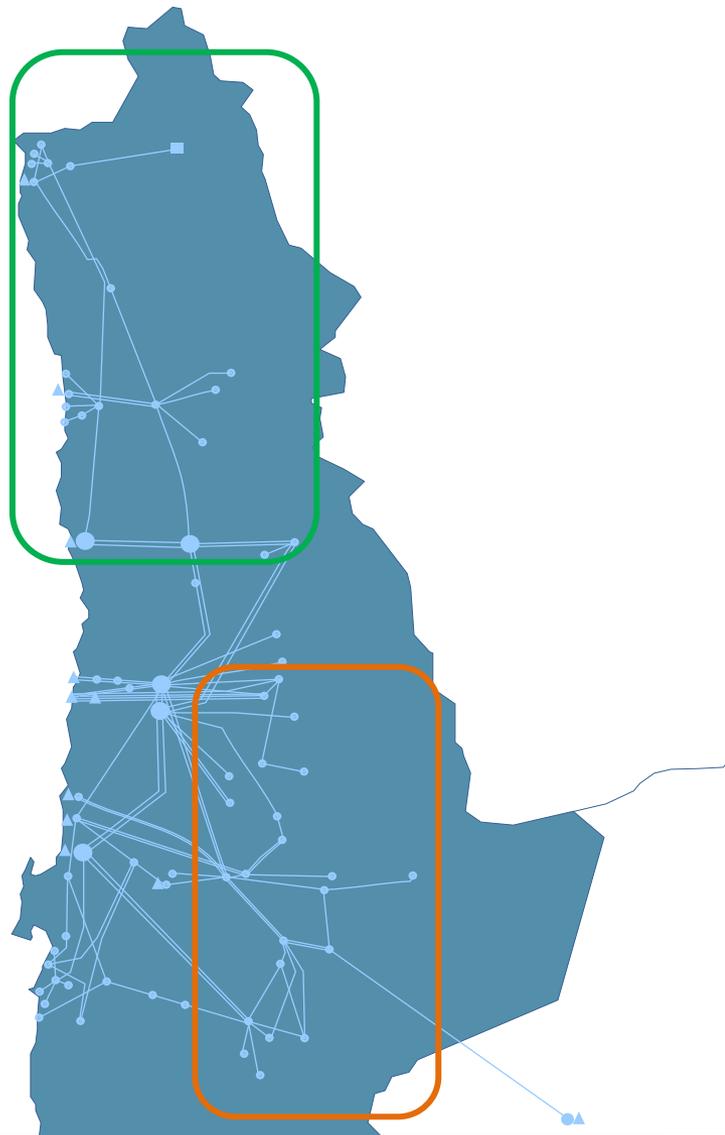
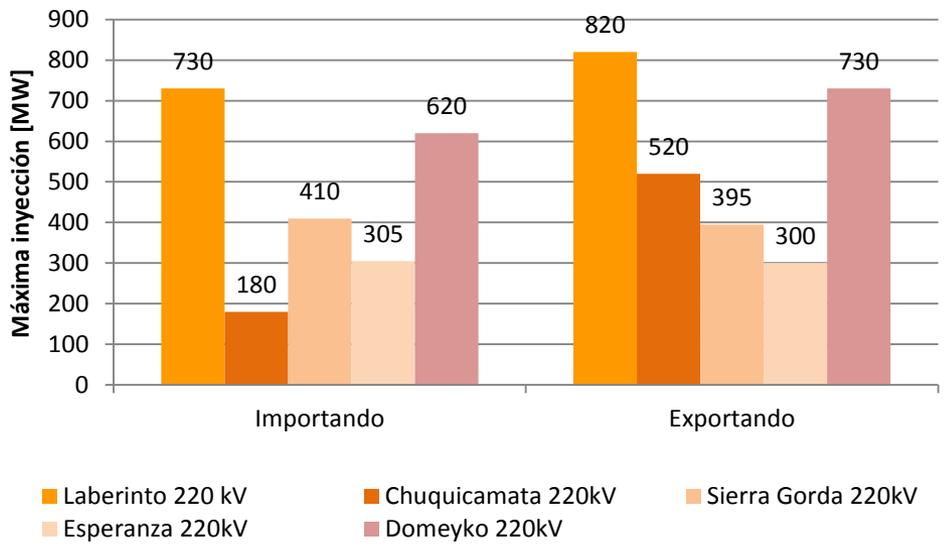
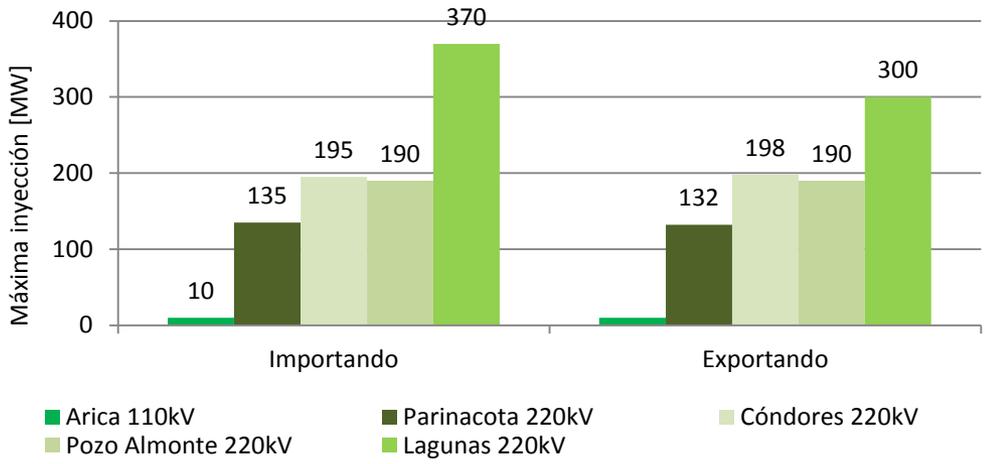
Escenarios ERNC determinados para representar situaciones más desafiantes para el sistema de transmisión del SING. No considera desarrollo óptimo del parque ERNC conforme a costos de desarrollo de tecnología eólica y solar FV.



Estudio ERNC 2014 (Foco en sistema de transmisión)



Montos admisibles de inyección ERNC por S/E



Estudio ERNC 2014 (Foco en sistema de transmisión)



Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones:

Sistema de Transmisión

Capacidad

El sistema de transmisión del SING del año 2018 y 2021 permite la integración de los escenarios de inyección ERNC evaluados.

Localización

Se hace un uso más seguro y eficiente del sistema de transmisión del SING al considerar una localización de los proyectos ERNC en torno a SSEE de demanda.

CMg

No existe desacople económico y los CMg presentan una marcada tendencia intradiaria de acuerdo al perfil ERNC.

Recomendaciones:

Análisis necesarios

Flexibilidad

Estudiar criterios de planificación y operación integrada del sistema nacional para que la interconexión se transforme en un recurso adicional para entregar mayor flexibilidad

Tecnologías

Evaluar alternativas tecnológicas que permitan flexibilizar el parque generador convencional y el sistema de transmisión.

SSCC

Evaluar la capacidad de que las centrales ERNC puedan realizar un control de tensión e instruirlo mediante la regulación de los SSCC



Almacenamiento

Usos y alternativas



Suministro de energía

- Desplazamiento de energía
- Suministro de capacidad



Servicios complementarios

- Seguimiento de carga
- Regulación de área
- Reserva de capacidad
- Control de tensión



Sistema eléctrico

- Soporte en perturbaciones en la red
- Congestionamientos en transmisión (peak)
- Aplazar inversión en transmisión o distribución
- Energía para SSAA en SSEE



Consumidor final

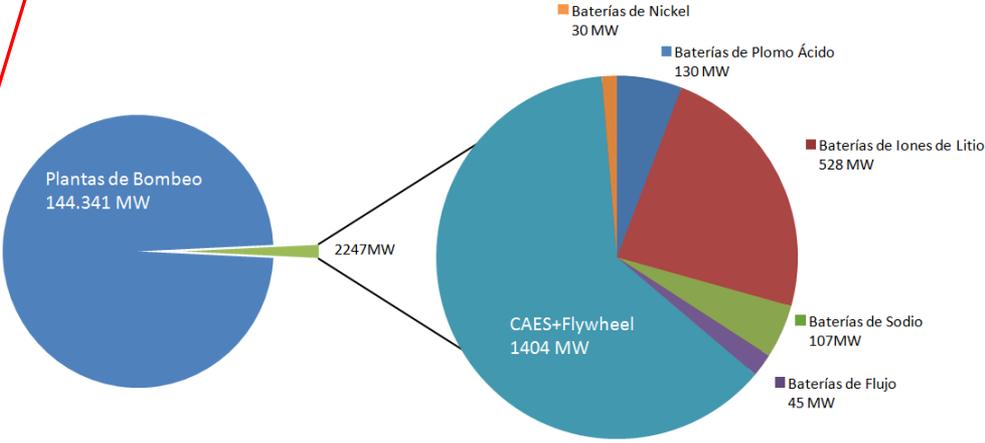
- Utilización de energía sensible al precio
- Utilización de energía en periodos peak
- Confiabilidad al usuario final
- Calidad de energía



Integración ERNC

- Desplazamiento de horarios de generación
- Aportes en capacidad
- Disminuir intermitencia

Aspectos a considerar en Estudio ERNC 2016 – Foco Flexibilidad



De la capacidad instalada en el mundo de almacenamiento el 98% equivale a PHS (Pumped Hydro Storage) y el otro 2% se reparten entre almacenamiento de aire comprimido, volantes de inercia y distintos tipos de baterías.

Fuente: DOE Global Energy Storage Database

Almacenamiento

Acciones CDEC-SING - Optimización



Minimizar {Costos Totales}



Sujeto a las restricciones

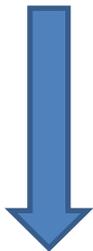
Restricciones comunes para todas las tecnologías

- Costos variables (combustibles)
- Costos variables no combustibles (mantenimientos)
- Costos de encendido
- Costos por energía no suministrada
- Costos por reservas no cumplidas

- Restricciones binarias on/off
- Potencias máximas y mínimas
- Tiempos mínimos de encendido y apagado
- Rampas máximas de subida y bajada

Central optimizada en dos etapas:

Fase 1 (MT)



Traspaso de los precios sombra para la optimización final

Fase 2 (ST)

Restricciones central de bombeo

Potencia máxima de Bombeo

Evasión modos simultáneos

Conservación de Volumen inicial

Conservación de Volumen

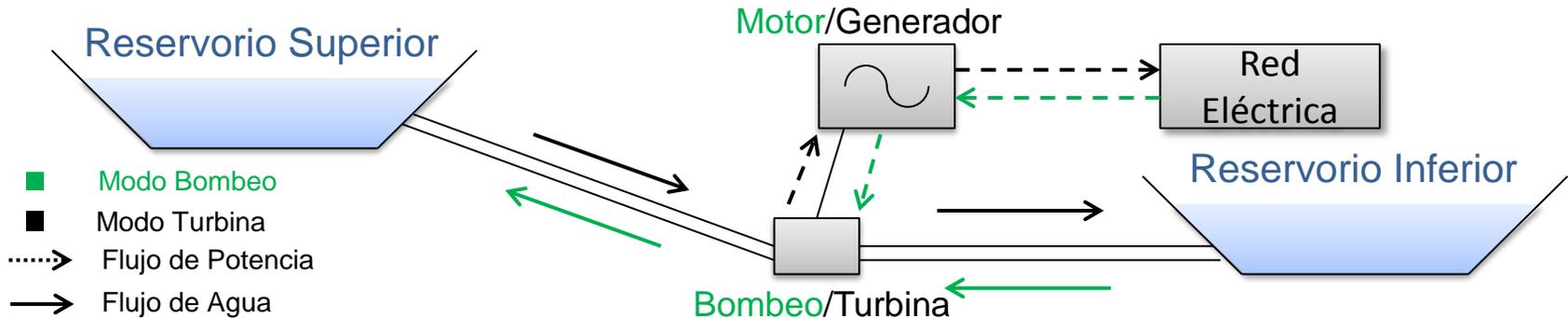
Energía Bombeada

Energía Descargada

Máxima energía Almacenada

Almacenamiento

Acciones CDEC-SING – Modelación central bombeo



Algunas características posibles de modelar en **PLEXOS®**

- ✓ Límites reservorios
- ✓ Valor del agua
- ✓ Nivel objetivo de embalses
- ✓ Eficiencia de bombeo
- ✓ Potencias de generación/bombeo
- ✓ Pérdidas embalses
- ✓ Costos partida/parada
- ✓ Participación en reservas
- ✓ Número de unidades generación/bombeo



Conclusiones

- ❑ La inserción de ERNC al SING no ha producido efectos relevantes en la operación. Ante el crecimiento esperado del parque ERNC, se debe anticipar soluciones a desafíos en la operación y planificación del SING.
- ❑ Los estudios CDEC-SING señalan, entre otros aspectos, que:
 - ✓ La flexibilidad del sistema eléctrico y las interconexiones SING-SADI y SING-SIC son clave para la integración segura y eficiente de generación ERNC variable (eólico y solar FV).
 - ✓ El rol del AGC es clave para gestionar la variabilidad de las ERNC y/o intercambios con otros sistemas.
 - ✓ Se logra un uso más eficiente y seguro de la capacidad del sistema de transmisión privilegiando localizaciones de proyectos ERNC cercanas a la demanda.



Conclusiones

- Los sistemas de almacenamiento, tales como centrales de bombeo y sistemas de baterías, pueden entregar flexibilidad a la operación del sistema eléctrico. Sin embargo, se requiere profundizar en las siguientes materias:
 - ✓ Programación y operación para aprovechar su característica flexible.
 - ✓ Criterios para determinar volúmenes y distribución de reservas para el control de frecuencia del nuevo Sistema Interconectado Nacional, asegurando su entregabilidad (según capacidad del sistema de transmisión).
 - ✓ En un esquema de SSCC robusto (mercado) que permita fomentar el uso de tecnologías de almacenamiento.



CDEC SING

CENTRO DE DESPACHO
ECONÓMICO DE CARGA
SISTEMA INTERCONECTADO
NORTE GRANDE

EXPERIENCIA EN INTEGRACIÓN DE ERNC AL SING

Juan Carlos Araneda T.

Director Planificación y Desarrollo

