



Nuevas tecnologías en sistemas de transmisión

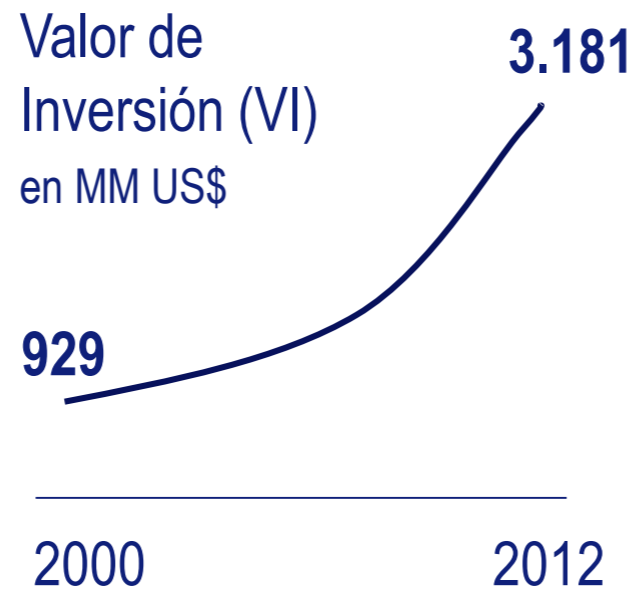
Alex Alegría M.
Jefe de Estudios de Tecnologías

11 de noviembre de 2013

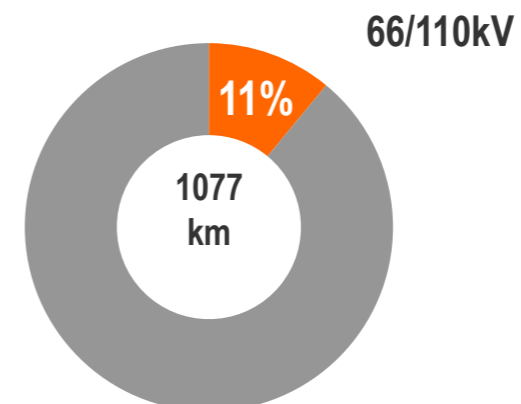
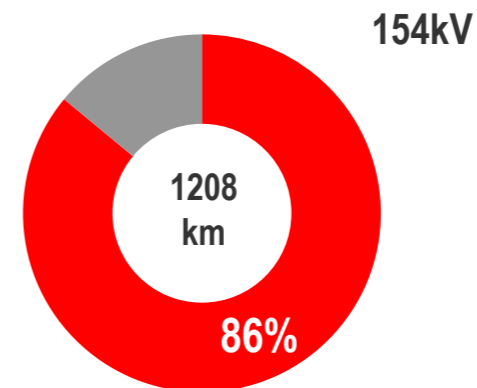
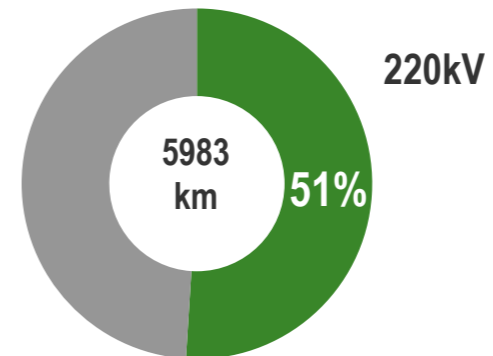
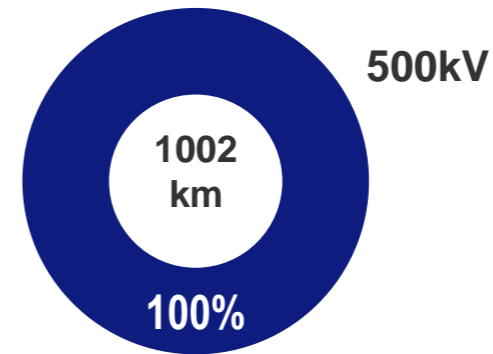
- 1 Transelec
- 2 Escenario energético
- 3 Desafíos de la transmisión
- 4 Soluciones tecnológicas en nuestro sistema
- 5 Desafíos futuros
- 6 Conclusiones

- Mayor empresa de transmisión eléctrica de Chile
- 9.270 km líneas y 55 subestaciones
SING: 1.234 km y 4 subestaciones
SIC: 8.036 km y 51 subestaciones
- 14.539 MVA en capacidad de transformación

Enorme esfuerzo de inversión en los últimos 12 años triplicando su base de activos

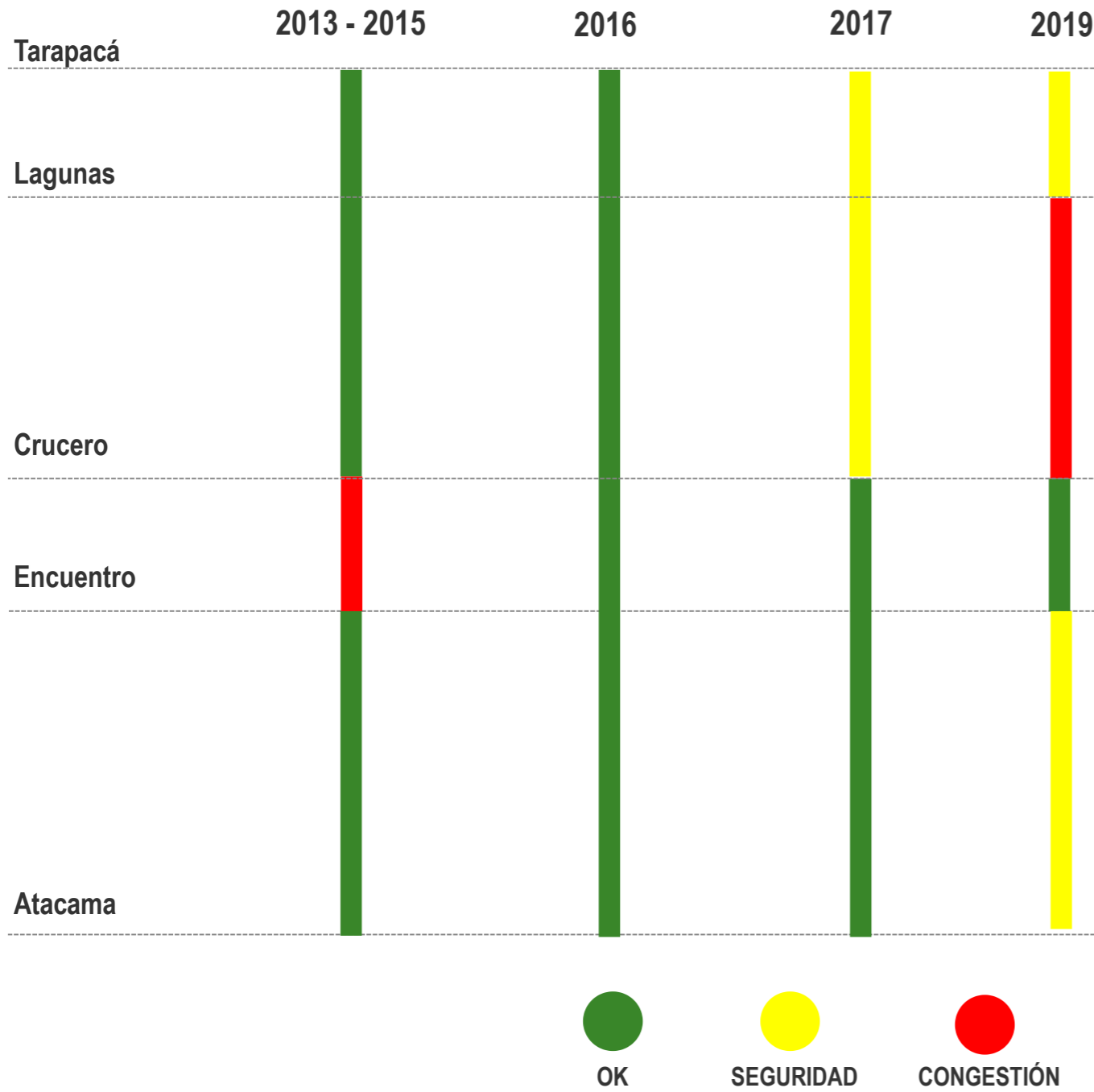


Valores en millones de US\$ al 31-dic de cada año
Fuente: Memoria 2012 - Transelec



2. Escenario energético

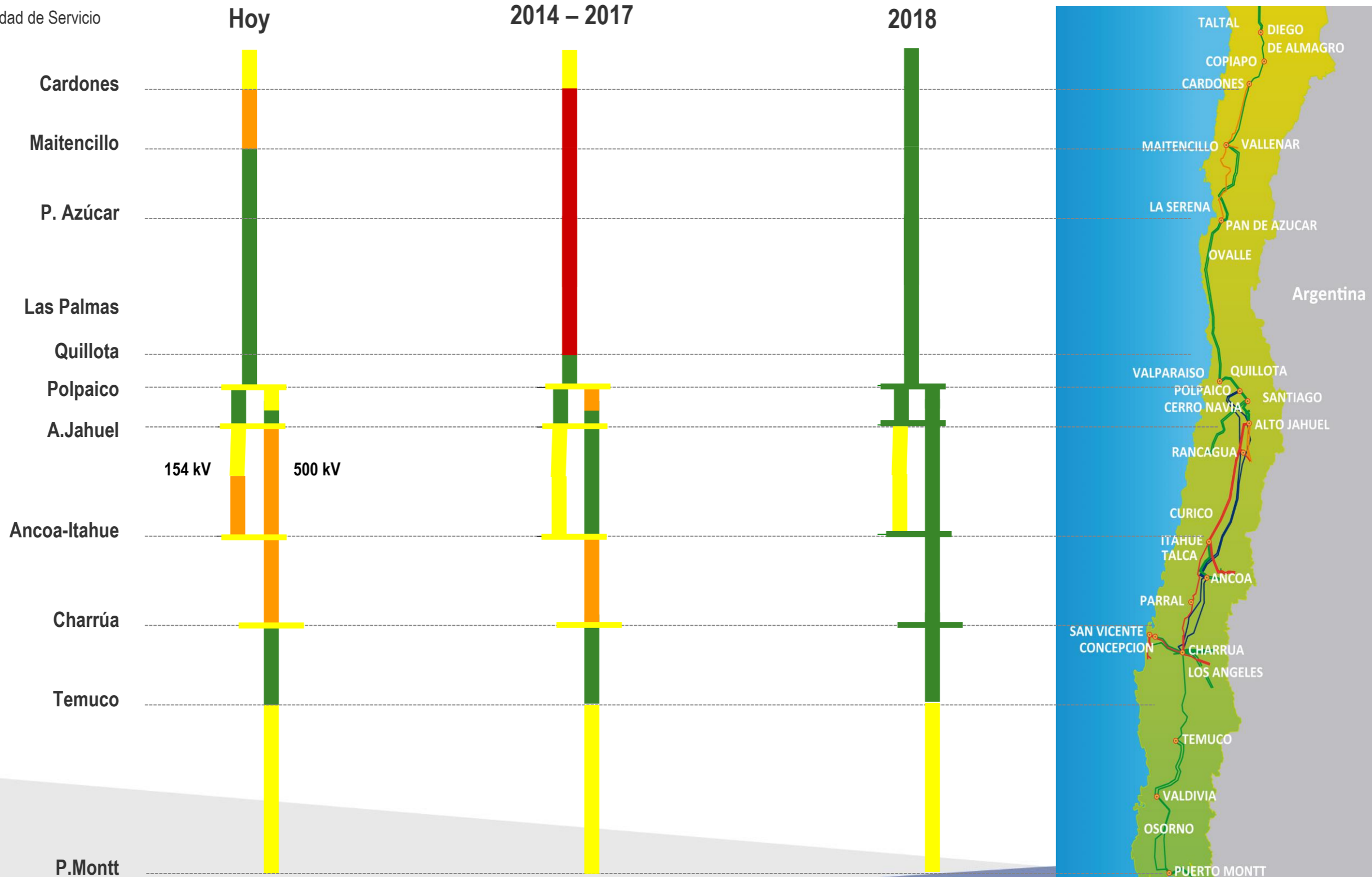
Confiabilidad del Sistema Troncal SING



- █ Sin Seguridad y Congestionado
- █ Congestionado
- █ Sin Seguridad de Servicio
- █ Confiable

Período de Transición

Mediano Plazo



DIFICULTAD PARA CONSTRUIR LÍNEAS

¿Cómo abordar el problema?



¿Tipos de solución?

- CER
- STATCOM
- DYNAMIC LINE RATING
- CONDUCTOR DE BAJA FLECHA
- BESS
- TRANSFORMADOR DESFASADOR
- HVDC

¿Qué permite?

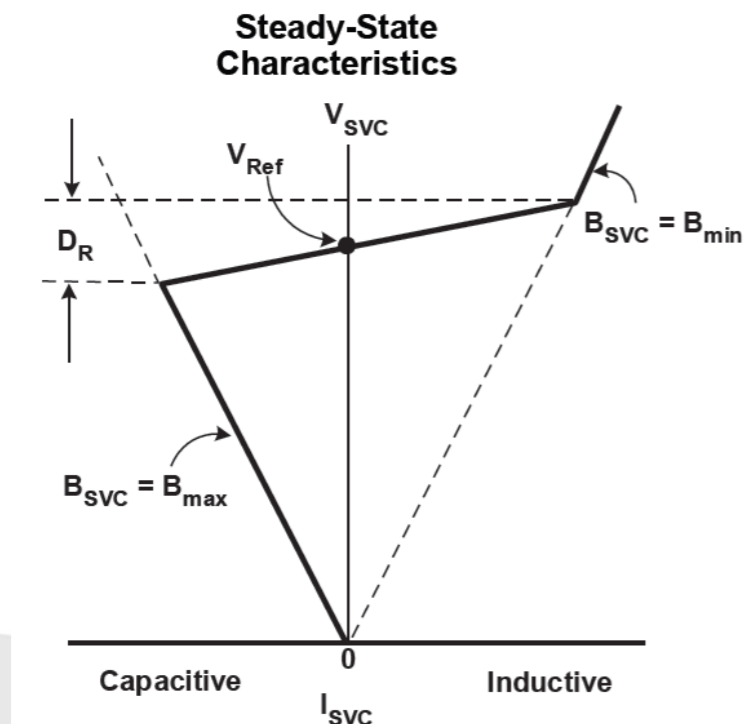
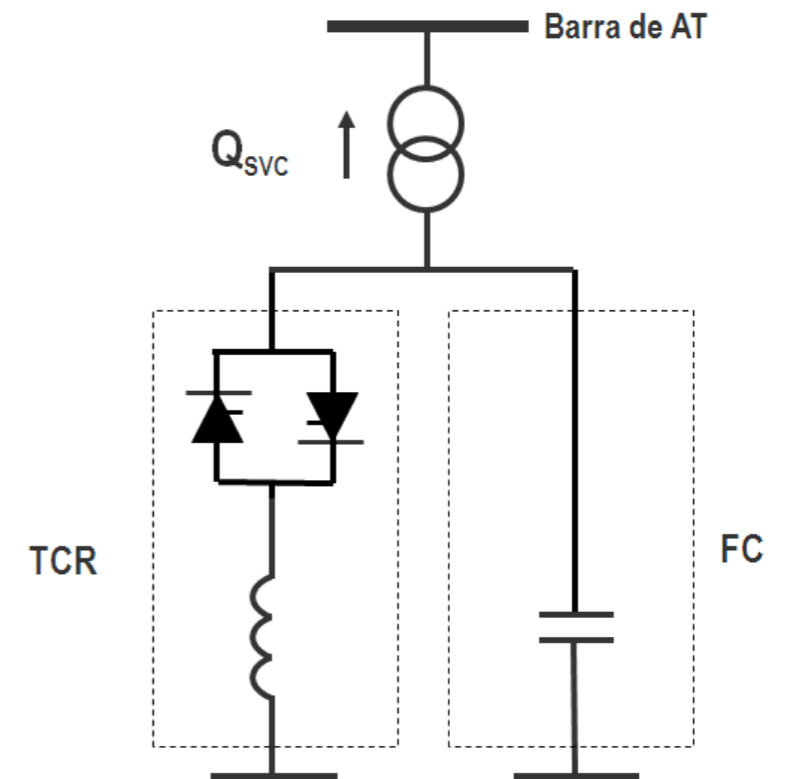
- Control de tensión, recuperación dinámica
- Aumento de capacidad de líneas
- Control total o parcial de transferencias, control de frecuencia

¿Qué beneficios traen al sistema?

- Levantar limitaciones de transmisión
- Uso eficiente de la capacidad térmica
- Mayor uso de la infraestructura existente
- Disminución de congestiones
- Evita despacho local caro
- Redistribución de flujos
- Transmisión de grandes bloques de energía
- Respaldo energético

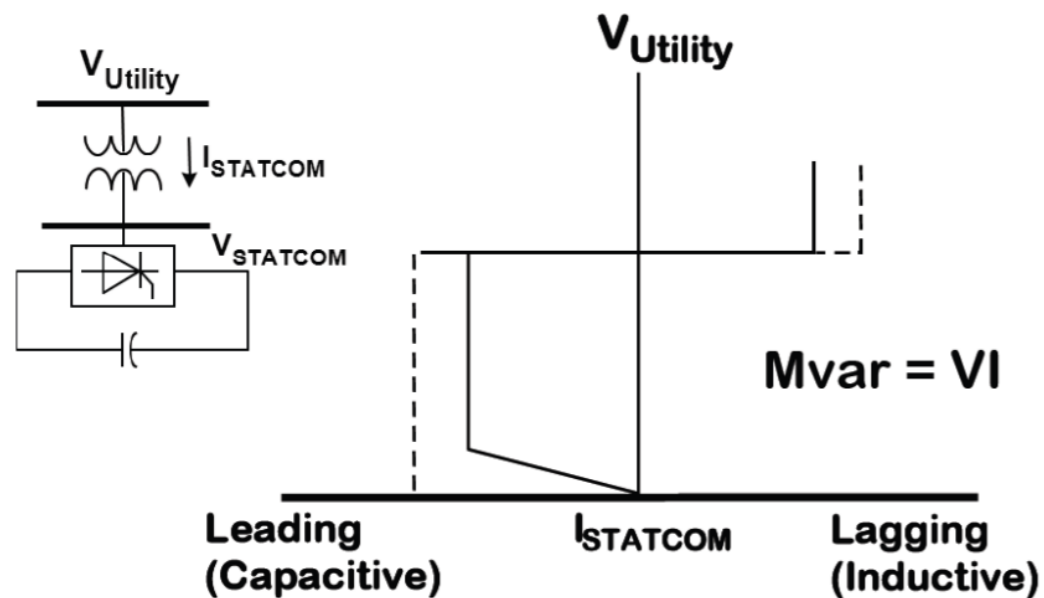
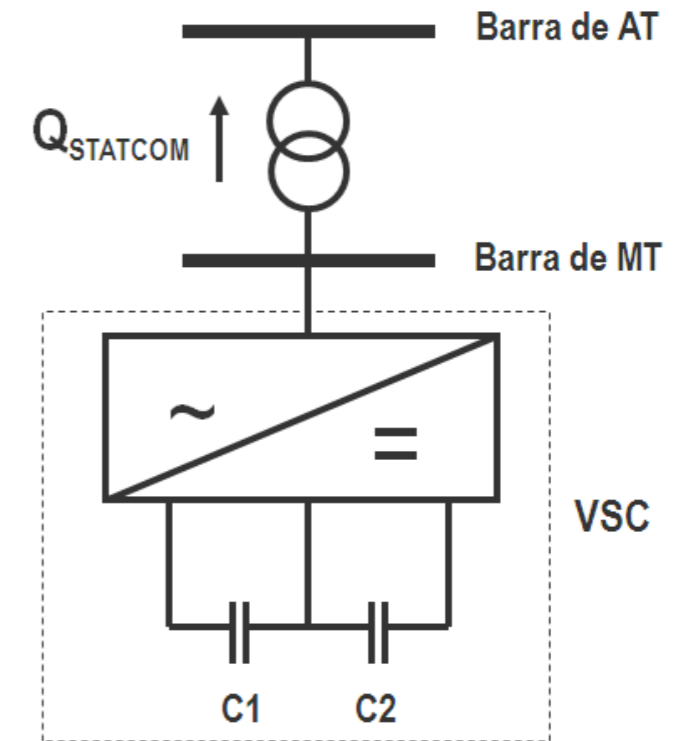
CER o SVC

- ✓ El principio básico es aportar o absorber reactivos de modo de controlar el voltaje de la subestación
- ✓ Generalmente los SVC o CER son una combinación de reactores y condensadores cuya conexión y desconexión al sistema de potencia se controla mediante tiristores
- ✓ Características
 - ✓ Rápido y continuo control de tensión
 - ✓ Corrección de factor de potencia
 - ✓ Amortiguación de oscilaciones de potencia
 - ✓ Corrección de Flicker de voltaje
 - ✓ Indirectamente: aumento de transferencias mediante compensación dinámica de reactivos



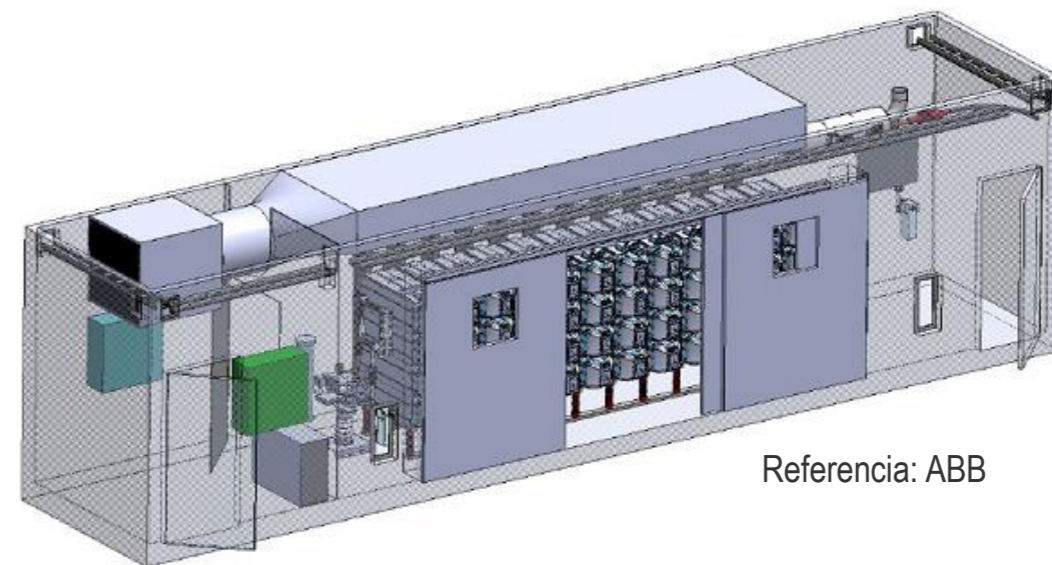
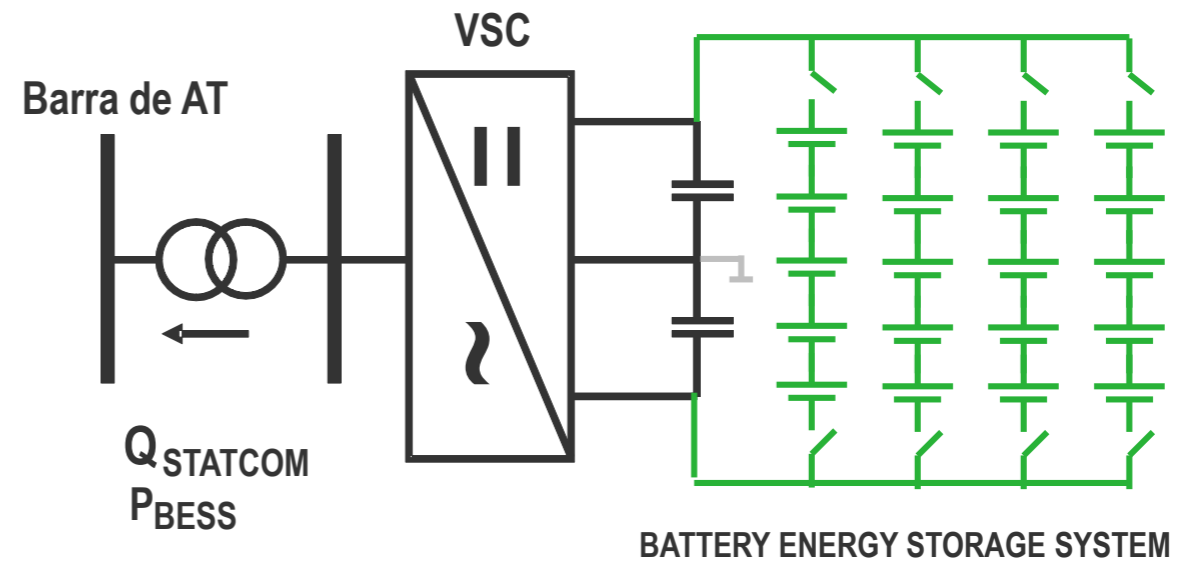
STATCOM

- ✓ El STATCOM es un dispositivo capaz de absorber o inyectar reactivos de manera muy rápida.
- ✓ Está formado por un convertidor de estado sólido tipo fuente de tensión, el cual, por lo general, utiliza IGBT o GTO, según sean sus requerimientos.
- ✓ Características
 - ✓ Control de voltaje
 - ✓ Corrección de factor de potencia
 - ✓ Aumento en la transferencia de potencia de un corredor
 - ✓ Corrección de desbalances
 - ✓ Amortiguación de oscilaciones de potencia
 - ✓ Corrección de Flicker de voltaje



BESS

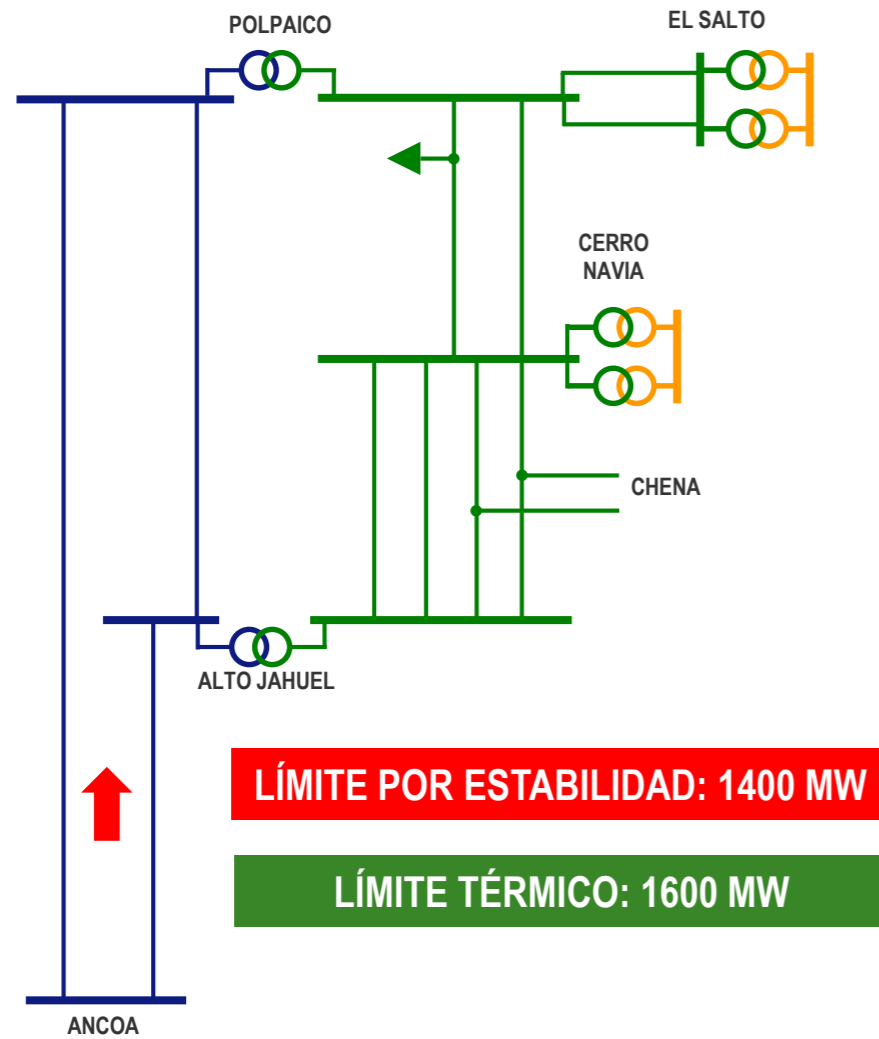
- ✓ Corresponde a un convertidor similar a un STATCOM al que se conecta un banco de baterías. De esta forma, se logra almacenar energía para su uso posterior.
- ✓ Características
 - ✓ Respaldo cargas críticas (centro cívico, consumos industriales)
 - ✓ Control de frecuencia, reserva en giro
 - ✓ Partida autónoma, apoyo a la reposición del sistema
 - ✓ Recorte de punta: postergación de ampliaciones, reducción de pérdidas
 - ✓ Control de voltaje
 - ✓ Flexibilidad completa de operación



Referencia: ABB

4. Soluciones tecnológicas en nuestro sistema

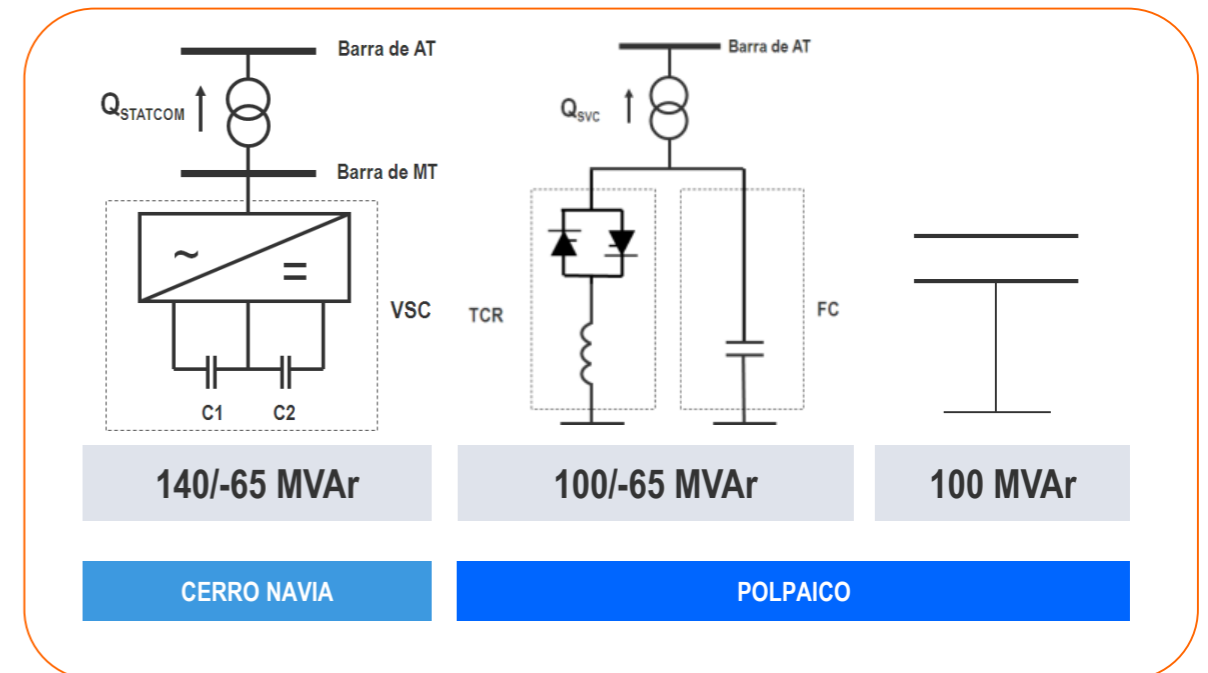
Proyecto STATCOM/CER de Cerro Navia y Polpaico



- ✓ La limitación de las transferencias desde Ancoa hacia el norte trae consigo una operación del sistema alejada de su óptimo, ya que restringe la generación hidroeléctrica proveniente del sur
- ✓ Esta diferencia en el costo de operación del sistema justificó la inversión en equipos de compensación dinámica de reactivos (CER + STATCOM) y compensación shunt (banco de condensadores)
- ✓ Puesta en servicio final: agosto de 2011

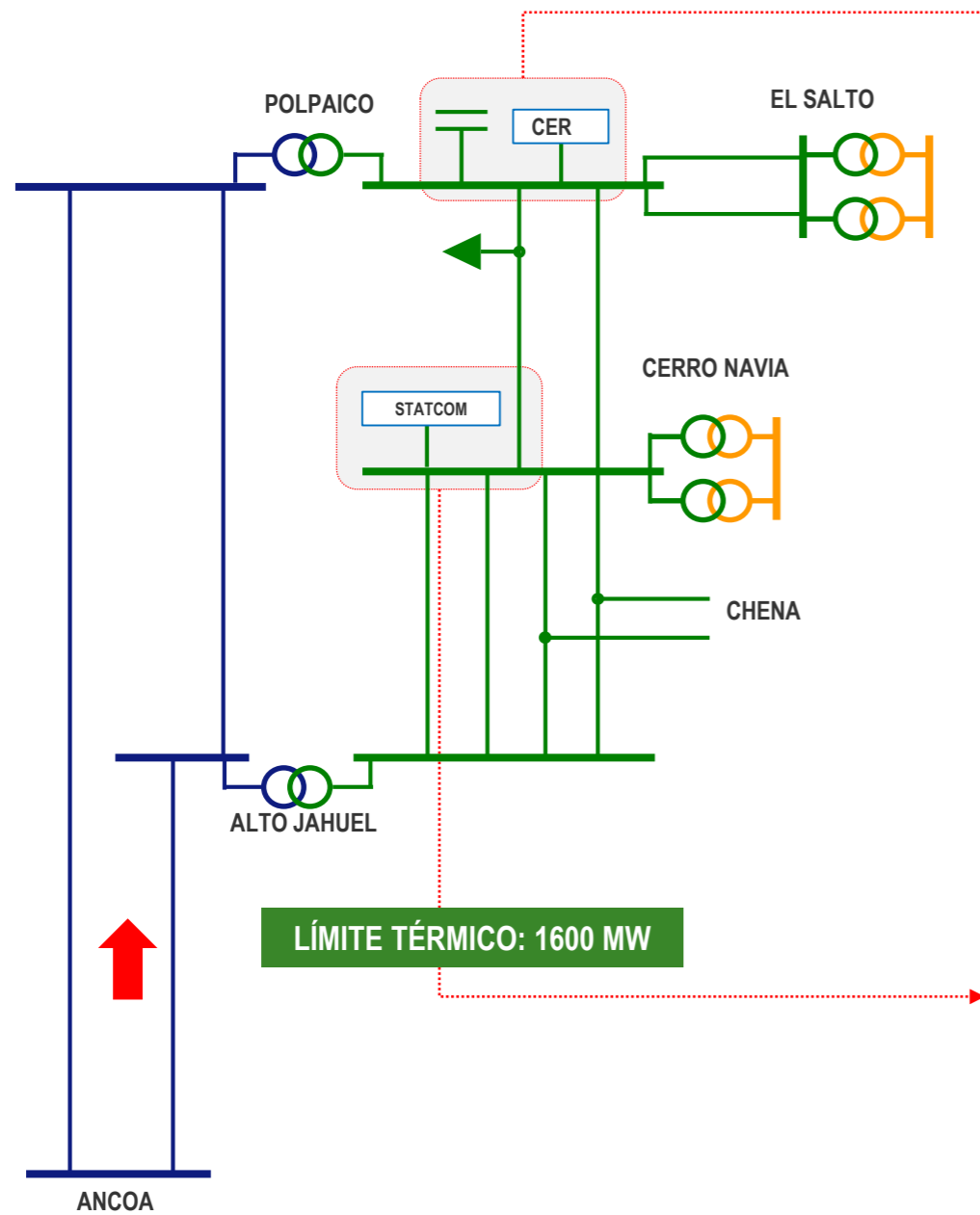
LÍMITE POR ESTABILIDAD

- ✓ Falla de un circuito producía un déficit de reactivos en el centro de carga del sistema. Esto podía ocasionar la caída de las tensiones, provocando un blackout total o parcial de no existir reservas de reactivos para afrontar el problema
- ✓ Fue necesario operar la línea limitando sus transferencias hasta un valor de 1400 MW para asegurar la seguridad del sistema



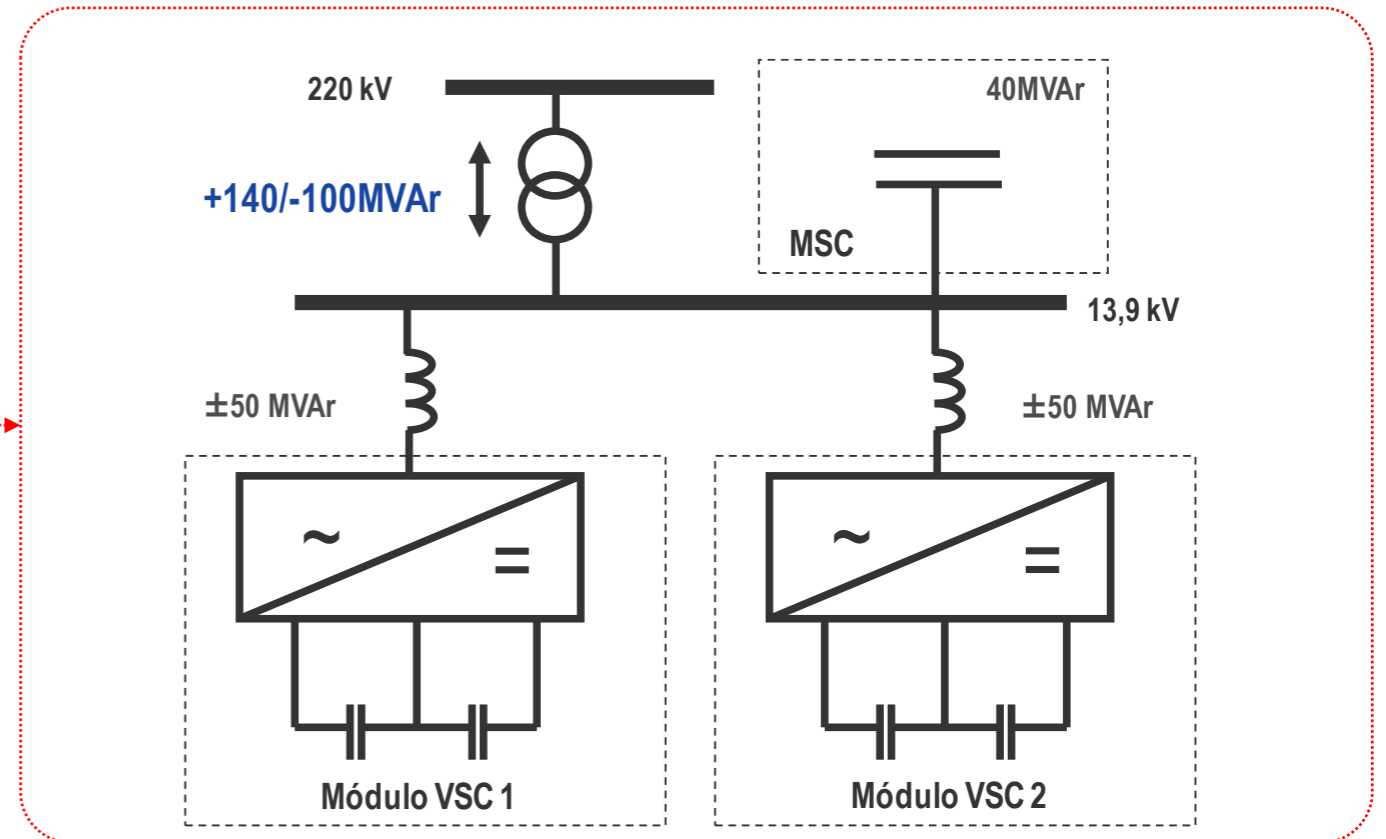
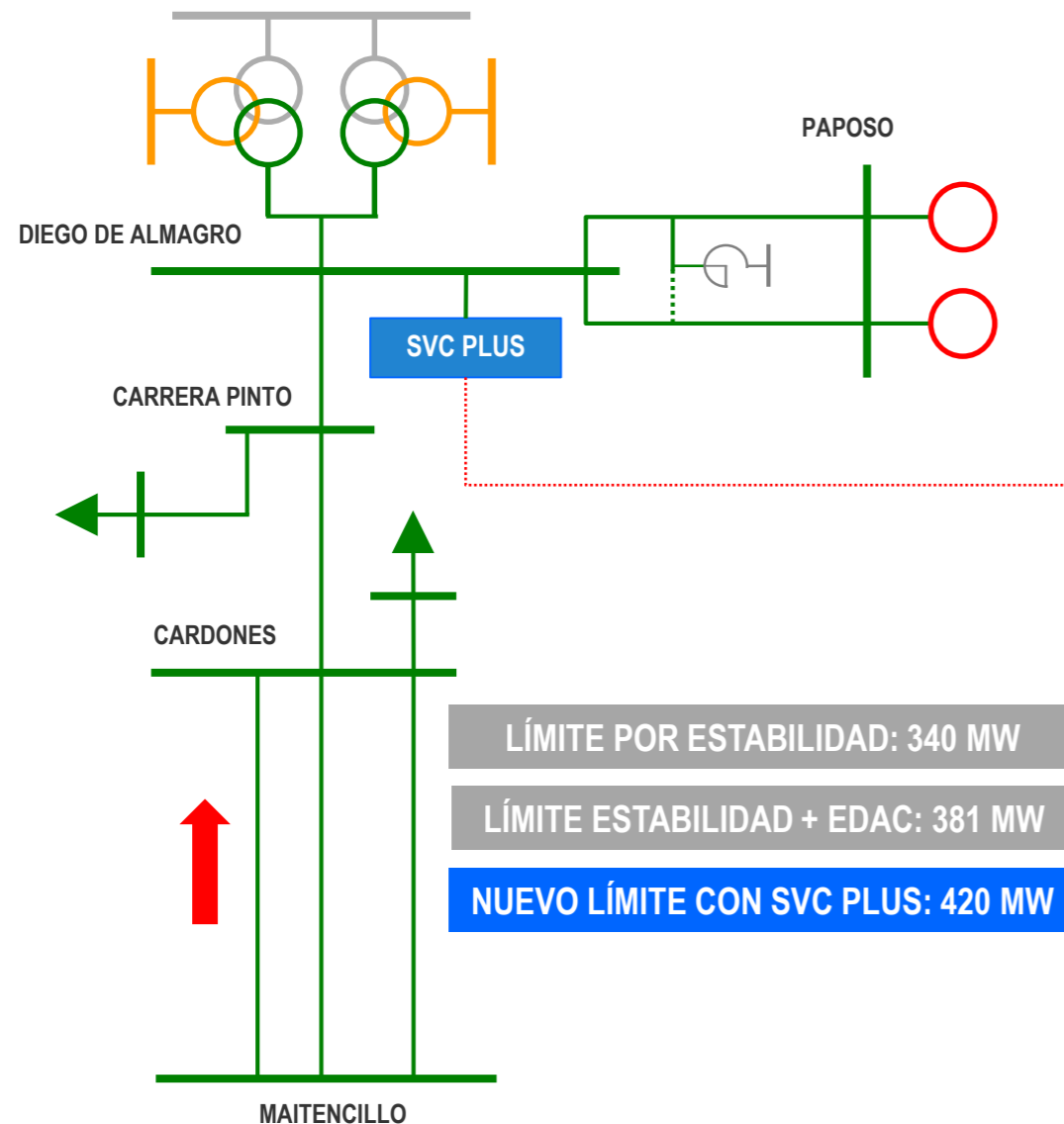
$$\Delta Q = 340 \text{ MVar} \rightarrow \Delta P = 200 \text{ MW}$$

4. Soluciones tecnológicas en nuestro sistema *Proyecto STATCOM/CER de Cerro Navia y Polpaico*



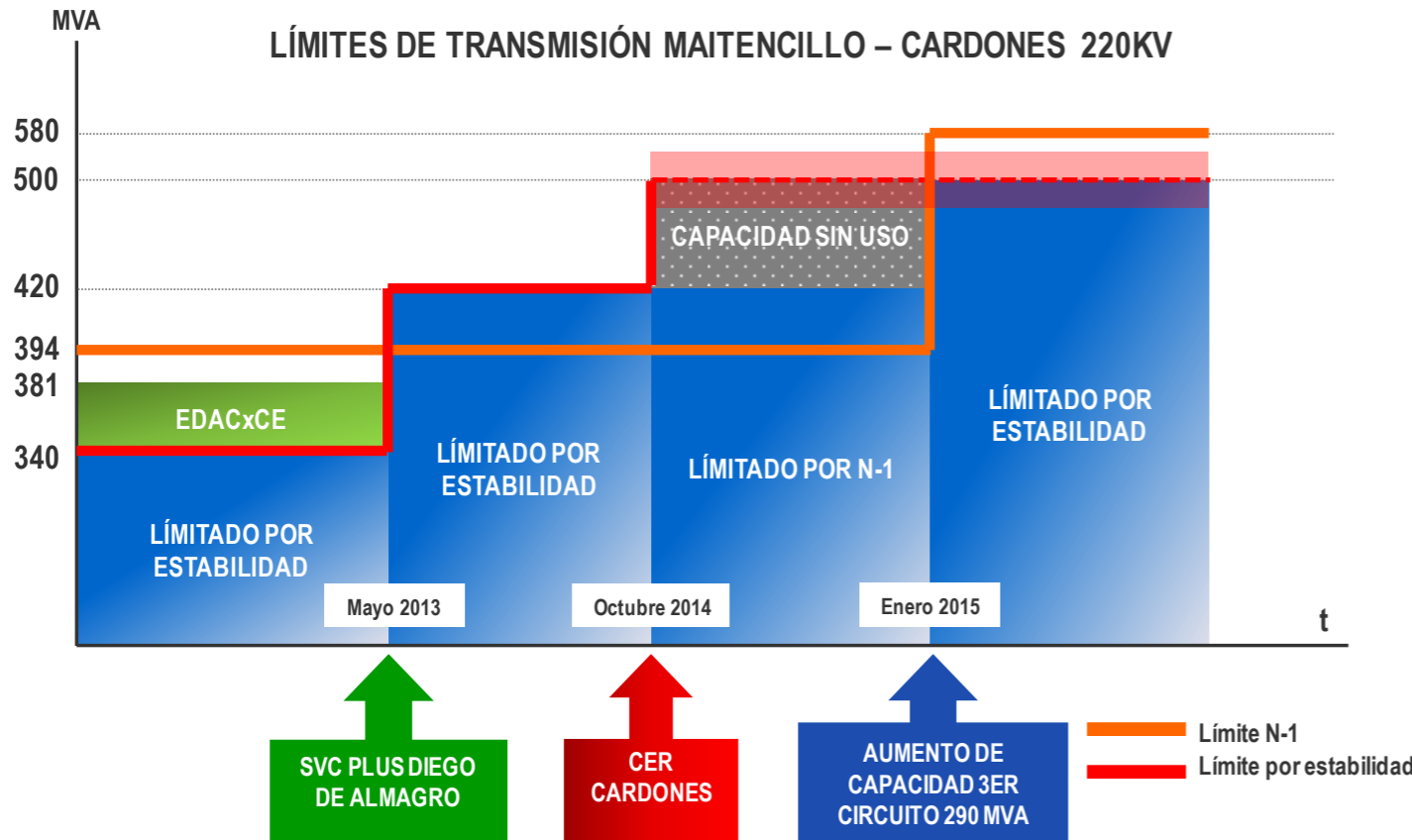
4. Soluciones tecnológicas en nuestro sistema

Proyecto SVC Plus de Diego de Almagro



$$\Delta Q = 140 \text{ MVar} \rightarrow \Delta P = 80 \text{ MW}$$

- ✓ Limitación Maitencillo – Cardones está dada por la estabilidad de las tensiones post-falla de un circuito y el tiempo de recuperación dinámica de las mismas
- ✓ Aumentar la capacidad de transferencias entrega beneficios de reducción de costos sistémicos, ya que reduce la frecuencia del despacho de la Central Taltal funcionando con diesel
- ✓ Equipo fue puesto en servicio el **3 de mayo de 2013**



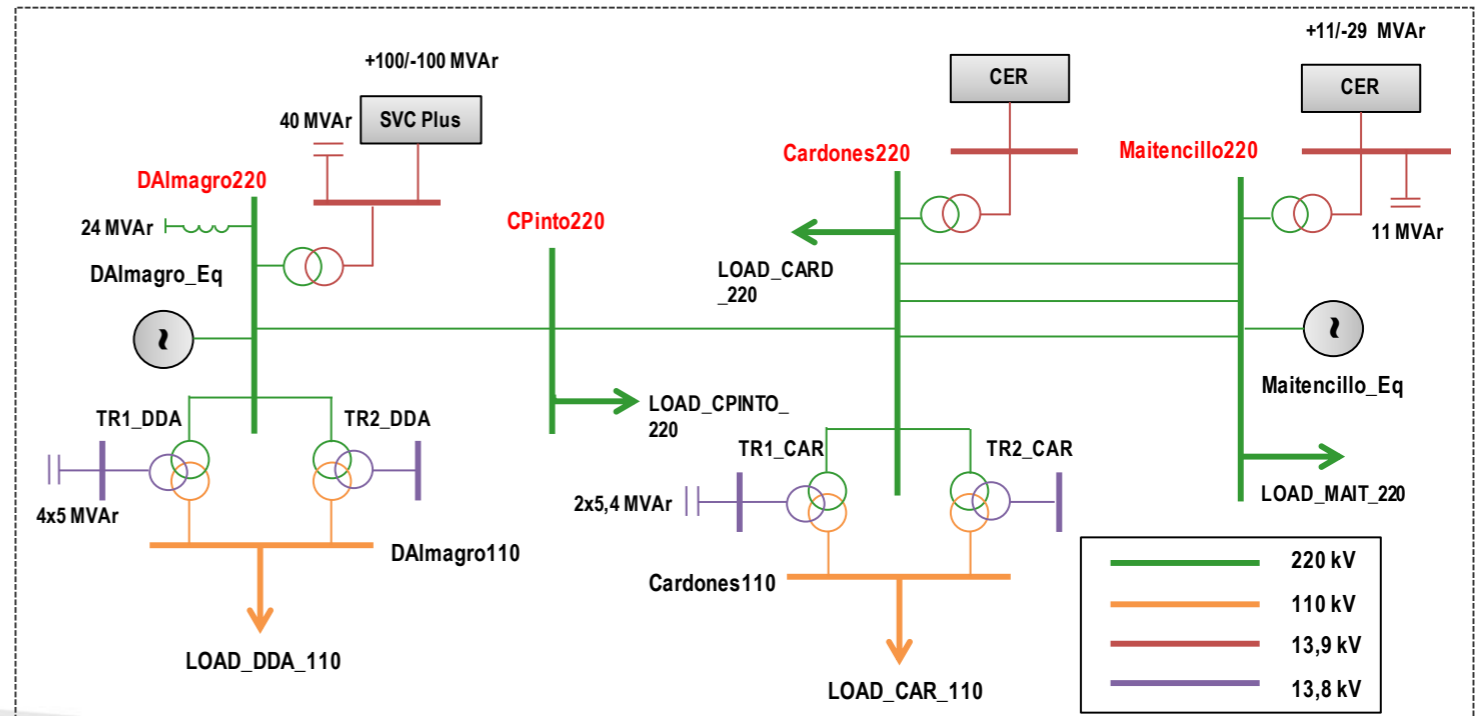
Proyecto CER CARDONES

- ✓ Capacidad: +100/-60 MVar
- ✓ Permitirá respaldar SVC Plus y mejorar control de tensión de la zona
- ✓ Acción SVC Plus + CER permitiría levantar restricción de estabilidad, por lo que sería posible transmitir alrededor de 500 MVA si se aumenta la capacidad de uno de los circuito de la línea (criterio N-1)
- ✓ Puesta en servicio decretada: octubre de 2014

$$\Delta Q = 160 \text{ MVar} \rightarrow \Delta P = 80 \text{ MW}$$

PRUEBAS RTDS CER CARDONES

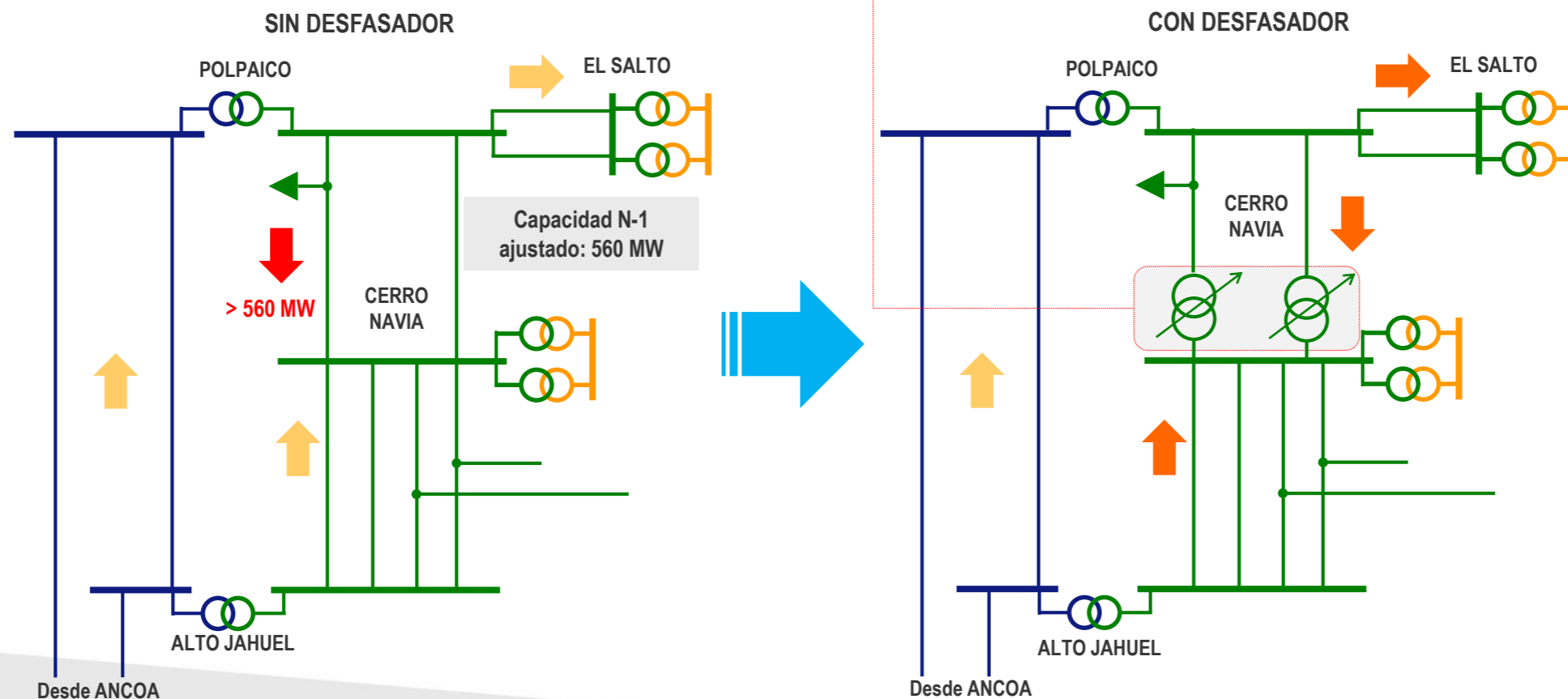
- ✓ Se carga un equivalente reducido de la red en un simulador digital al cual se conecta el módulo de control real del CER
- ✓ Simulación de contingencias y análisis de la respuesta del control en tiempo real



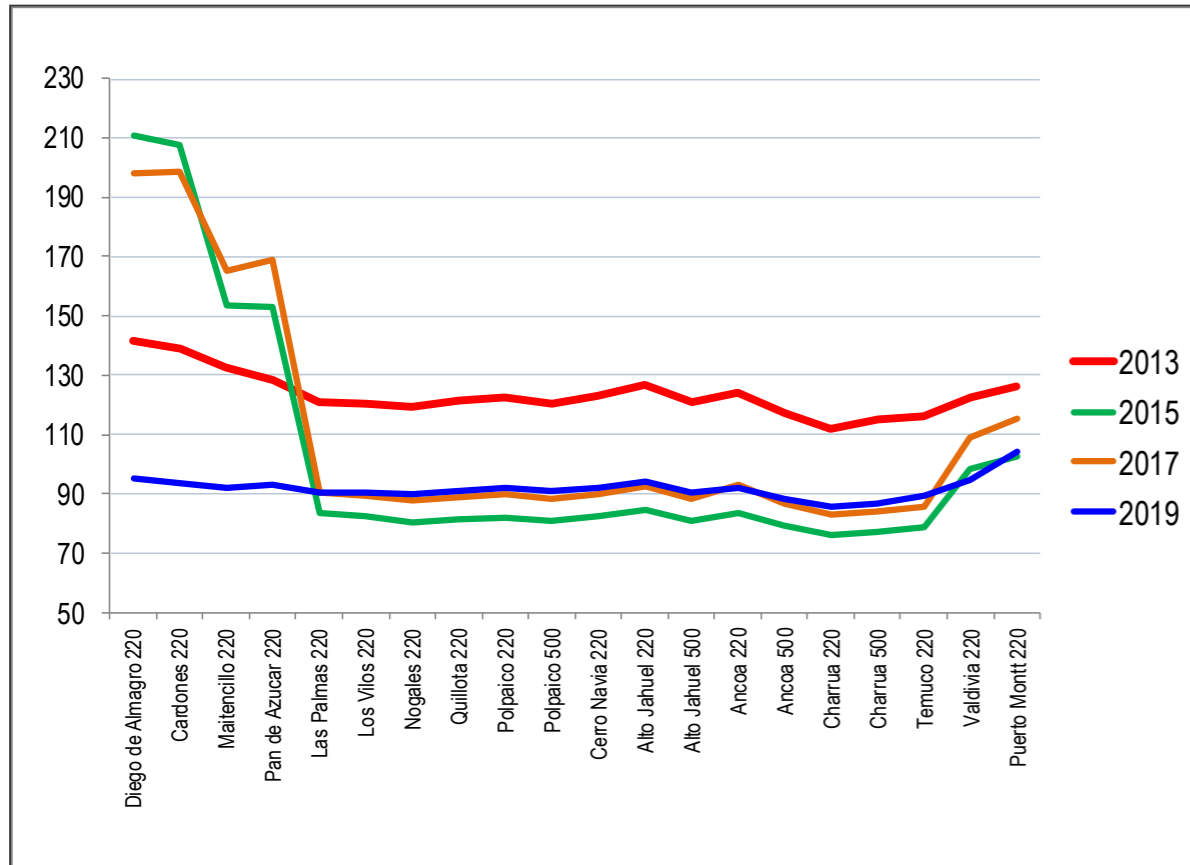
Red equivalente para pruebas RTDS

TRANSFORMADOR DESFASADOR CERRO NAVIA

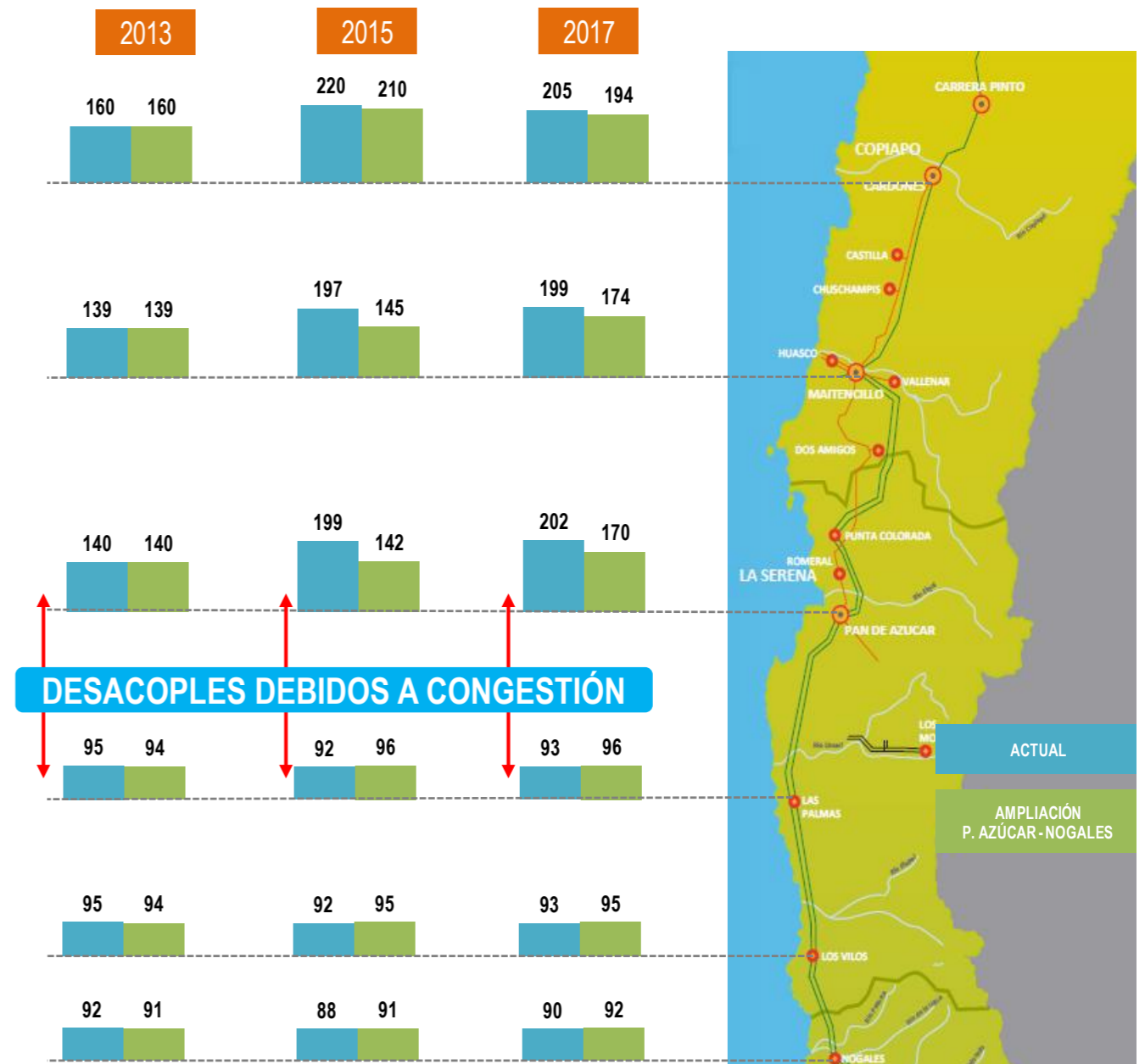
- ✓ Transformador 220/220 kV que mediante la introducción de una variación de desfase produce una modificación de los flujos circulantes
- ✓ Control de las transferencias de potencia: se impone un límite a los flujos circulando desde Polpaico hacia Cerro Navia
- ✓ Como resultado, se produce una redistribución de flujos hacia líneas menos cargadas
- ✓ **Puesta en servicio: mayo de 2012**



Ampliación de líneas críticas para reducir congestiones en el norte del SIC



- **Demanda creciente de proyectos mineros**
- **Desacople de costos marginales del sistema**
- **Congestión del tramo dificulta la inyección de fuentes ERNC**
- **Aumentar la capacidad de transmisión de la línea 220 kV Nogales – Pan de Azúcar manteniendo los estándares de seguridad y calidad de servicio (criterio N-1)**



¿CÓMO ABORDAR ESTE DESAFÍO?

Intervención de torres con línea energizada



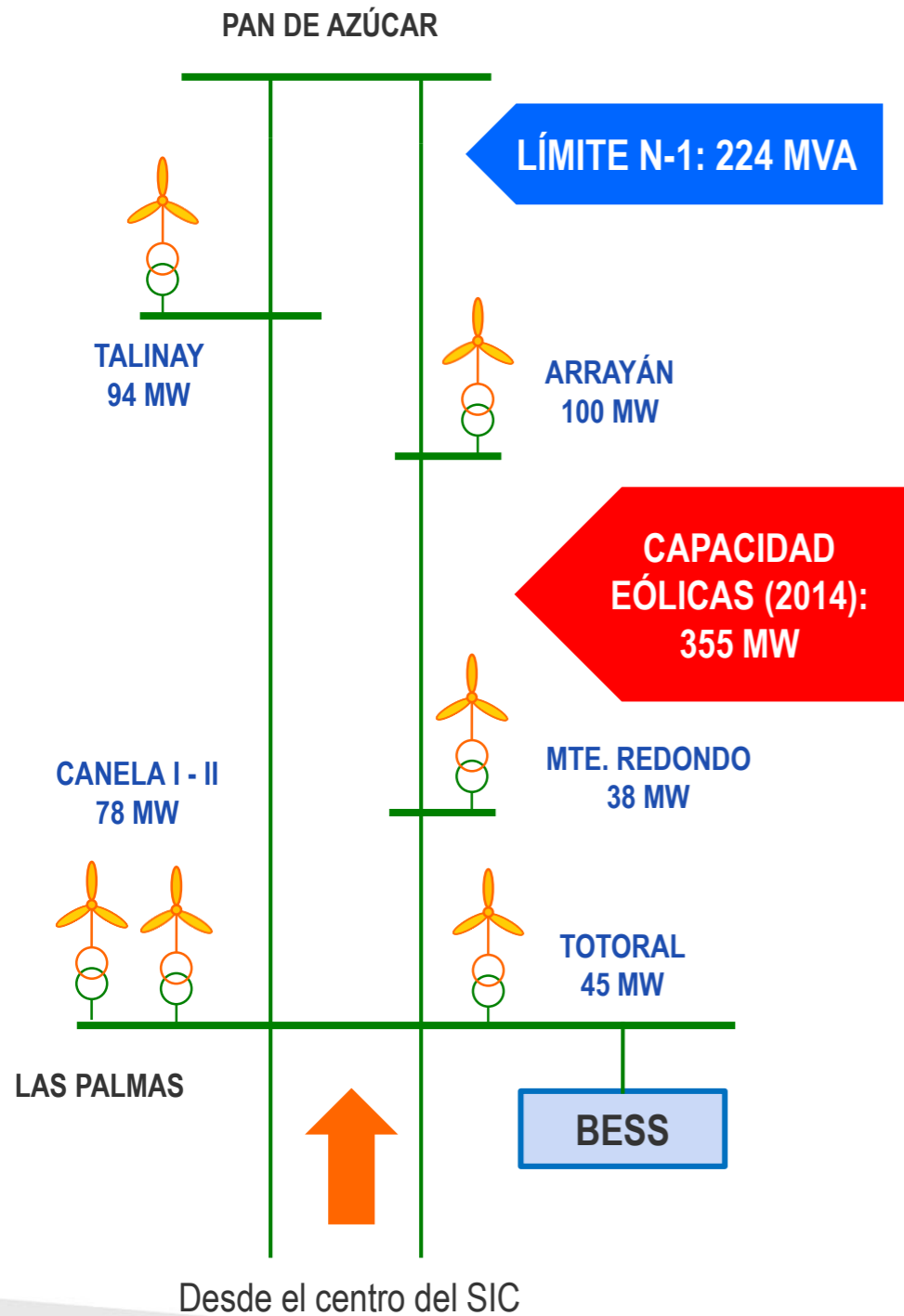
Uso de conductor de baja flecha



- Aumenta **casi 2,5 veces** la capacidad de la línea sin mayores modificaciones estructurales
- Trae consigo aumento de pérdidas
- Uso de esta solución requeriría compensación FACTS

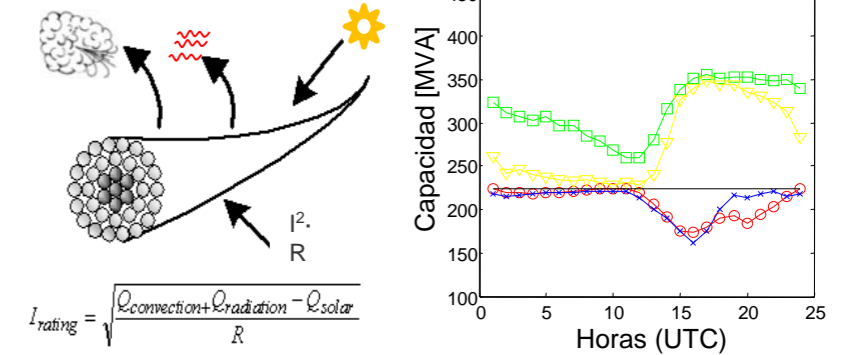


- Ambas soluciones (por separado o en conjunto) pueden ser utilizadas en tramos críticos como: **Maitencillo – Cardones, Pan de Azúcar – Maitencillo, Pan de Azúcar - Nogales o Lo Aguirre – Cerro Navia**
- Se debe verificar la **Capacidad Térmica de Elementos Serie** y estudiar la **Necesidad de Compensación de Reactivos**



- Monitoreo de la temperatura de operación de la línea permite despacharla por sobre su capacidad nominal
- Correlación entre viento y enfriamiento de la línea
- Se logran aumentos menores, por lo que se adecúa más a líneas adicionales

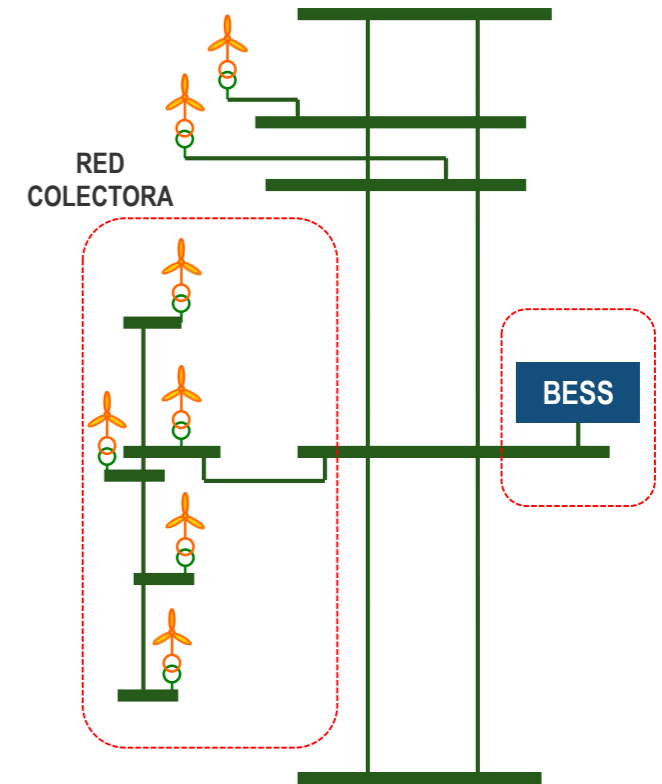
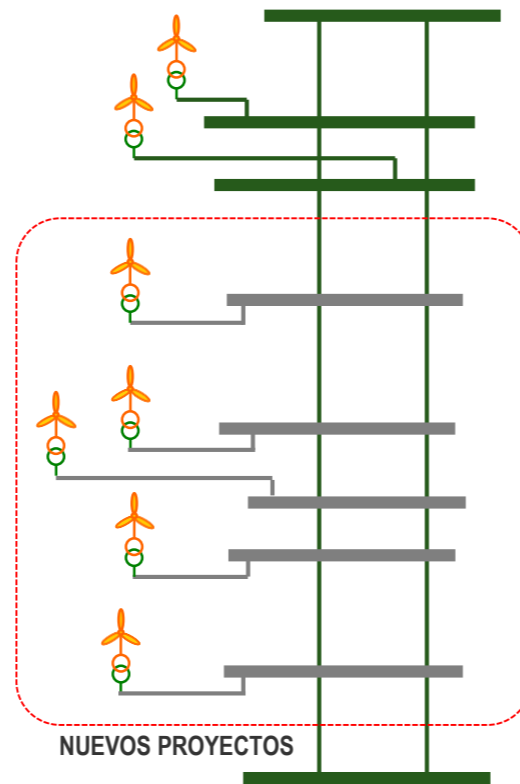
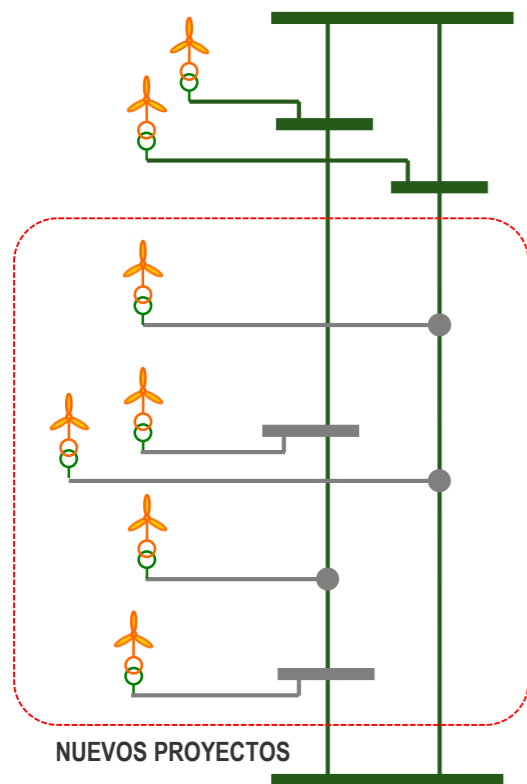
DYNAMIC LINE RATING



ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA



- Permite mitigar la intermitencia de inyección eólica
- Control de las transferencias: permite operación N-1 y evitar vertimiento eólico
- Control de tensiones en forma local, dado que el BESS puede operar en los cuatro cuadrantes P-Q

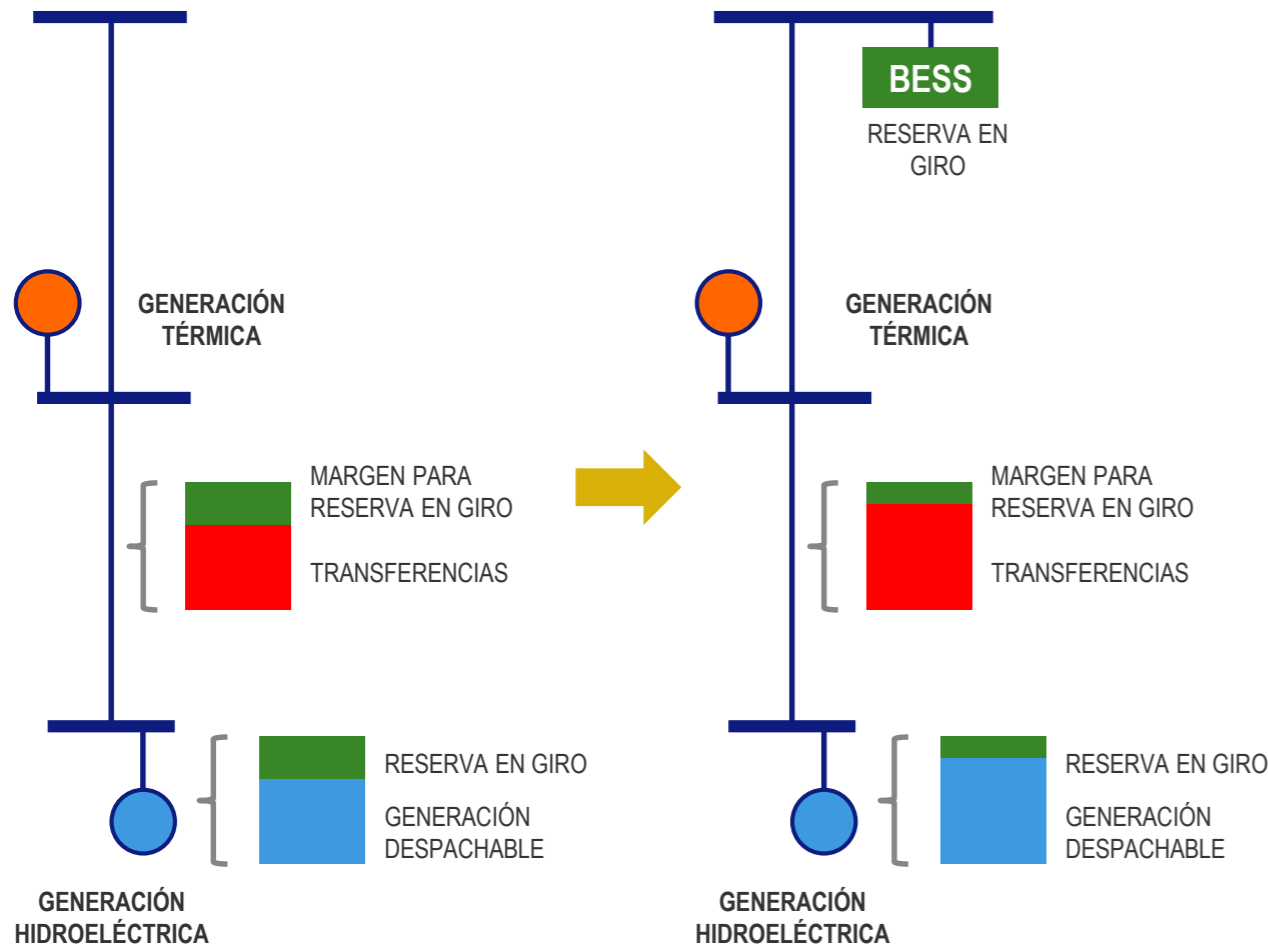


- Conexión de ERNC en tapoffs o seccionamientos de 1 circuito
- No existe integración en punto único para proyectos en desarrollo
- "Todos por su cuenta"

- NTSyCS 2013 establece la obligación de seccionar ambos circuitos. Se eliminan tapoffs
- Desarrollo no planificado llevaría a exceso de subestaciones seccionadoras

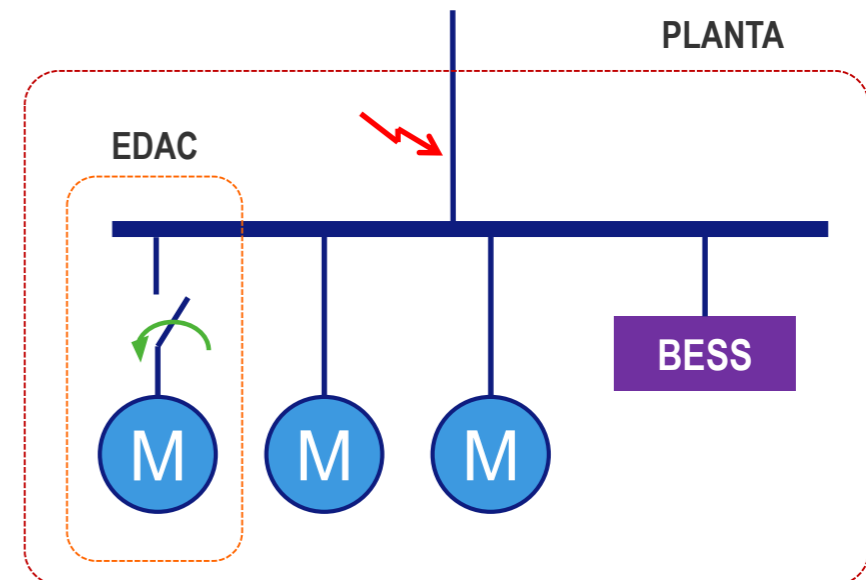
- Esquema de sistema colector + BESS
- Crecimiento planificado de SS/EE seccionadoras troncales
- Favorece la interconexión de ERNC al acercar líneas a las fuentes de generación
- BESS permitiría mitigar la variabilidad de la generación y controlar tensión. Posible Servicio Complementario

DISTRIBUCIÓN DE LA RESERVA EN GIRO



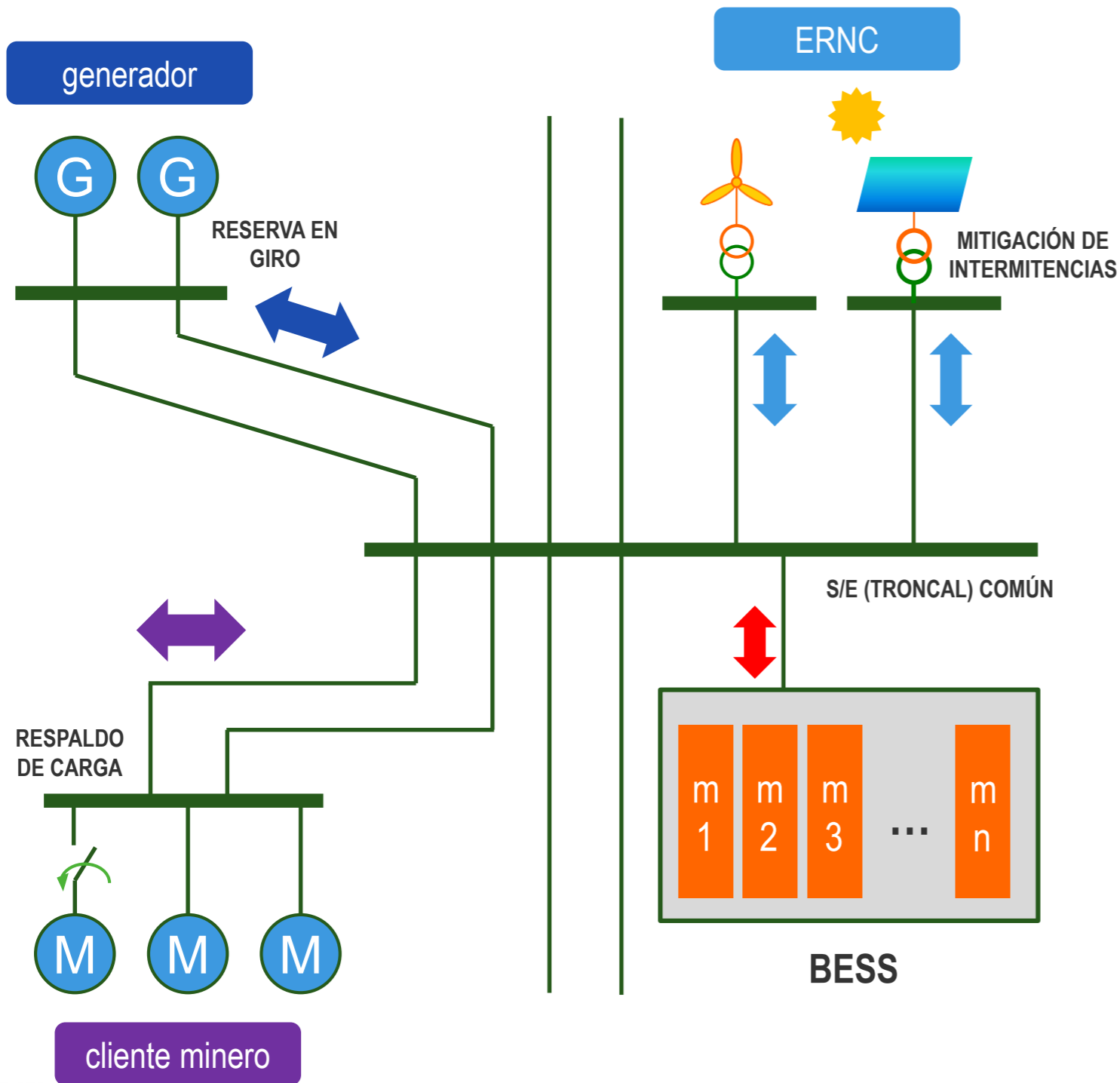
- ✓ Instalación de BESS para reserva en giro. Distribución de recursos de control de frecuencia a lo largo del sistema
- ✓ Liberación de capacidad de transmisión
- ✓ Mayor generación hidroeléctrica disponible
- ✓ Potencialidad de proveer Partida en Negro

RESPALDO DE CARGA ANTE DESCONEXIÓN



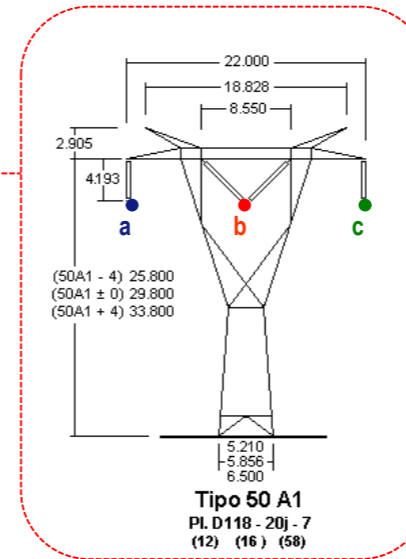
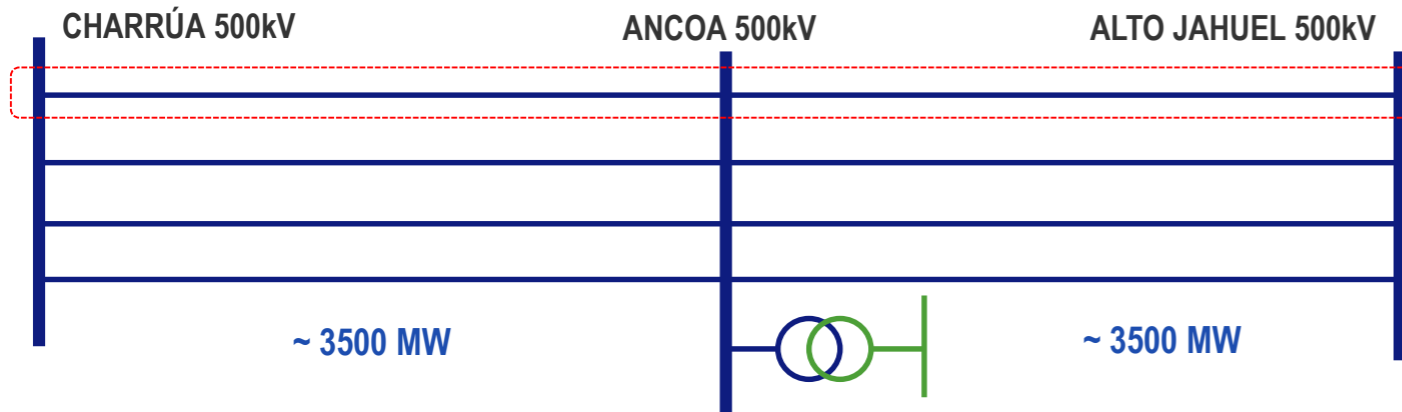
- ✓ Respaldo ante fallas que provoquen pérdida de suministro para líneas de producción críticas
- ✓ Pérdida económica puede justificar instalación de respaldo energético
- ✓ Respaldo ante desconexión de consumo por activación de EDAC sistémico (subfrecuencia o baja tensión) o por contingencia específica (EDACxCE)

Agrupación de demanda por almacenamiento de energía



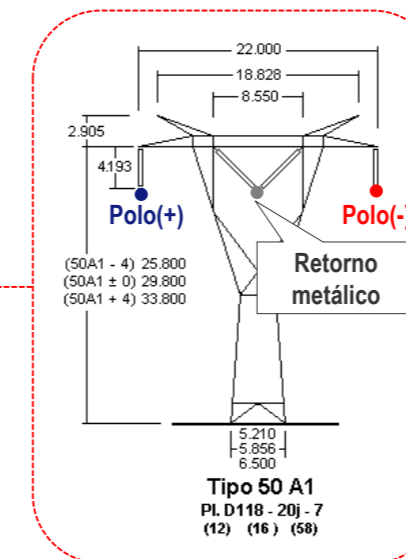
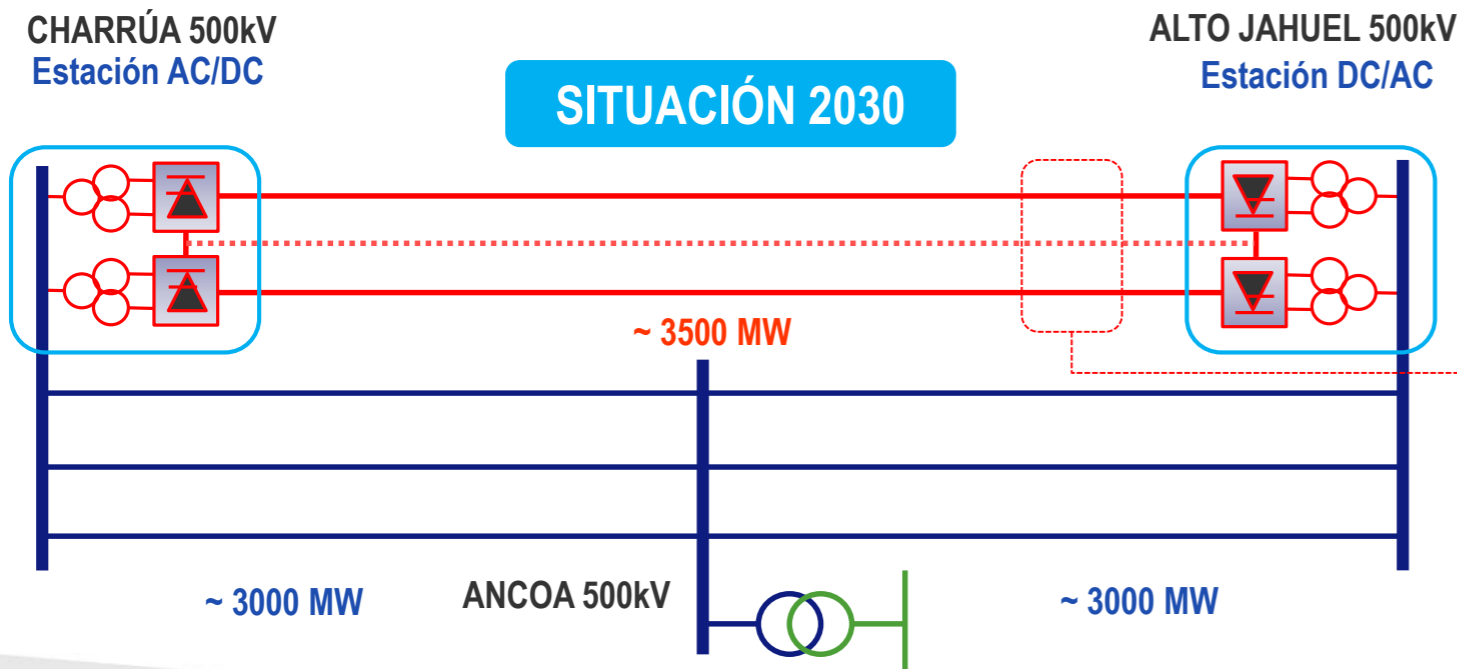
- Demanda por almacenamiento de energía para distintos fines y para distintos tipos de clientes
- Es posible agrupar esta demanda en una única subestación cercana
- Posibilidad de contratar un Servicio de Almacenamiento de Energía, consistente en una capacidad en MWh
- Crecimiento de capacidad en forma “modular”

SITUACIÓN 2019



RECONVERSIÓN A HVDC

SITUACIÓN 2030



- ✓ El mismo corredor que en HVAC puede transportar 3.500 MW, podría casi duplicar su capacidad reconvirtiendo sólo un circuito y manteniendo el criterio N-1
- ✓ Podría requerir sólo las estaciones convertidoras en los extremos y el cambio de la aislación
- ✓ Posibilidad de reconvertir otro circuito o extender solución HVDC hacia el sur (nuevo sistema 500kV AC entre Charrúa y Puerto Montt)

- ❑ La Transmisión es el segmento de mayor rentabilidad social, entregando beneficios para el consumidor final al permitir una mayor competencia en el sector generación
- ❑ El uso de nuevas tecnologías en transmisión responde a la necesidad de buscar alternativas al desarrollo de las redes eléctricas, las cuales crecen a una tasa menor al crecimiento de la demanda.
- ❑ Su uso en el mundo –y especialmente en Chile- obedece claramente a señales económicas: introducen beneficios sistémicos al disminuir los costos de operación del sistema, permiten un uso eficiente de los recursos existentes y proveen seguridad y calidad de servicio a la red.
- ❑ El Reglamento de Servicios Complementarios y la nueva NTSyCS constituyen un marco que favorece el uso de nuevas tecnologías transmisión como soluciones para brindar una mayor seguridad y calidad de servicio a nuestra red de transmisión



Muchas gracias