



Eclipse 14 de diciembre 2020

Análisis de seguridad y medidas de mitigación frente al próximo eclipse

Luis Calabran Guerrero
Depto. Análisis de la Operación
10 de diciembre de 2020

CONTENIDO





▼ 1. Antecedentes operacionales

▼ 2. Análisis de seguridad

▼ 3. Conclusiones y recomendaciones

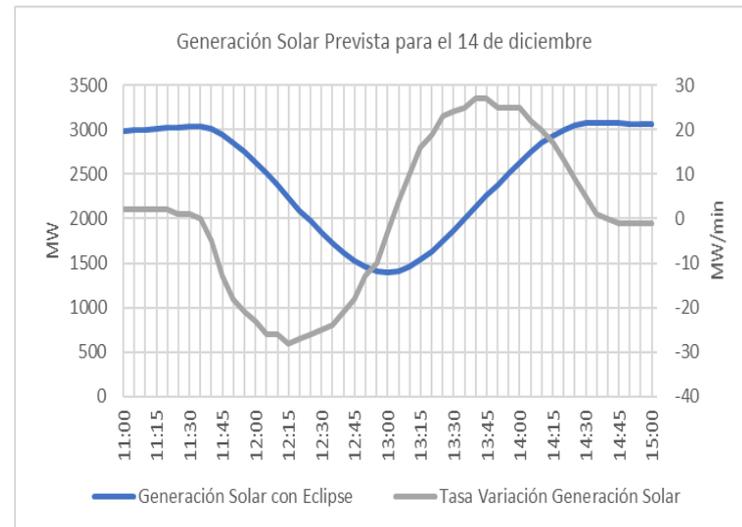
1. Antecedentes operacionales

[1.1] Características del eclipse

[1.2] Limitaciones operacionales

[1.3] Desarrollo del eclipse

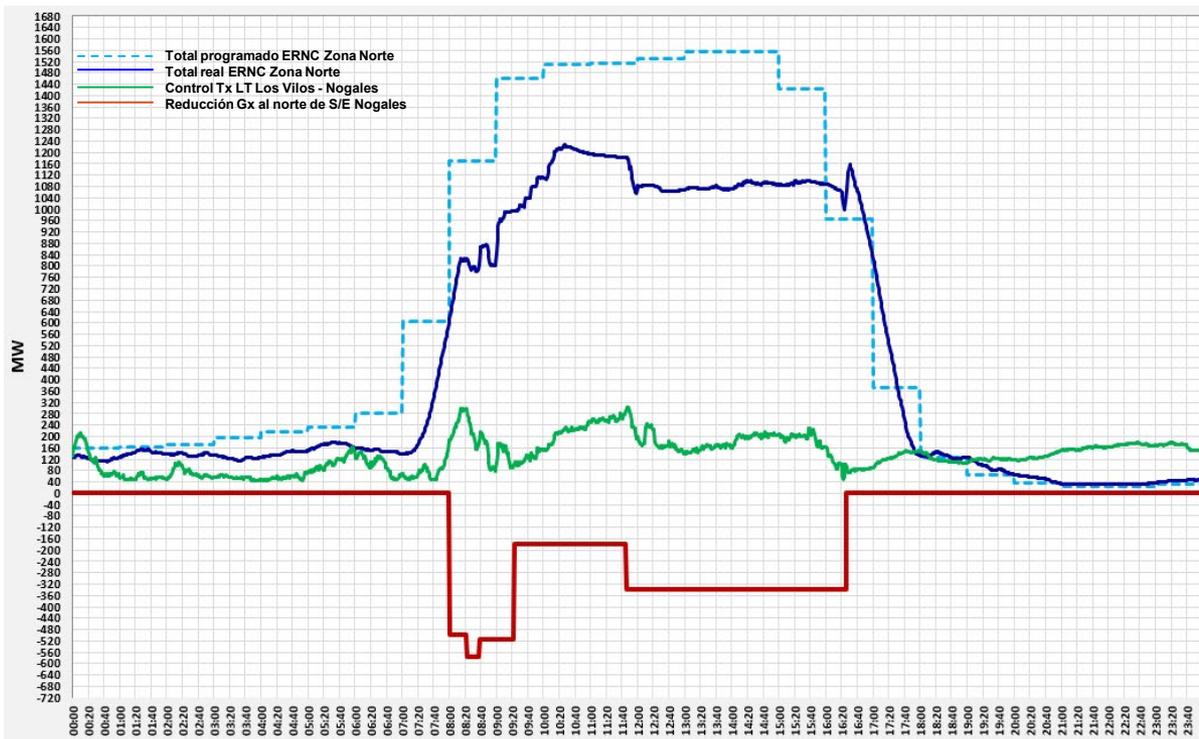
- 1650 MW estimados de reducción de generación fotovoltaica.
- Rampa máxima total del orden de +/-28 MW/min.
- Inicio del eclipse \approx 11:30 horas.
- Máximo oscurecimiento \approx 13:00 horas.
- Fin del eclipse \approx 14:30 horas.
- Generación total del sistema en horario del eclipse \approx 10.000 MW.



1. Antecedentes operacionales

[1.1] Características del eclipse [1.2] Limitaciones operacionales [1.3] Desarrollo del eclipse

➤ Caso práctico en la **Zona Norte** del SEN: 06 de mayo de 2020 por control de transferencias en el STN.



Control de transferencia por limitación operacional de la línea 2x220 kV Los Vilos - Nogales, en presencia de incendio forestal que indispuso la línea 2x500 kV Nueva Pan de Azúcar - Polpaico.

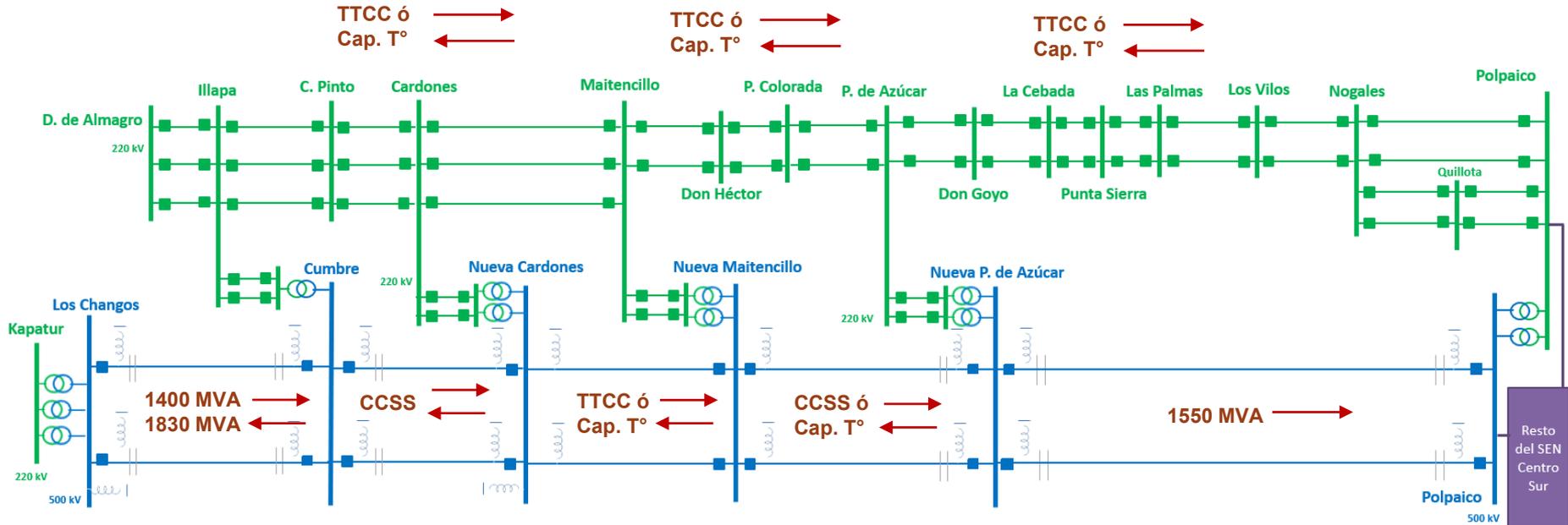
Tasa de reducción de generación ERNC de 25 MW/min.



1. Antecedentes operacionales

[1.1] Características del eclipse [1.2] Limitaciones operacionales [1.3] Desarrollo del eclipse

- Limitaciones operacionales vigentes para la **Zona Norte** del SEN

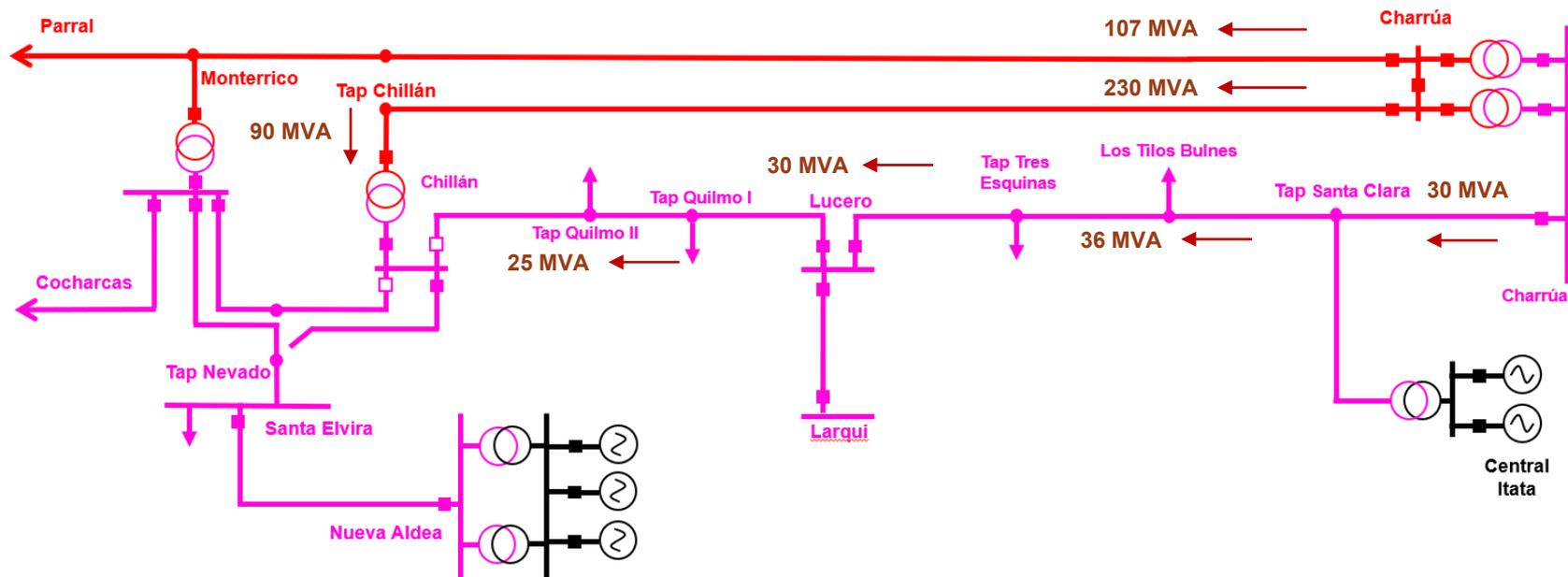


1. Antecedentes operacionales

[1.1] Características del eclipse [1.2] Limitaciones operacionales [1.3] Desarrollo del eclipse

- Limitaciones operacionales vigentes para la **Zona Ñuble** del SEN

Referencia a 25°C con sol (pronóstico zonal)

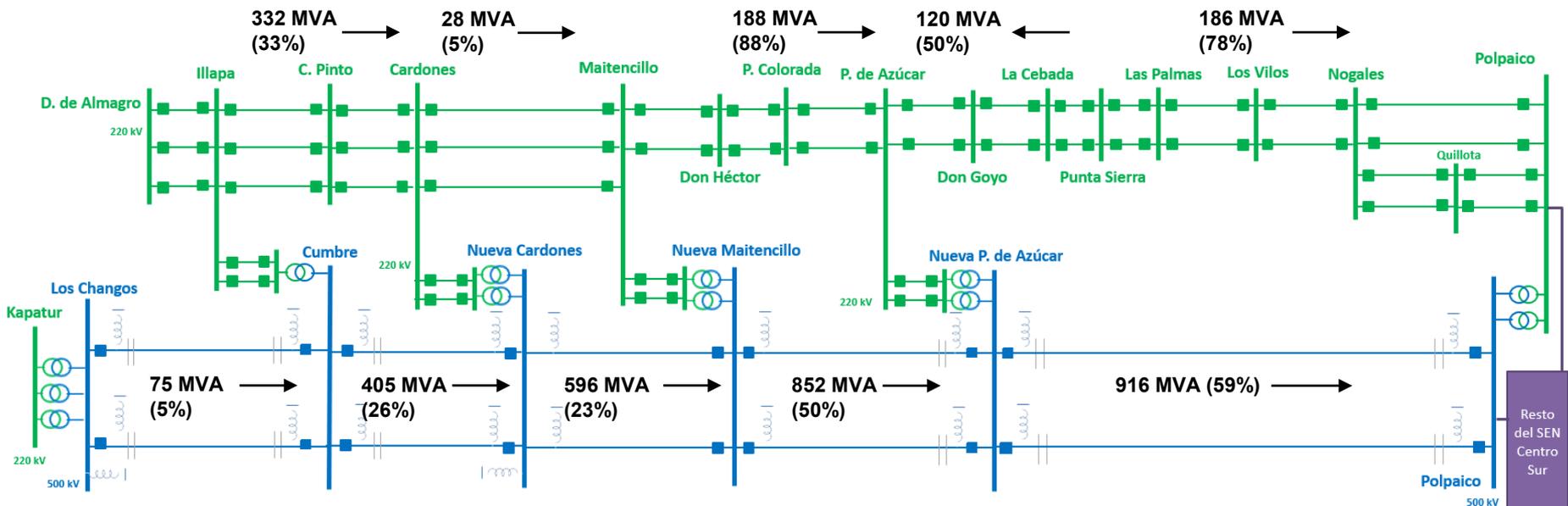


1. Antecedentes operacionales

[1.1] Características del eclipse [1.2] Limitaciones operacionales [1.3] Desarrollo del eclipse

➤ Escenario operacional **previo** al eclipse del 14.12.2020 – **Zona Norte** del SEN

- **PFV (30%); PE (7%); TER (31%); HidroE (21%); HidroP (11%)**

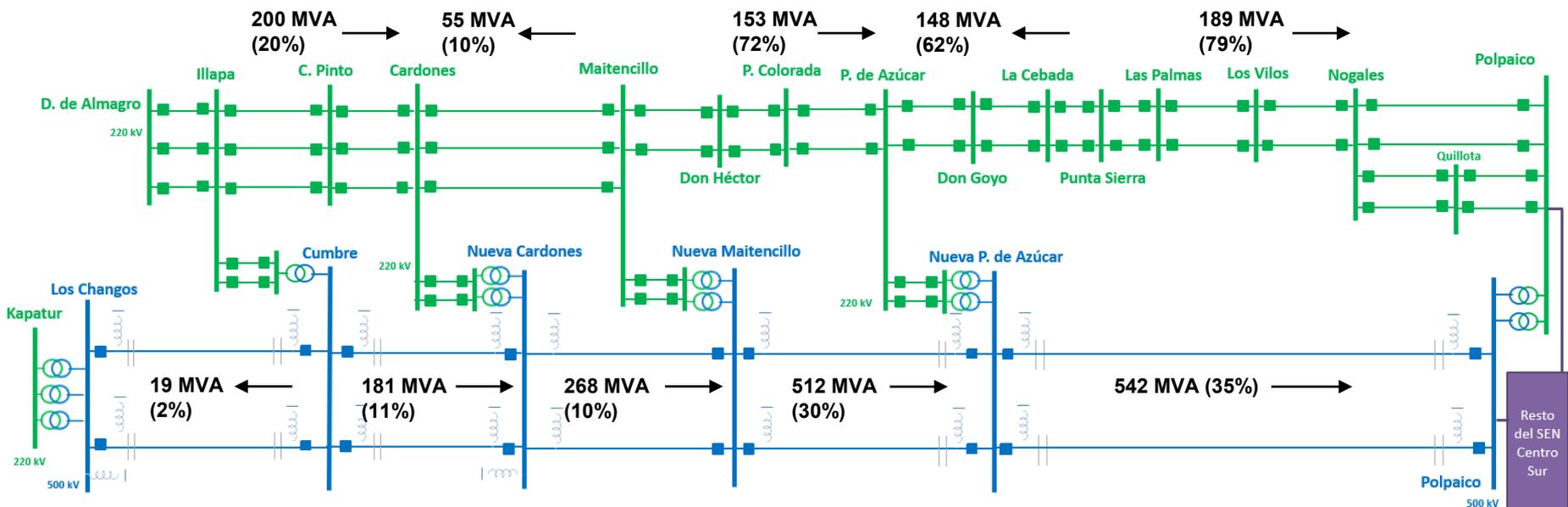


1. Antecedentes operacionales

[1.1] Características del eclipse [1.2] Limitaciones operacionales [1.3] Desarrollo del eclipse

➤ Escenario operacional **durante** al eclipse del 14.12.2020 – **Zona Norte** del SEN

- **PFV (18% ↓); PE (10% ↑); TER (37% ↑); HidroE (24% ↑); HidroP (11%)**

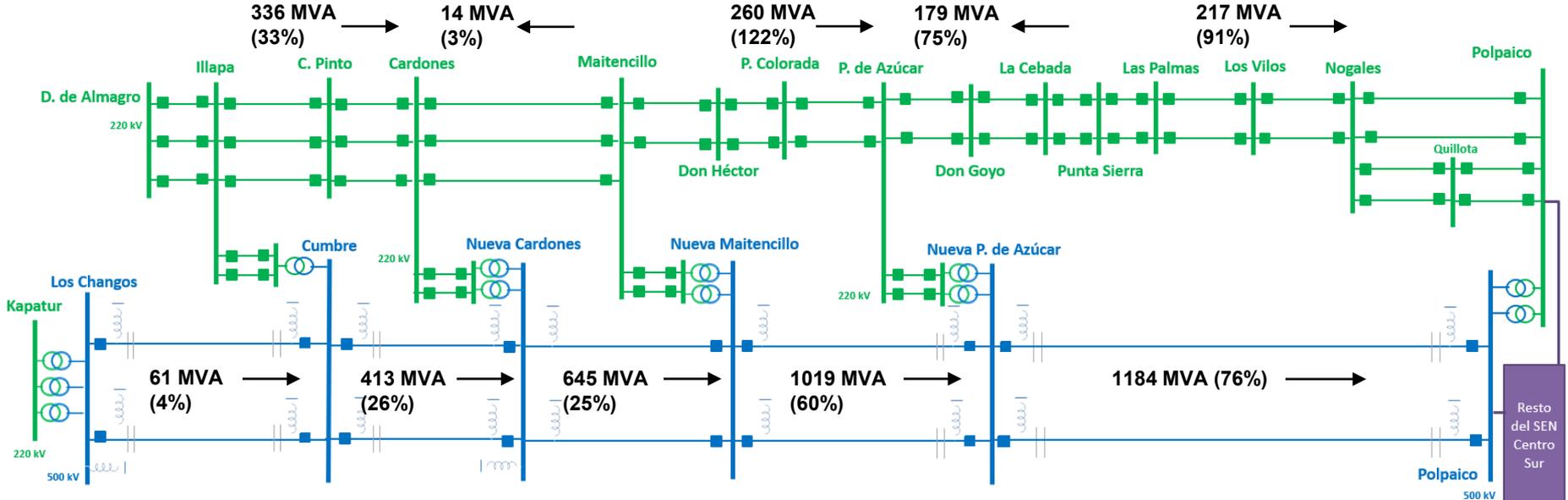


1. Antecedentes operacionales

[1.1] Características del eclipse [1.2] Limitaciones operacionales [1.3] Desarrollo del eclipse

➤ Escenario operacional **al término** al eclipse del 14.12.2020 – **Zona Norte** del SEN

- **PFV (29%↑); PE (11%↑); TER (28%↓); HidroE (21%↓); HidroP (11%)**

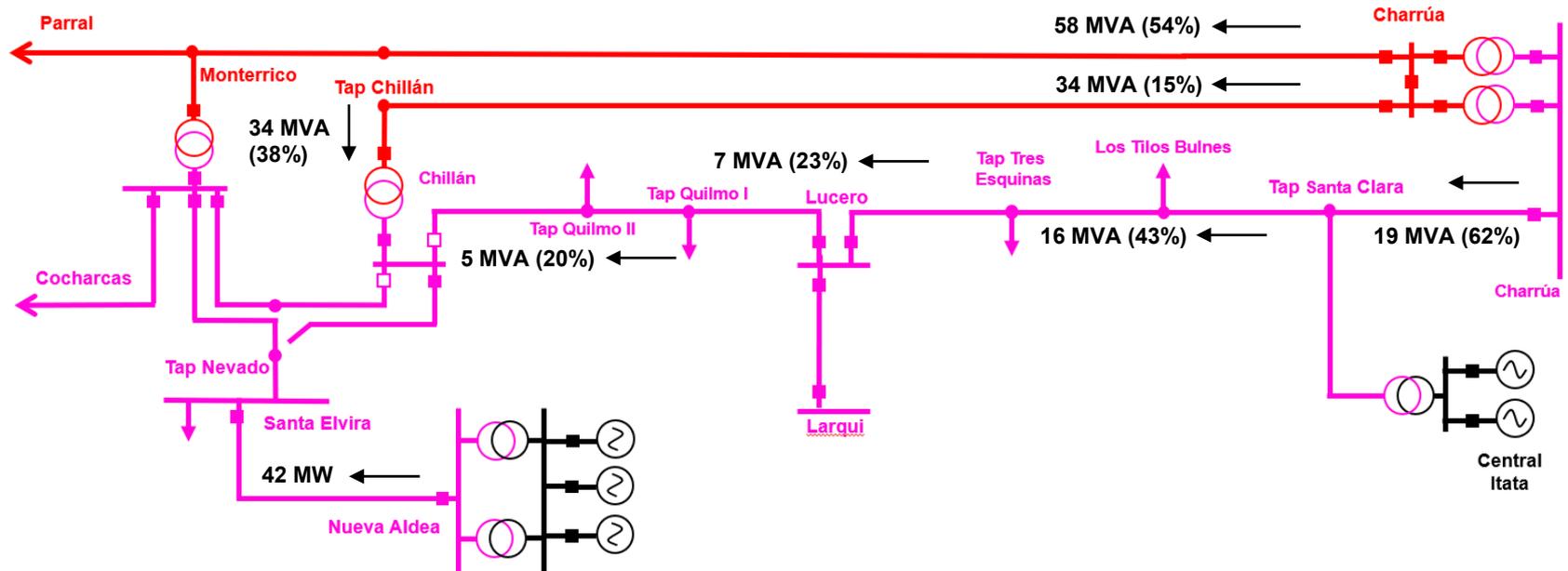


1. Antecedentes operacionales

[1.1] Características del eclipse [1.2] Limitaciones operacionales [1.3] Desarrollo del eclipse

➤ Escenario operacional **previo** al eclipse del 14.12.2020 – **Zona Nuble** del SEN

Referencia a 25°C con sol (pronóstico zonal)

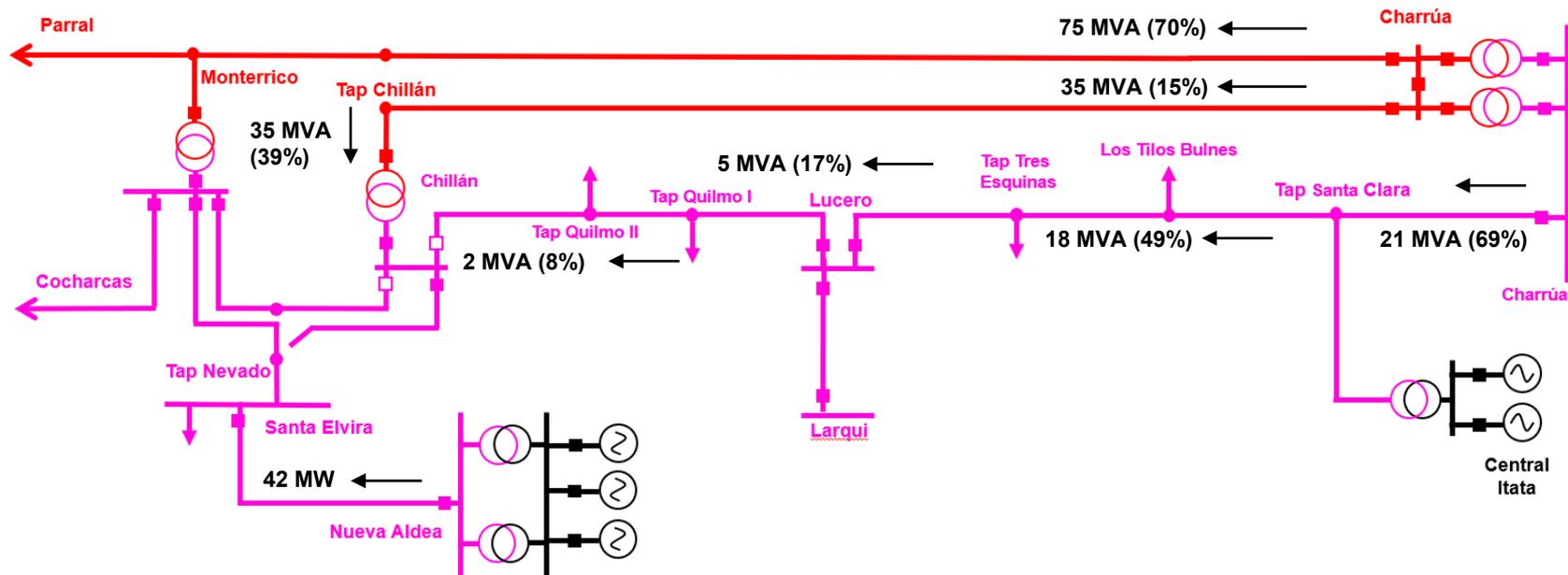


1. Antecedentes operacionales

[1.1] Características del eclipse [1.2] Limitaciones operacionales [1.3] Desarrollo del eclipse

➤ Escenario operacional **durante** al eclipse del 14.12.2020 – **Zona Nuble** del SEN

Referencia a 25°C con sol (pronóstico zonal)

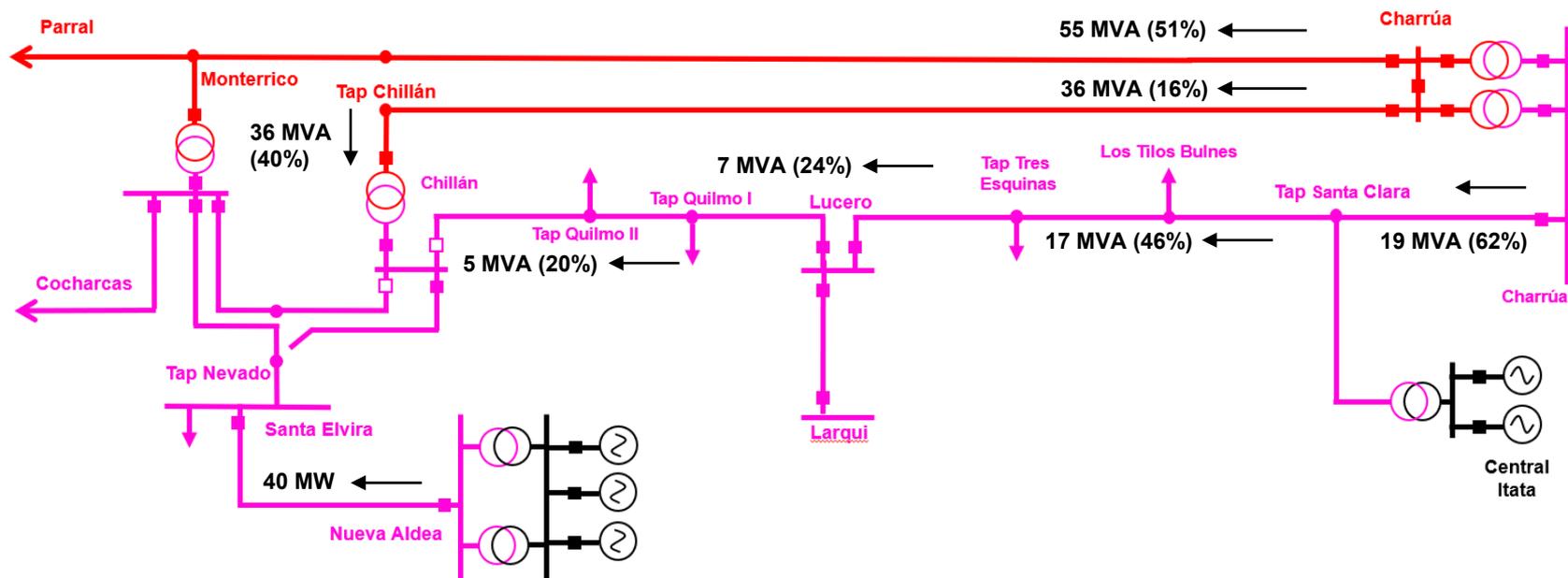


1. Antecedentes operacionales

[1.1] Características del eclipse [1.2] Limitaciones operacionales [1.3] Desarrollo del eclipse

➤ Escenario operacional **al término** al eclipse del 14.12.2020 – **Zona Nuble** del SEN

Referencia a 25°C con sol (pronóstico zonal)





1. Antecedentes operacionales

2. Análisis de seguridad

3. Conclusiones y recomendaciones

2. Análisis de seguridad

[2.1] Definición de escenarios

[2.2] Análisis de contingencias

[2.3] Resultados

- **Escenario normal esperado:**

- ✓ Sistema de transmisión nacional en servicio entre el corredor de 500 kV y 220 kV, sistema Los Changos - Charrúa.
- ✓ Sistema de transmisión zonal en servicio entre las SS/EE Itahue y Charrúa.

- **Escenario de sensibilidad:**

- ✓ Aumento de impedancia de vinculación entre la Zona Norte y Centro Sur del sistema.
- ✓ Indisponible uno de los circuitos de la línea Nueva Pan de Azúcar - Polpaico 2x500 kV.

- **Variables a monitorear:**

- ✓ Frecuencia eléctrica.
- ✓ Potencias y ángulos rotóricos de cada central que participa del CPF.
- ✓ Aporte de los BESS.
- ✓ Generación de parques fotovoltaicos.
- ✓ Tensiones en barras de la Zona Norte y Centro Sur.
- ✓ Transferencias de potencia en líneas del sistema nacional de la Zona Norte y del sistema zonal de la Zona Ñuble.



2. Análisis de seguridad

[2.1] Definición de escenarios

[2.2] Análisis de contingencias

[2.3] Resultados

- Ante la reducción anticipada de generación fotovoltaica, producto del eclipse, el desempeño del sistema no presenta frecuencias anormales, habida cuenta que al CPF se agrega la actuación del CSF y el redespacho de generación para llevar la frecuencia eléctrica a 50 Hz.
- A su vez, en el caso del **escenario normal esperado**, las transferencias de potencia por el corredor de 500 kV del Norte Chico se reducen respecto al caso previo al eclipse. Ante ello, para el instante de mayor reducción de generación fotovoltaica se evaluaron las siguientes contingencias:
 - Falla franca bifásica a tierra en un circuito de 2x500 kV Nueva Pan de Azúcar - Polpaico, 120 ms de despeje.
 - Desconexión intempestiva de la central IEM en 375 MW.
 - Desconexión intempestiva de la central San Isidro II en 380 MW.
- En el caso del **escenario de sensibilidad**, las transferencias de potencia por el corredor de 220 kV + 500 kV del Norte Chico se deben mantener limitadas a valores máximos equivalentes a la capacidad de la red de 220 kV (sentido norte/sur). En este caso, las contingencias de severidad 5 anteriores no presentan problemas de estabilidad en el sistema.
- Para la Zona Ñuble, en condición normal de operación, se evaluó la contingencia de la línea 1x66 kV Nueva Aldea - Santa Elvira (desconexión completa de la central Nueva Aldea) en el instante de mayor reducción de generación fotovoltaica, para verificar la capacidad de transmisión del sistema zonal. En esta situación, no se visualizan problemas de abastecimiento de los consumos.



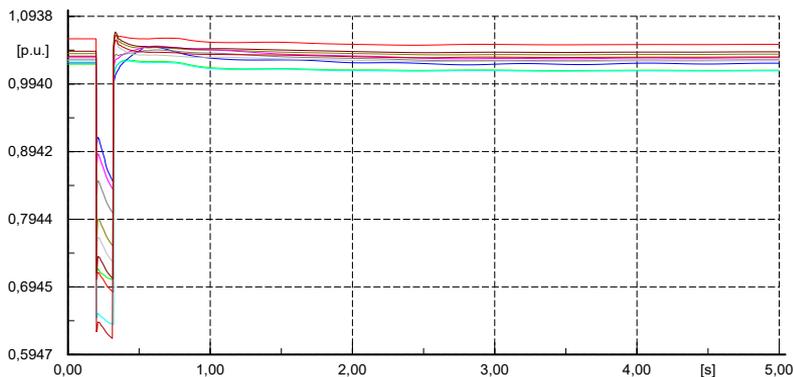
2. Análisis de seguridad

[2.1] Definición de escenarios [2.2] Análisis de contingencias [2.3] Resultados

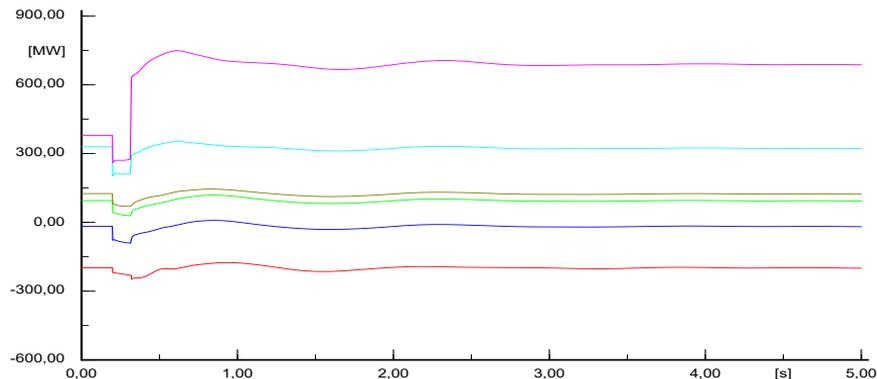
➤ Análisis de contingencias sistémicas - **Escenario normal esperado**

- **Severidad 4 en un circuito de 2x500 kV Nueva Pan de Azúcar - Polpaico:**

- Tensiones en barras



- Transferencias de potencia



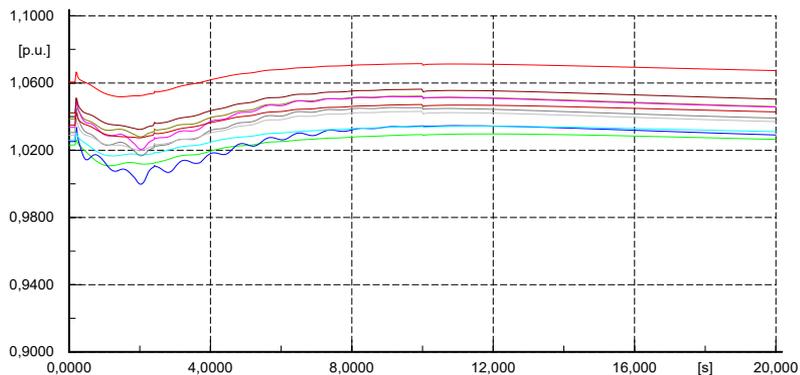
2. Análisis de seguridad

[2.1] Definición de escenarios [2.2] Análisis de contingencias [2.3] Resultados

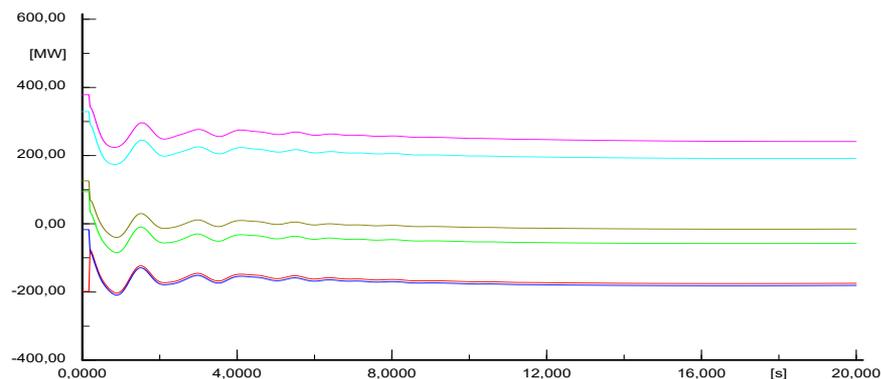
➤ Análisis de contingencias sistémicas - Escenario normal esperado

- **Severidad 5 central IEM con 375 MW:**

- Tensiones en barras



- Transferencias de potencia



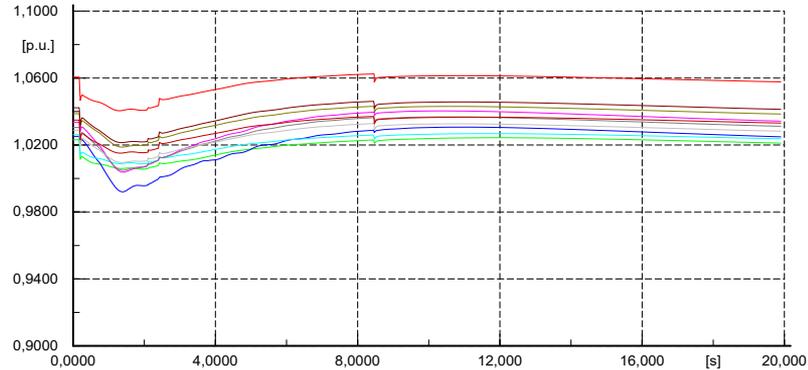
2. Análisis de seguridad

[2.1] Definición de escenarios [2.2] Análisis de contingencias [2.3] Resultados

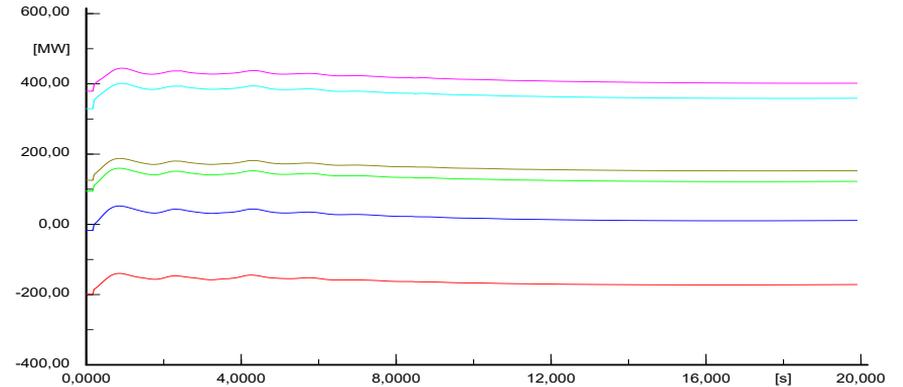
➤ Análisis de contingencias sistémicas - Escenario normal esperado

- **Severidad 5 central San Isidro II con 380 MW:**

- Tensiones en barras



- Transferencias de potencia



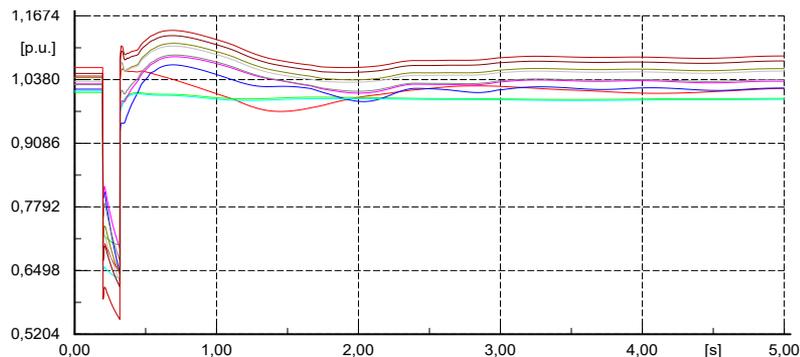
2. Análisis de seguridad

[2.1] Definición de escenarios [2.2] Análisis de contingencias [2.3] Resultados

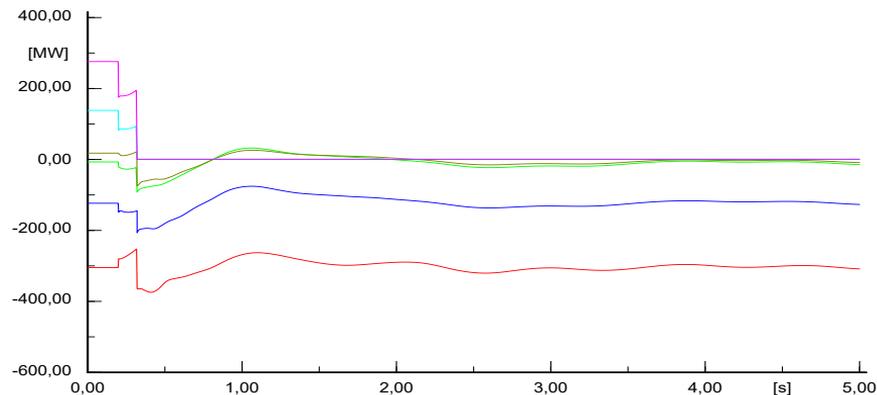
➤ Análisis de contingencias sistémicas - **Escenario de sensibilidad**

• **Severidad 4 en el único circuito de 2x500 kV Nueva Pan de Azúcar - Polpaico:**

• Tensiones en barras



• Transferencias de potencia



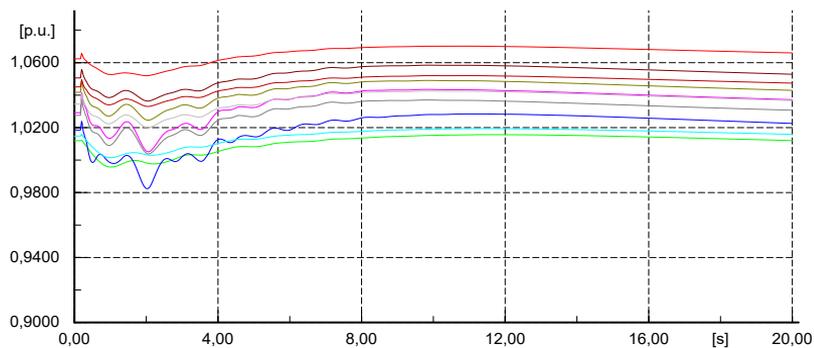
2. Análisis de seguridad

[2.1] Definición de escenarios [2.2] Análisis de contingencias [2.3] Resultados

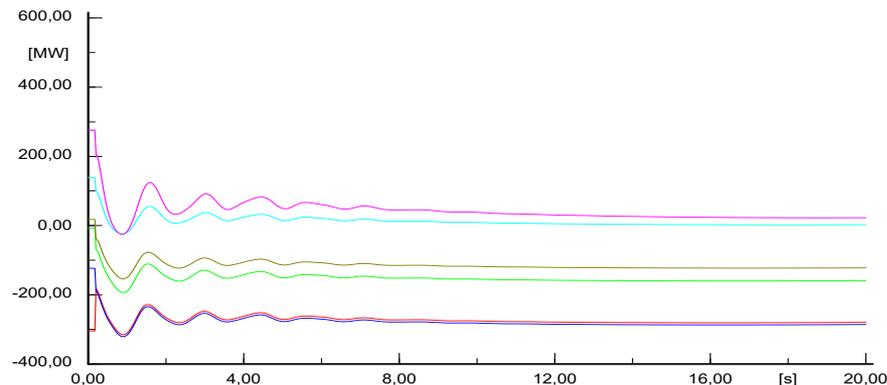
➤ Análisis de contingencias sistémicas - Escenario de sensibilidad

- **Severidad 5 central IEM con 375 MW:**

- Tensiones en barras



- Transferencias de potencia



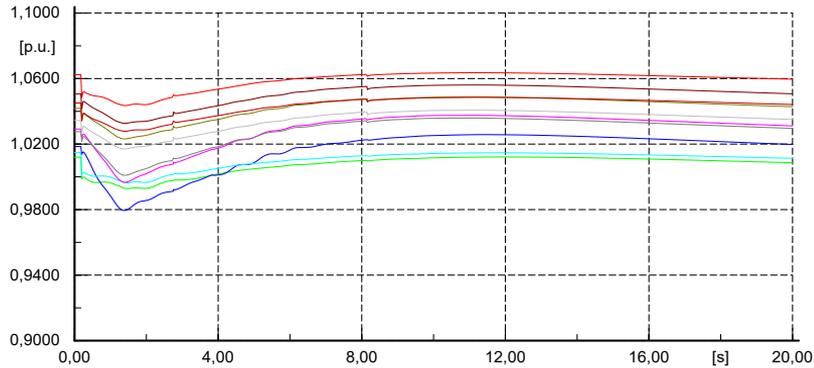
2. Análisis de seguridad

[2.1] Definición de escenarios [2.2] Análisis de contingencias [2.3] Resultados

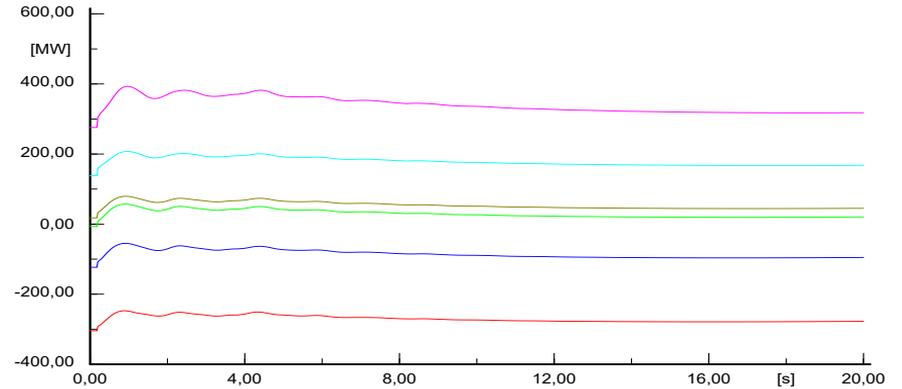
➤ Análisis de contingencias sistémicas - Escenario de sensibilidad

- **Severidad 5 central San Isidro II con 380 MW:**

- Tensiones en barras



- Transferencias de potencia



2. Análisis de seguridad

[2.1] Definición de escenarios

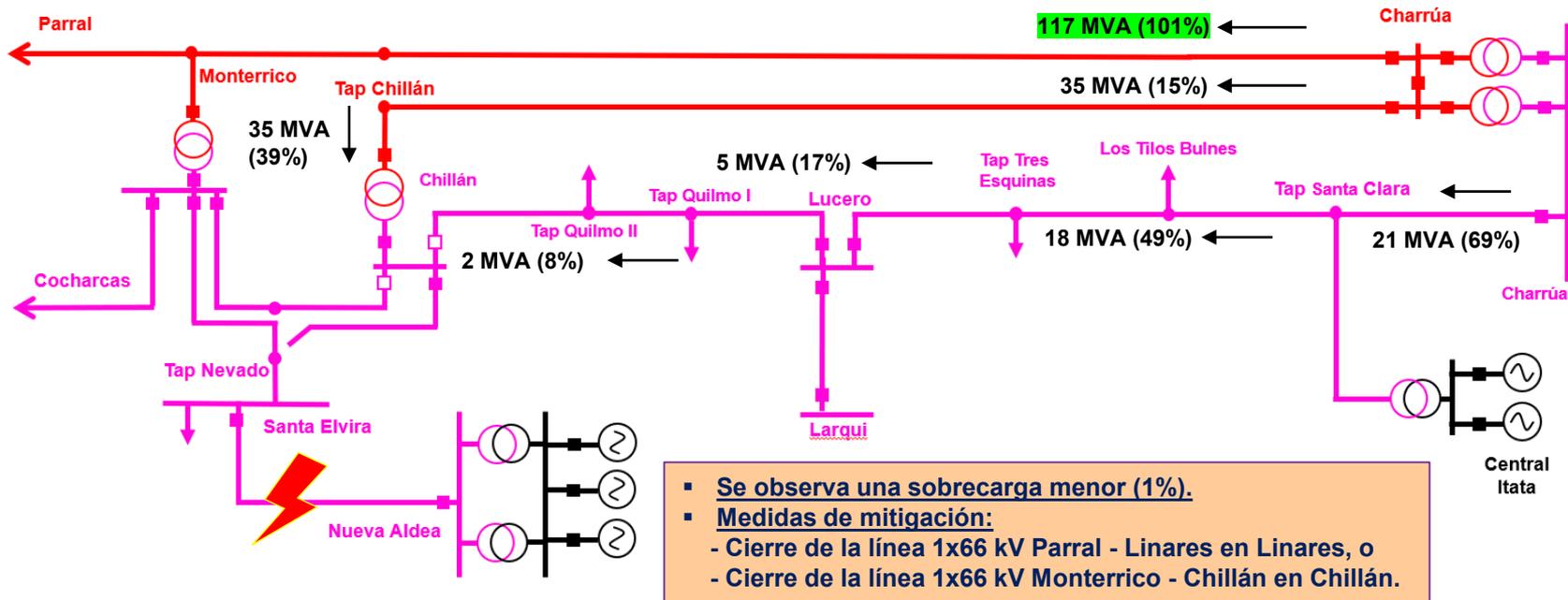
[2.2] Análisis de contingencias

[2.3] Resultados

➤ Análisis de contingencias zonales - **Escenario normal esperado**

• **Severidad 4 en la línea 1x66 kV Nueva Aldea - Santa Elvira:**

- ✓ Referencia a 25°C con sol.
- ✓ Estimación de 67 MW de generación FV reducida y desconectada (PMGD y Nueva Aldea)





▼ 1. Antecedentes operacionales

▼ 2. Análisis de seguridad

▼ 3. Conclusiones y recomendaciones

3. Conclusiones y recomendaciones

[3.1] Seguridad del sistema [3.2] Medidas de mitigación

- En el **escenario normal esperado**, con el sistema de transmisión nacional en servicio (corredor de 500 kV entre Los Changos y Charrúa), no es necesario considerar montos de reserva adicionales a los previstos en el programa de generación habitual para enfrentar el eclipse. Tampoco se visualizan problemas de estabilidad ni limitaciones en el sistema de transmisión.
- El **escenario de sensibilidad** analizado, correspondiente a la indisponibilidad de uno de los circuitos del corredor Nueva Pan de Azúcar - Polpaico 2x500 kV, aumenta la impedancia de vinculación entre la Zona Norte y Centro Sur del sistema e impone limitaciones de transmisión predefinidos, equivalentes a la capacidad de la red de 220 kV para el corredor de 220 kV + 500 kV.
- La reducción de generación máxima de 1650 MW esperada (caso con eclipse respecto al sin eclipse), será reemplazada de acuerdo al despacho económico, principalmente **mediante generación hidráulica y térmica**.



3. Conclusiones y recomendaciones

[3.1] Seguridad del sistema [3.2] Medidas de mitigación

- Para el día del eclipse se limitará la autorización de los permisos programados de desconexiones e intervenciones en el sistema, para efectos de mantener disponibles la mayor cantidad de recursos de generación y transmisión.
- Cabe destacar que para la elaboración del programa de generación del día lunes 14 de diciembre, se utilizará la información más precisa disponible respecto de pronósticos de generación ERNC, demanda, disponibilidad de instalaciones de generación y transmisión, etc.
- Si bien los análisis realizados concluyen que no es necesario incorporar reservas adicionales a las habitualmente contempladas en el programa de generación, conviene tener presente que se considerará un uso estratégico **del agua embalsada**, de manera de mantener reserva suficiente y disponibilidad de generación flexible, para tomar carga ante la reducción de la generación fotovoltaica durante el eclipse.
- Para el caso particular de la **Zona Ñuble**, se requerirá monitorear con mayor atención la carga a través de la línea 1x154 kV Charrúa - Tap Monterrico - Chillán durante el desarrollo del eclipse. Las temperaturas pronosticadas para el lunes 14 de diciembre muestran que habría suficiente capacidad de transmisión en el sistema zonal. Ante situaciones de contingencia por indisponibilidad de la inyección de central Nueva Aldea, se puede optar por maniobras operacionales para no comprometer el abastecimiento de los consumos.





Eclipse 14 de diciembre 2020

Análisis de seguridad y medidas de mitigación frente al próximo eclipse

Muchas Gracias