
ESTUDIO DE RESTRICCIONES EN EL SISTEMA DE TRANSMISIÓN

Informe Preliminar

GERENCIA DE OPERACIÓN

Diciembre 2020

Estudio de Restricciones en el Sistema de Transmisión
Informe preparado por el Departamento de Estudios Eléctricos

Rev	Fecha	Versión Documento	Realizó	Revisó / Aprobó
1	02-12-20	Informe Preliminar	Carlos Fuentes C. Pedro Gobantes F. Eugenio Quintana P. Flavio Serey L.	Víctor Velar G.

Índice

1 RESUMEN EJECUTIVO.....	7
2 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS	20
3 ANTECEDENTES.....	21
3.1 Conceptos Teóricos Considerados	21
3.1.1 Límite Térmico	21
3.1.2 Límite por Contingencias	21
3.1.3 Límite por Regulación y Estabilidad de Tensión	21
3.1.4 Límite por Estabilidad Transitoria	21
3.2 Restricciones en el Sistema de Transmisión	21
4 BASES DEL ESTUDIO	23
4.1 Metodología utilizada en el desarrollo del estudio	23
4.1.1 Determinación de Limitaciones Térmicas	24
4.1.2 Determinación de Límite por Estabilidad de Tensión	24
4.1.3 Determinación de Límites por Estabilidad Dinámica	24
4.1.4 Determinación de Factores de Redistribución	24
4.2 Antecedentes y Consideraciones para la realización de Estudio	25
4.2.1 Zonas de Estudio	25
4.2.2 Información Técnica del SEN y Herramienta de Simulación Utilizada	25
4.2.3 Horizonte del Estudio	25
4.2.4 Ampliaciones del SEN	25
4.2.5 Demanda y Despachos de Generación	28
4.2.6 Contingencias	28
4.3 Criterios Adoptados para la Realización de las Simulaciones	28
4.3.1 Modelación de la Carga	28
4.3.2 Regulación de Frecuencia	28
4.3.3 Aplicación de las fallas.....	28
4.3.4 Utilización de EDAC y EDAG en el estudio	28
4.3.5 Estándares de Recuperación dinámica.....	29
a) <i>Margen de Estabilidad Sincrónica</i>	<i>29</i>
b) <i>Margen de Estabilidad Oscilatoria (Factor de Amortiguamiento Art. 5-38 y 5-39).....</i>	<i>29</i>
c) <i>Máximas variaciones de tensión transitorias (Art. 5-34)</i>	<i>29</i>
d) <i>Exigencias de frecuencia (Art. 5-35)</i>	<i>30</i>
4.3.6 Control de tensión.....	30
4.3.7 Rangos de Tensión Permanentes	30
4.3.8 Capacidades del sistema de transmisión.....	31
5 DESARROLLO DEL ESTUDIO	32
5.1 Contingencias Consideradas en el Análisis	32
5.2 Zona Norte Grande.....	32
5.2.1 Análisis de Contingencias	33
5.2.2 Límite por Estabilidad Transitoria	34

a) Caso A: Desconexión de la unidad U16 de la central Tocopilla – Verificación de la inercia mínima.	34
5.2.3 Resumen Zona Norte Grande	36
5.3 Zona Norte Chico	38
5.3.1 Límites por Estabilidad de Tensión Zona Norte Chico	38
5.3.2 Análisis de Contingencias	38
a) Caso A: Falla de un circuito de línea para los tramos Los Changos – Cumbre 500 kV y Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV con transferencias Norte → Sur	39
b) Caso B: Falla de un circuito de línea para los tramos Los Changos – Cumbre 500 kV y Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV con transferencias Sur → Norte	42
5.3.3 Verificación Dinámica	45
5.3.4 Resumen Zona Norte Chico	46
5.4 Zona Centro Sur 500 kV	52
5.4.1 Límite por Estabilidad de Tensión Sistema de 500 kV	52
a) Caso A: Salida Intempestiva de la U16 de Central Tocopilla	52
5.4.2 Verificación Dinámica	55
5.4.3 Resumen Sistema de 500 kV	55
5.5 Zona V Región	57
5.5.2 Verificación Dinámica	58
5.5.3 Resumen de Resultados	59
5.6 Zona Centro 220 kV	60
5.6.1 Limitaciones Térmicas de Elementos Serie	60
5.6.2 Verificación Dinámica	61
5.6.3 Resumen de Resultados	62
5.7 Zona 154 kV Itahue – Alto Jahuel	64
5.7.1 Limitaciones Térmicas de Elementos Serie	64
5.7.2 Resumen de Resultados	65
5.8 Zona Concepción	66
5.8.1 Limitaciones Térmicas de Elementos Serie	66
5.8.2 Verificación Dinámica	67
5.8.3 Resumen de Resultados	68
5.9 Zona Sur	69
5.9.1 Límites por Estabilidad de Tensión	69
a) Caso A: Falla de Unidad 1 unidad de Central Canutillar, en escenario con 2 Unidades de Canutillar E/S y CER Pto. Montt F/S.	69
b) Caso B: Falla de Unidad 1 de Central Canutillar, en escenario con 1 Unidad de Canutillar E/S y CER Pto. Montt E/S.	71
5.9.2 Verificación Dinámica	72
5.9.3 Resumen Zona Sur	73
5.10 Líneas de Inyección de Centrales	77
6 COMENTARIOS Y CONCLUSIONES	78
6.1 Zona Norte Grande	78
6.2 Zona Norte Chico	79
6.3 Zona Centro (500, 220 y 154 kV)	80

6.4 Zona V Región y Concepción	81
6.5 Zona Sur.....	81
7 ANEXOS	82
7.1 Zona Norte Grande.....	82
7.1.1 Capacidad Térmica de Líneas.....	82
7.1.2 Capacidad Térmica de TTCC.....	84
7.2 Zona Norte Chico 500 kV.....	88
7.2.1 Capacidad Térmica de Líneas.....	88
7.2.2 Capacidad Térmica de TTCC.....	89
7.2.3 Capacidad Térmica de Transformadores de Poder	90
7.2.4 Capacidad de Compensación Serie	90
7.3 Zona Norte Chico 220 kV.....	91
7.3.1 Capacidad Térmica de Líneas.....	91
7.3.2 Capacidad Térmica de TTCC.....	92
7.4 Zona Centro 500 kV	94
7.4.1 Capacidad Térmica de Líneas.....	94
7.4.2 Capacidad Térmica de TTCC.....	95
7.4.3 Capacidad Térmica de Transformadores de Poder	96
7.4.4 Capacidad de Compensación Serie	96
7.5 Zona V Región	97
7.5.1 Capacidad Térmica de Líneas.....	97
7.5.2 Capacidad Térmica de TTCC.....	97
7.5.3 Capacidad Térmica de Transformadores de Poder	97
7.6 Zona Centro 220 kV	97
7.6.1 Capacidad Térmica de Líneas.....	97
7.6.2 Capacidad Térmica de TTCC.....	98
7.6.3 Capacidad Térmica de Transformadores de Poder y Desfasadores	100
7.7 Sistema de 154 kV	101
7.7.1 Capacidad Térmica de Líneas.....	101
7.7.2 Capacidad Térmica de TTCC.....	101
7.7.3 Capacidad Térmica de Transformadores de Poder	102
7.8 Zona Concepción	102
7.8.1 Capacidad Térmica de Líneas.....	102
7.8.2 Capacidad Térmica de TTCC.....	103
7.8.3 Capacidad Térmica de Transformadores de Poder	103
7.9 Zona Sur.....	104
7.9.1 Capacidad Térmica de Líneas.....	104
7.9.2 Capacidad Térmica de TTCC.....	105
7.10 Líneas de inyección de Centrales	107
7.11 Anexo Factores de Redistribución	108
7.11.1 Zona Norte Grande.....	109
7.11.2 Zona Norte Chico.....	113
7.11.3 Zona Centro Sur 500 kV	118

7.11.4 Zona V Región	119
7.11.5 Zona Centro 220 kV	121
7.11.6 Zona Concepción	124
7.11.7 Zona Sur	126
7.12 Anexo Simulaciones Dinámicas	127
7.12.1 Zona Norte Grande: Caso A: Salida intempestiva de la unidad U16, con transferencia de 1780 MW por Los Changos – Cumbres 500 kV.....	128
7.12.2 Zona Norte Chico Caso A: Fallas Los Changos – Cumbre 500 kV y Nva. P. Azúcar – Polpaico 500 kV con transferencias Norte → Sur	135
7.12.3 Zona Norte Chico Caso B: Fallas Los Changos – Cumbre 500 kV y Nva. P. Azúcar – Polpaico 500 kV con transferencias Sur → Norte	143
7.12.4 Zona Centro 500 kV Caso A: Salida Intempestiva de U16 de Central Tocopilla 380 MW	159
7.12.5 Zona V Región: Falla Transformado Agua Santa 200/110 kV	164
7.12.6 Zona Centro 220 kV: Falla Línea Polpaico – Lampa L2 220kV.....	167
7.12.7 Zona Concepción: Falla Línea Charrúa – Lagunillas 1x220 kV	172
7.12.8 Zona Sur Caso A: Falla de Unidad 1 de Central Canutillar, en escenario con 2 unidades de Canutillar E/S y CER Pto. Montt F/S.	177
7.12.9 Zona Sur Caso B: Falla de Unidad 1 de Central Canutillar, en escenario con 1 unidad de Canutillar E/S y CER Pto. Montt E/S.	181

1 RESUMEN EJECUTIVO

La Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio (NT) dispone la realización de un estudio que determine las restricciones en el sistema de transmisión considerando los escenarios de operación que, sujeto a contingencias simples, resulten más críticos para la seguridad y calidad del servicio.

Considerando lo anterior, el principal objetivo de este estudio es la evaluación de las restricciones en el sistema de transmisión, contemplando las limitaciones impuestas por las capacidades térmicas de las líneas y los elementos serie del sistema de transmisión, las limitaciones operacionales por estabilidad de tensión, estabilidad de frecuencia, estabilidad transitoria y estabilidad permanente, de acuerdo con las exigencias de seguridad y calidad de servicio establecidas en el Capítulo 5 de la NT.

En este estudio se muestra un resumen de las principales restricciones térmicas de las líneas y equipos asociados, transformadores de corriente (TT/CC) o transformadores de poder en serie que puedan establecer alguna restricción. Posteriormente, se evaluaron las limitaciones por estabilidad de tensión y finalmente, se verifica que, para la condición de mayor restricción de la instalación evaluada, el comportamiento del sistema cumple con las exigencias estáticas y dinámicas que se establecen en el Capítulo 5 de la NT para estado normal y estado de alerta, y que se indican a continuación:

- Factor de amortiguamiento de las oscilaciones de potencia activa (mayor a 5%).
- Niveles de tensión aceptables en régimen permanente.
- Exigencias de recuperación dinámica para la tensión y la frecuencia.
- Preservar la operación sincronizada de generadores, verificando la condición de estabilidad angular.
- Preservar la estabilidad de la tensión.

El escenario base para el desarrollo del estudio considera lo siguiente:

- Las ampliaciones del Sistema Eléctrico Nacional (SEN) definidas para el periodo comprendido entre noviembre de 2020 y diciembre de 2021.
- Una demanda alta del SEN de 10344 MW.
- Despachos de generación correspondientes a escenarios de alta demanda con hidrología media, los cuales se utilizan sólo como escenarios iniciales y que pueden ser modificado con motivo de obtener las máximas transferencias por el sistema de transmisión.
- Todas las compensaciones series (CCSS) de las líneas de 500 kV del Sistema de Transmisión Nacional (STN) en servicio.

La elaboración del estudio considera un análisis por zonas del SEN para el tratamiento de las restricciones de las líneas del STN y, de las líneas del sistema transmisión zonal que suministran las zonas Concepción y Quinta Región costa.

Para determinar las limitaciones, a partir de un caso base obtenido de un escenario de operación económica de corto plazo que considera las actuales restricciones de los sistemas interconectados, se crearon escenarios específicos que permiten obtener transferencias máximas mediante el encendido/apagado y el redespacho de generaciones locales en función del mérito económico, y supeditadas a las contingencias simples más críticas (de severidad 1 a 5 según NT) en cada zona. Es importante mencionar que en las simulaciones de las contingencias aplicadas en este estudio no se presentaron desconexiones de consumos por la actuación de EDAC.

Conforme con lo señalado, a continuación, se presenta un resumen tabulado de las restricciones de transmisión por zona del SEN determinadas en el estudio, que incluye las limitaciones térmicas a 25°C de temperatura ambiente (con efecto sol) y las limitaciones operacionales (estabilidad de tensión, estabilidad dinámica y las impuestas por exigencias de seguridad y calidad de servicio). En el caso particular de las líneas del Norte Grande que se conectan a las subestaciones Crucero y Encuentro, se consideró la limitación térmica a 35°C de temperatura ambiente, que es más representativa de las condiciones ambientales más exigentes para esa zona del desierto de Atacama.

Cabe señalar que los límites operacionales determinados en el presente estudio pueden variar, principalmente debido a las condiciones topológicas y las características del despacho de generación (Inercia, monto y distribución de la reserva de potencia activa y reactiva) que se presenten en la operación real, por lo que dichos límites son sólo de carácter referencial. En consecuencia, las limitaciones que se apliquen a la operación real estarán supeditadas a las condiciones particulares de operación del SEN que se prevean en el corto plazo, las que serán determinadas por estudios específicos en cada caso.

A continuación, se presentan cuadros que resumen las restricciones de las líneas estudiadas, las cuales corresponden a la capacidad de transmisión en régimen permanente (pre y postcontingencia) de acuerdo con lo señalado en el Título 5-6 de la NT.

Tabla 1.1. Resumen de Restricciones Zona Norte Grande

Tramo	SS/EE		Limitación Tramo [MVA] (1)	Causa
	Origen	Destino		
Cóndores – Parinacota	Cóndores	Parinacota	197	Conductor
Tarapacá – Cóndores	Tarapacá	Cóndores	197	Conductor
Tarapacá – Lagunas C1 y C2	Tarapacá	Lagunas	262	Conductor
Lagunas – Nueva Pozo Almonte	Lagunas	Nueva Pozo Almonte	181	Conductor
Nueva Pozo Almonte – Pozo Almonte	Nueva Pozo Almonte	Pozo Almonte	181	Conductor
Lagunas – Collahuasi C1 y C2	Lagunas	Collahuasi	171	Conductor
Encuentro – Collahuasi C1	Encuentro	Collahuasi	134 (2)	Conductor
Encuentro – Collahuasi C2	Encuentro	Collahuasi	172 (2)	Conductor
Encuentro – Lagunas C1 y C2	Encuentro	Lagunas	294 (2)	Conductor
Frontera - María Elena C1 y C2	Frontera	María Elena	171 (2)	Conductor
Frontera - San Simón	Frontera	San Simón	171 (2)	Conductor
Lagunas - Frontera	Lagunas	Frontera	171 (2)	Conductor
Lagunas - San Simón	Lagunas	San Simón	183 (2)	Conductor
Kimal – Encuentro C1 y C2	Kimal	Encuentro	318 (2)	Conductor
Kimal – Crucero C1 y C2	Kimal	Crucero	318 (2)	Conductor
Kimal – Salar	Kimal	Salar	457	TTCC
Kimal – Chuquicamata	Kimal	Chuquicamata	274	TTCC
Salar – Chuquicamata	Salar	Chuquicamata	274	TTCC
Salar – Calama Nueva	Salar	Calama Nueva	229	TTCC
Chacaya – Crucero	Chacaya	Crucero	235 (2)	Conductor
Laberinto – Kimal C1 y C2	Laberinto	Kimal	314 (2)	Conductor
María Elena - Kimal C1 y C2	María Elena	Kimal	183 (2)	Conductor

Tramo	SS/EE		Limitación Tramo [MVA] (1)	Causa
	Origen	Destino		
Encuentro – Miraje C1 y C2	Encuentro	Miraje	246 (2)	Conductor
Atacama – Miraje C1 y C2	Atacama	Miraje	246 (2)	Conductor
Encuentro – El Tesoro	Encuentro	El Tesoro	183	TTCC
Atacama – Esmeralda	Atacama	Esmeralda	197	Conductor
Atacama – O'Higgins C1 y C2	Atacama	O'Higgins	279	Conductor
Changos – Kapatur C1 y C2	Changos	Kapatur	1744	Conductor
Chacaya – El Cobre C1 y C2	Chacaya	El Cobre	476	Conductor
Chacaya – Mantos Blancos	Chacaya	Mantos Blancos	220	Conductor
Laberinto – Mantos Blancos	Laberinto	Mantos Blancos	272	Conductor
Chacaya – Mejillones	Chacaya	Mejillones	225	Conductor
Mejillones – O'Higgins	Mejillones	O'Higgins	147	Conductor
Laberinto – Andes	Laberinto	Andes	267	Conductor
Laberinto – Nueva Zaldívar C1 y C2	Laberinto	Nueva Zaldívar	362	Conductor
Andes – Nueva Zaldívar C1	Andes	Nueva Zaldívar	274	TTCC
Andes – Nueva Zaldívar C2	Andes	Nueva Zaldívar	274	TTCC
O'Higgins – Domeyko	O'Higgins	Domeyko	310	Conductor
El Tesoro – Esperanza	El Tesoro	Esperanza	183	TTCC
El Cobre – Esperanza C1 y C2	El Cobre	Esperanza	167	Conductor
Laberinto – El Cobre	Laberinto	El Cobre	272	Conductor
Kapatur – Laberinto C1 y C2	Kapatur	Laberinto	849 (3)	Conductor
Kapatur – O'Higgins C1 y C2	Kapatur	O'Higgins	824 (3)	Conductor
Kimal – Los Changos C1 y C2	Kimal	Los Changos	2375 (2)	Conductor

- (1) Cabe señalar que la aplicación de restricciones térmicas en los distintos tramos de transmisión debe considerar las capacidades que correspondan al momento de su aplicación, de acuerdo con la temperatura ambiente y el efecto sol. Para los TTCC se considera una capacidad permanente de 120% respecto de la nominal.
- (2) Los valores de capacidad térmica se consideraron a una temperatura ambiente de 35 °C, por ser más representativa de las condiciones ambientales de esa zona del Desierto de Atacama.

(3) En las condiciones de mayor exigencia previstas para el sistema en el horizonte de estudio y para las contingencias de severidad 1 a 5, no se alcanzaron transferencias cercanas a su capacidad térmica.

Nota: La actualización de la información técnica del Coordinador Eléctrico Nacional deben realizarla los propietarios de las instalaciones del sistema en la página web del Coordinador.

Tabla 1.2. Resumen de las restricciones de la Zona Norte Chico 220 kV.

Tramo	SS/EE		Limitación Tramo [MVA] (1)	Causa
	Origen	Destino		
Diego de Almagro – Illapa L1 C1	Diego de Almagro	Illapa	431	Conductor
Diego de Almagro – Illapa L2 C1	Diego de Almagro	Illapa	472	Conductor
Diego de Almagro – Illapa L2 C2	Diego de Almagro	Illapa	472	Conductor
Illapa – Carrera Pinto L1 C1	Illapa	Carrera Pinto	431	Conductor
Illapa – Carrera Pinto L2 C1	Illapa	Carrera Pinto	472	Conductor
Illapa – Carrera Pinto L2 C2	Illapa	Carrera Pinto	472	Conductor
Carrera Pinto – San Andrés L1 C1	Carrera Pinto	San Andrés	431	Conductor
Carrera Pinto – San Andrés L2 C1	Carrera Pinto	San Andrés	332	Conductor
Carrera Pinto – San Andrés L2 C2	Carrera Pinto	San Andrés	332	Conductor
San Andrés – Cardones L1 C1	San Andrés	Cardones	431	Conductor
San Andrés – Cardones L2 C1	San Andrés	Cardones	332	Conductor
San Andrés – Cardones L2 C2	San Andrés	Cardones	332	Conductor

Tramo	SS/EE		Limitación Tramo [MVA] (1)	Causa
	Origen	Destino		
Maitencillo – Cardones 220kV L1 C1	Maitencillo	Cardones	267	Conductor
Maitencillo – Cardones 220kV L2 C1	Maitencillo	Cardones	274	TTCC
Maitencillo – Cardones 220kV L2 C2	Maitencillo	Cardones	274	TTCC
Maitencillo – Don Héctor 220 kV C1 y C2	Maitencillo	Don Héctor	197	Conductor
Don Hector – Pta. Colorada 220 kV C1 y C2	Don Héctor	Punta Colorada	197	Conductor
Pta. Colorada – Pan de Azúcar 220 kV C1 y C2	Punta Colorada	Pan de Azúcar	197	Conductor
Pan de Azúcar – Don Goyo 220 kV C1 y C2	Pan de Azúcar	Don Goyo	224	Conductor
Don Goyo – La Cebada 220 kV C1 y C2	Don Goyo	La Cebada	224	Conductor
La Cebada – Punta Sierra 220 kV C1 y C2	La Cebada	Punta Sierra	224	Conductor
Punta Sierra – Las Palmas 220 kV C1 y C2	Punta Sierra	Las Palmas	224	Conductor
Las Palmas – Los Vilos 220kV C1 y C2	Las Palmas	Los Vilos	224	Conductor
Los Vilos – Nogales 220 kV C1 y C2	Los Vilos	Nogales	224	Conductor

(1) Todos los valores corresponden a límites postcontingencia de régimen permanente, es decir, para determinar la limitación precontingencia se deben considerar el efecto del aumento de pérdidas, las redistribuciones de flujos postcontingencia y, particularmente la ubicación de la reserva en giro en los casos de contingencias de generación. Cabe señalar que la aplicación de restricciones térmicas en los distintos tramos de transmisión debe considerar las capacidades que correspondan al momento de su aplicación, de acuerdo con la temperatura ambiente y el efecto sol. Para los TTCC se considera una capacidad permanente de 120% respecto de la nominal.

Nota: La actualización de la información técnica del Coordinador Eléctrico Nacional deben realizarla los propietarios de las instalaciones del sistema en la página web del Coordinador.

Tabla 1.3. Resumen de las restricciones de la Zona Norte Chico 500 kV.

Tramo	SS/EE		Limitación Tramo [MVA] (1)		Causa
	Origen	Destino	Operación Normal	Post Contingencia	
Changos – Cumbre 500 kV C1 y C2	Changos	Cumbre	Norte→Sur: Caso A 1410 Sur→Norte: Caso B 1780	Norte→Sur: Caso A 1430 Sur→Norte: Caso B 1860	Norte→Sur: Caso A Amortiguamiento Sur→Norte: Caso B Reg. Tensión
Cumbre – Nva. Cardones 500 kV C1 y C2	Cumbre	Nueva Cardones	2140	2140 (2)	CCSS
Nva. Cardones – Nva.Maitencillo 500 kV C1 y C2	Nueva Cardones	Nueva Maitencillo	2356	2356	Conductor
Nva. Maitencillo – Nva. Pan de Azúcar 500 kV C1 y C2	Nueva Maitencillo	Nueva Pan de Azúcar	2210	2210 (2)	CCSS
Nva. Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV C1 y C2	Nueva Pan de Azúcar	Polpaico	Norte→Sur: Caso A 1985 Sur→Norte: Caso B 2010	Norte→Sur: Caso A 1945 Sur→Norte: Caso B 2040	Norte→Sur: Caso A Reg. Tensión Sur→Norte: Caso B Reg. Tensión

(1) Todos los valores corresponden a límites postcontingencia de régimen permanente, es decir, para determinar la limitación precontingencia se deben considerar el efecto del aumento de pérdidas, las redistribuciones de flujos postcontingencia y, particularmente la ubicación de la reserva en giro en los casos de contingencias de generación. Cabe señalar que la aplicación de restricciones térmicas en los distintos tramos de transmisión debe considerar las capacidades que correspondan al momento de su aplicación, de acuerdo con la temperatura ambiente y el efecto sol. Para los TTCC se considera una capacidad permanente de 120% respecto de la nominal.

(2) Se considera capacidad de sobrecarga de corta duración.

Nota: La actualización de la información técnica del Coordinador Eléctrico Nacional deben realizarla los propietarios de las instalaciones del sistema en la página web del Coordinador.

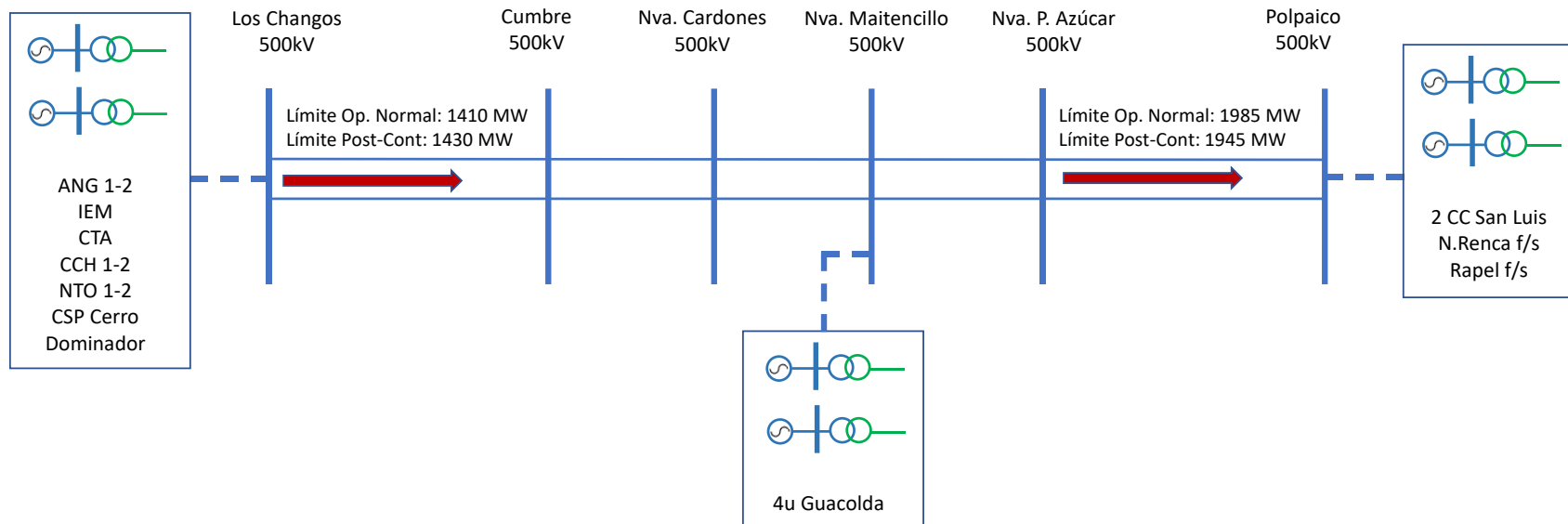


Figura 1.1 : Restricciones en tramos críticos del sistema de 500 kV de la Zona Norte Chico en el sentido Norte → Sur.

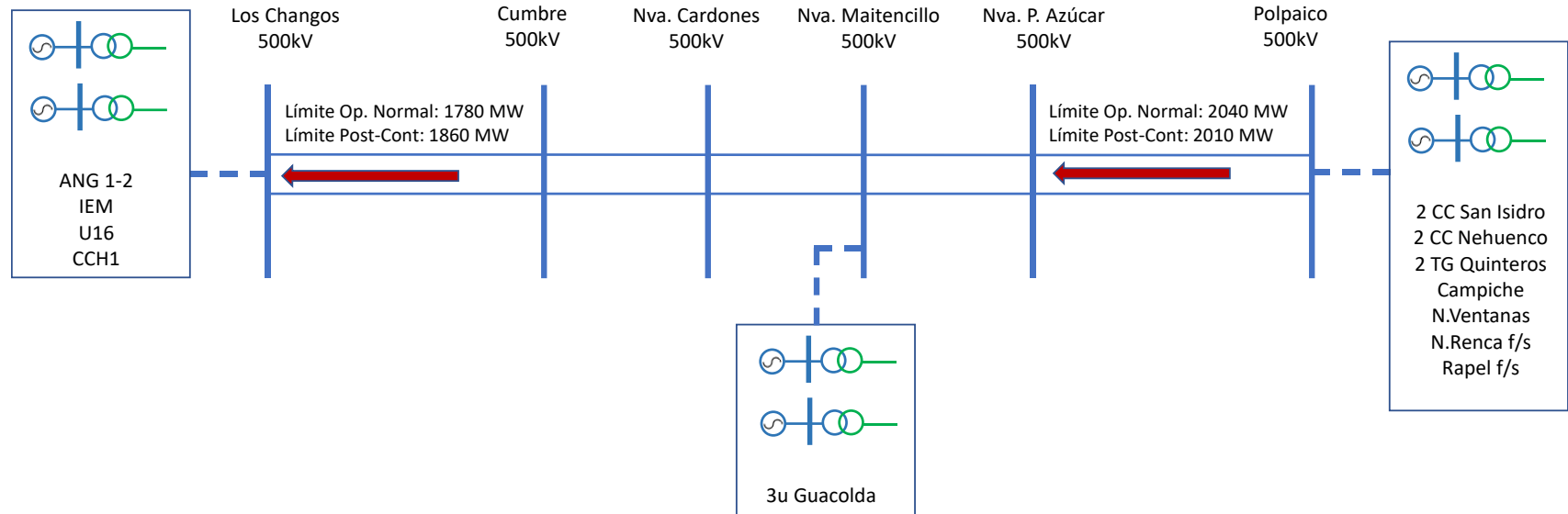


Figura 1.2 : Restricciones en tramos críticos del sistema de 500 kV de la Zona Norte Chico en el sentido Sur → Norte.

Tabla 1.4. Resumen de Restricciones Zona Centro 500 kV.

Tramo	SS/EE		Limitación del Tramo [MVA] (1)(2)	Causa
	Origen	Destino		
Lo Aguirre - Polpaico 500kV C1	Lo Aguirre	Polpaico	1663	TTCC
Lo Aguirre - Polpaico 500kV C2	Lo Aguirre	Polpaico	1663	TTCC
Alto Jahuel - Lo Aguirre 500 kV C1	Alto Jahuel	Lo Aguirre	1663	TTCC
Alto Jahuel - Lo Aguirre 500 kV C2	Alto Jahuel	Lo Aguirre	1663	TTCC
Ancoa - Alto Jahuel 500 kV L1	Ancoa	Alto Jahuel	1606	Conductor
Ancoa - Alto Jahuel 500 kV L2	Ancoa	Alto Jahuel	1663	TTCC
Ancoa - Alto Jahuel 500 kV L3	Ancoa	Alto Jahuel	1927	CCSS
Ancoa - Alto Jahuel 500 kV L4	Ancoa	Alto Jahuel	1927	CCSS
Entre Ríos – Ancoa 500 kV L1	Entre Ríos	Ancoa	1663	TTCC
Entre Ríos - Ancoa 500 kV L2	Entre Ríos	Ancoa	1663	TTCC
Charrúa - Ancoa 500 kV L3	Charrúa	Ancoa	1940	Trafo
Charrúa - Entre Ríos 500 kV L1	Charrúa	Entre Ríos		
Charrúa - Entre Ríos 500 kV L2	Charrúa	Entre Ríos		

- (1) Todos los valores corresponden a límites postcontingencia de régimen permanente, es decir, para determinar la limitación precontingencia se deben considerar el efecto del aumento de pérdidas, las redistribuciones de flujos postcontingencia y, particularmente la ubicación de la reserva en giro en los casos de contingencias de generación. Cabe señalar que la aplicación de restricciones térmicas en los distintos tramos de transmisión debe considerar las capacidades que correspondan al momento de su aplicación, de acuerdo con la temperatura ambiente y el efecto sol. Para los TTCC se considera una capacidad permanente de 120% respecto de la nominal.
- (2) Bajo ciertas condiciones operacionales es posible operar con transferencias superiores al límite permanente, pero por tiempos reducidos, es decir, sobrecarga admisible de corta duración.

Tabla 1.5. Resumen de Restricciones Zona Centro 220 - 154 kV y Quinta Región Costa

Tramo	SS/EE		Limitación del Tramo [MVA] (1)(2)	Causa
	Origen	Destino		
San Luis - Agua Santa 2x220kV	San Luis	Agua Santa	300 (3)	Transformador
San Pedro - Quillota 110kV	San Pedro	Quillota	253 (3)	Conductor
Polpaico - Nogales 220kV C1 y 2	Polpaico	Nogales	1595 (4)	Conductor
Polpaico - Quillota 220kV C1 y 2	Polpaico	Quillota	1099 (4)	Conductor
Quillota Nogales 220kV C1 y C2	Quillota	Nogales	2x224	Conductor
Cerro Navia - Lampa C1 y C2	Cerro Navia	Lampa	310	Conductor
Lampa - Polpaico C1 y C2	Lampa	Polpaico	310	Conductor
Cerro Navia – Chena (Estr 72) 220kV C1 y 2	Cerro Navia	Chena	415	Conductor
Lo Aguirre – Cerro Navia 220 kV C1 y C2	Lo Aguirre	Cerro Navia	1616 (5)	Conductor
Alto Jahuel – Chena (El Rodeo) 220kV C1 y 2	Alto Jahuel	Chena	2x366 (6)	TTCC
Alto Jahuel – Chena 220kV C3 y 4	Alto Jahuel	Chena	2x366 (6)	TTCC
Alto Jahuel - Tap Tuniche 154kV C1 y 2	Alto Jahuel	Tap Tuniche	183	Conductor
Tap Tuniche - Punta de Cortés 154kV C1 y 2	Tap Tuniche	Punta de Cortés	125	Conductor
Punta de Cortés - Tinguiririca 154kV C1 y 2	Punta de Cortés	Tinguiririca	193	Conductor
Itahue - Tap Teno C1 y 2	Itahue	Tap Teno	192	TTCC
Tap Teno - Tinguiririca C1 y 2	Tap Teno	Tinguiririca	198	Conductor
Ancoa - Itahue 220kV C1 y 2	Ancoa	Itahue	300	Transformador
Charrúa - Entre Ríos 220 kV C1 y C2	Charrúa	Entre Ríos	970	Transformador
Ancoa - Colbún 220 kV	Ancoa	Colbún	600 (5)	Conductor
Colbún – Puente Negro 220 kV C1 y C2	Colbún	Puente Negro	692	Conductor
Alto Jahuel - Maipo 220KV C1 y C2	Alto Jahuel	Maipo	680	Conductor
Maipo - Candelaria 220KV C1 y C2	Maipo	Candelaria	686	TTCC
Candelaria - Puente Negro 220KV C1 y C2	Candelarai	Puente Negro	692	Conductor

- (1) Todos los valores corresponden a límites postcontingencia de régimen permanente, es decir, para determinar la limitación precontingencia se deben considerar el efecto del aumento de pérdidas, las redistribuciones de flujos postcontingencia y, particularmente la ubicación de la reserva en giro en los casos de contingencias de generación. Cabe señalar que la aplicación de restricciones térmicas en los distintos tramos de transmisión debe considerar las capacidades que correspondan al momento de su aplicación, de acuerdo con la temperatura ambiente y el efecto sol. Para los TTCC se considera una capacidad permanente de 120% respecto de la nominal.
- (2) Bajo ciertas condiciones operacionales es posible operar con transferencias superiores al límite permanente, pero por tiempos reducidos, es decir, sobrecarga admisible de corta duración.
- (3) Para estas limitaciones es necesario considerar su correlación en función de lo definido en la Minuta DAOP N°01/2019.

- (4) En las condiciones de mayor exigencia previstas para el sistema en el horizonte de estudio y para las contingencias de severidad 1 a 5, no se alcanzaron transferencias cercanas a su capacidad térmica y tampoco se detectaron problemas de tensión. Esto contempla en operación los vínculos redundantes Polpaico – Quillota – Nogales.
- (5) Capacidad térmica de tramo subterráneo.
- (6) Limitación del tramo postcontingencia de un circuito, considerando que este tramo está con los 4 circuitos en servicio.

Tabla 1.6. *Resumen de Restricciones Zona Concepción.*

Tramo	SS/EE		Limitación del Tramo [MVA] (1)(2)	Causa
	Origen	Destino		
Charrúa - Concepción 220kV	Charrúa	Concepción	260	Conductor
Charrúa - Hualpén 220kV	Charrúa	Hualpén	227	Conductor
Charrúa - Lagunillas 220kV	Charrúa	Lagunillas	367	Conductor
Charrúa - Concepción 154kV	Charrúa	Concepción	168	Conductor
Hualpén - Lagunillas 220kV	Hualpén	Lagunillas	356	Conductor
Hualpén - Lagunillas 154kV	Hualpén	Lagunillas	215	Conductor
Concepción - San Vicente C1 y C2	Concepción	San Vicente	144	Conductor
San Vicente - Hualpén C1 y C2	San Vicente	Hualpén	215	Conductor

- (1) Todos los valores corresponden a límites postcontingencia de régimen permanente, es decir, para determinar la limitación precontingencia se deben considerar el efecto del aumento de pérdidas, las redistribuciones de flujos postcontingencia y, particularmente la ubicación de la reserva en giro en los casos de contingencias de generación. Cabe señalar que la aplicación de restricciones térmicas en los distintos tramos de transmisión debe considerar las capacidades que correspondan al momento de su aplicación, de acuerdo con la temperatura ambiente y el efecto sol. Para los TTCC se considera una capacidad permanente de 120% respecto de la nominal.
- (2) Bajo ciertas condiciones operacionales es posible operar con transferencias superiores al límite permanente, pero por tiempos reducidos, es decir, sobrecarga admisible de corta duración.

Tabla 1.7. Resumen de Restricciones Zona Sur

Tramo	SS/EE		Limitación del Tramo [MVA] (1)(2)	Causa
	Origen	Destino		
Charrúa - Mulchén 220kV C1 y C2	Charrúa	Mulchén	549	TTCC
Mulchén – Río Malleco 220kV C1 y C2	Mulchén	Río Malleco	581	Conductor
Río Malleco – Cautín 220kV C1 y C2	Río Malleco	Cautín	457	TTCC
Charrúa - El Rosal 220kV	Charrúa	El Rosal	265	Conductor
El Rosal - Duqueco 220kV	El Rosal	Duqueco	265	Conductor
Duqueco - Los Peumos 220 kV	Duqueco	Los Peumos	264	Conductor
Los Peumos - Temuco 220kV	Los Peumos	Temuco	264	Conductor
Temuco - Cautín 220kV C1 y C2	Temuco	Cautín	193	Conductor
Cautín – Río Toltén 220kV C1	Cautín	Río Toltén	191	Conductor
Cautín - Río Toltén 220kV C2	Cautín	Río Toltén	191	Conductor
Río Toltén - Ciruelos 220kV C1	Río Toltén	Ciruelos	191	Conductor
Río Toltén - Ciruelos 220kV C2	Río Toltén	Ciruelos	144	Conductor
Ciruelos - Valdivia 220kV C1	Ciruelos	Valdivia	193	Conductor
Ciruelos - Valdivia 220kV C2	Ciruelos	Valdivia	145	Conductor
Ciruelos – Cerros de Huichahue 220 kV C1	Ciruelos	Cerros de Huichahue	339	Conductor
Ciruelos - Cerros de Huichahue 220 kV C2	Ciruelos	Cerros de Huichahue	354	Conductor
Cerros de Huichahue - N. Pichirropulli 220 kV C1	Cerros de Huichahue	N. Pichirropulli	339	Conductor
Cerros de Huichahue - N. Pichirropulli 220 kV C2	Cerros de Huichahue	N. Pichirropulli	354	Conductor
Valdivia – Laurel 220 kV C1	Valdivia	Laurel	183	TTCC
Valdivia – Laurel 220 kV C2	Valdivia	Laurel	145	Conductor

Tramo	SS/EE		Limitación del Tramo [MVA] (1)(2)		Causa
	Origen	Destino			
Laurel – N. Pichirropulli 220 kV C1	Laurel	Pichirropulli	201		Conductor
Laurel – N. Pichirropulli 220 kV C2	Laurel	Pichirropulli	145		Conductor
N. Pichirropulli – Rahue 220 kV C1	N. Pichirropulli	Rahue	193		Conductor
N..Pichirropulli - Rahue 220 kV C2	N. Pichirropulli	Rahue	145		Conductor
Rahue - Frutillar Norte 220 kV C1	Rahue	Frutillar Norte	A	Precont: 36 Postcont: 74	Estabilidad de Tensión
			B	Precont: 64 Postcont: 103	
Rahue - Frutillar Norte 220 kV C2	Rahue	Frutillar Norte	A	Precont: 36 Postcont: 74	Estabilidad de Tensión
			B	Precont: 64 Postcont: 103	
Frutillar Norte - Puerto Montt 220 kV C1	Frutillar Norte	Pto. Montt	A	Precont: 35 Postcont: 72	Estabilidad de Tensión
			B	Precont: 62 Postcont: 99	
Frutillar Norte - Puerto Montt 220 kV C2	Frutillar Norte	Pto. Montt	A	Precont: 36 Postcont: 75	Estabilidad de Tensión
			B	Precont: 65 Postcont: 105	

- (1) Todos los valores corresponden a límites postcontingencia de régimen permanente, es decir, para determinar la limitación precontingencia se deben considerar el efecto del aumento de pérdidas, las redistribuciones de flujos postcontingencia y, particularmente la ubicación de la reserva en giro en los casos de contingencias de generación. Para los TTCC se considera una capacidad permanente de 120% respecto de la nominal.
Cabe señalar que la aplicación de restricciones térmicas en los distintos tramos de transmisión debe considerar las capacidades que correspondan al momento de su aplicación, de acuerdo con la temperatura ambiente y el efecto sol.
- (2) Bajo ciertas condiciones operacionales es posible operar con transferencias superiores al límite permanente, pero por tiempos reducidos, es decir, sobrecarga admisible de corta duración.

Nota: La actualización de la información técnica del Coordinador Eléctrico Nacional deben realizarla los propietarios de las instalaciones del sistema en la página web del Coordinador.

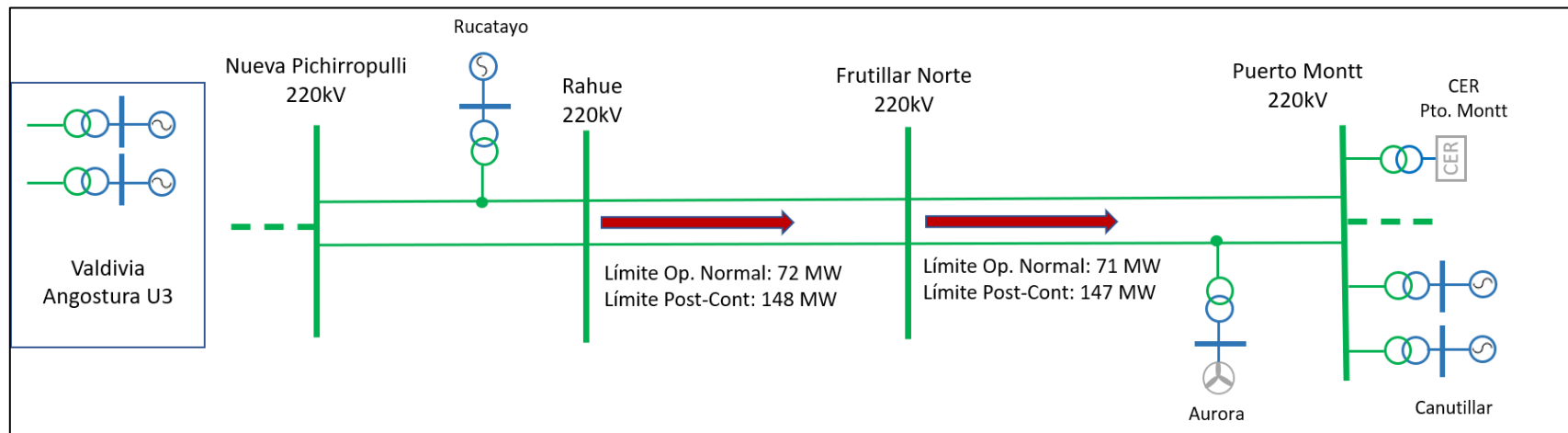


Figura 1.3 : Caso A (sin CER y 2 unidades de Canutillar): Resumen de las restricciones para la zona Sur.

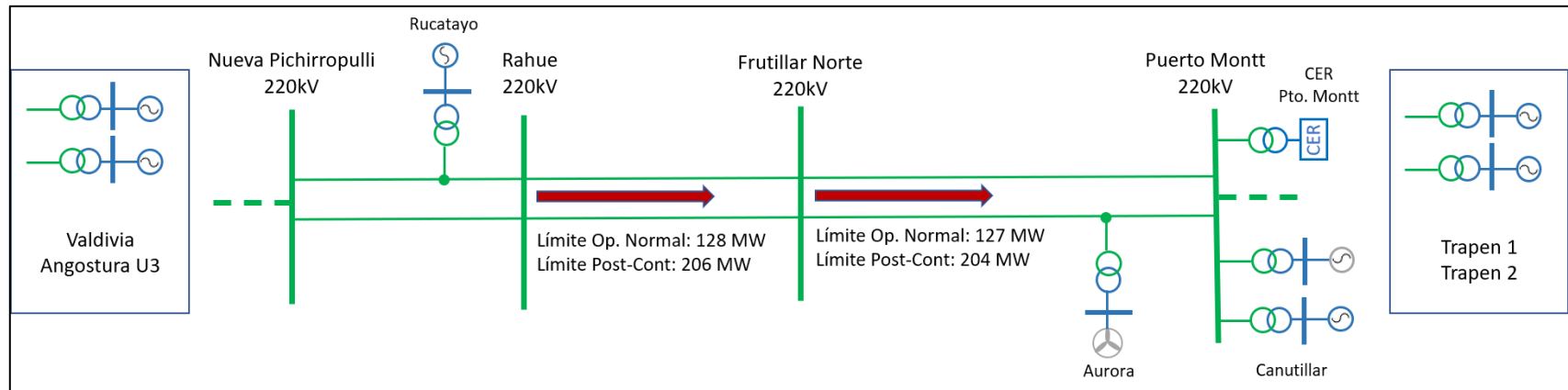


Figura 1.4 : Caso B (con CER y una unidad de Canutillar): Resumen de las restricciones para la zona Sur.

2 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

En el Artículo 6-28 de la NT se señala que el Coordinador podrá adoptar restricciones en el Sistema de Transmisión como medida de control preventivo para garantizar la SyCS ante diferentes estados del SI, para un conjunto de contingencias simples de severidad creciente que resulten ser las más críticas, a partir del Estudio de Restricciones en el Sistema de Transmisión (ERST). Este deberá actualizarse a lo menos con una periodicidad anual.

Las restricciones que se definen en el estudio corresponden a la máxima potencia que se puede transmitir por las líneas de transmisión, permitiendo garantizar ante la ocurrencia de las contingencias que resulten más críticas para el SI indicadas en el Art. 5-32 de la NT, y en los escenarios analizados, se verifique que a lo menos:

- Los generadores no pierden sincronismo,
- No hay riesgo de colapso de tensión, o problemas de regulación de tensión
- No hay riesgo de inestabilidad de frecuencia, y
- Se cumple con los estándares para el comportamiento dinámico de tensión, frecuencia y de amortiguamiento de las oscilaciones electromecánicas.

En el Art. 5-26 de la NT se indica que se deberán operar los Elementos Serie (del sistema de transmisión) manteniendo la corriente transportada en un valor igual o inferior al 100% de la Capacidad de Transmisión de Régimen Permanente, tanto en Estado Normal como en Estado de Alerta. No obstante, es posible que los elementos serie del sistema de transmisión se operen con una sobrecarga, por un tiempo máximo de 15 minutos, para aquellos casos de postcontingencia simple (Art. 5-30 de la NT).

Por último, las restricciones definidas en el estudio serán de carácter referencial, debido a que los supuestos de despacho y topología del sistema pueden variar respecto de los escenarios que se presenten en la operación real. Para determinar las transferencias en la operación real del sistema se deberán realizar estudios específicos para cada caso, que consideren las condiciones particulares que se prevean de acuerdo con la planificación de la operación de corto plazo.

3 ANTECEDENTES

3.1 Conceptos Teóricos Considerados

A continuación, se detallarán aquellos conceptos utilizados en el presente informe.

3.1.1 Límite Térmico

Máxima corriente que puede circular por un Elemento Serie, determinada por la carga admisible, en función de la máxima temperatura de diseño operativo, definido para régimen permanente y en determinadas condiciones del ambiente y de tensión.

3.1.2 Límite por Contingencias

Máxima corriente que puede circular por un Elemento Serie en Estado Normal de operación del SI, de modo que, en el evento de ocurrir una Contingencia Simple, se satisfaga el criterio N-1.

3.1.3 Límite por Regulación y Estabilidad de Tensión

Máxima corriente que puede circular por un Elemento Serie en Estado Normal tal que ante la ocurrencia de una Contingencia Simple ella no provoque descensos de la tensión fuera de los rangos permitidos y mantenga un margen adecuado de seguridad respecto del punto de colapso de tensión, ya sea en las barras extremas del propio elemento o en otras barras del SI, haciendo uso de los recursos disponibles de control de tensión y conservando las reservas necesarias de potencia reactiva.

3.1.4 Límite por Estabilidad Transitoria

Máxima corriente que puede circular por un Elemento Serie en Estado Normal tal que ante la ocurrencia de una Contingencia Simple la excursión del ángulo del rotor en la primera oscilación de la máquina más exigida no supere los 120° eléctricos medidos respecto del eje inercial del SI.

3.2 Restricciones en el Sistema de Transmisión

Para la determinación de las restricciones en el sistema de transmisión existen diversos factores que influyen al momento de simular la operación del sistema y que se deben considerar, entre los cuales destacan:

- Característica de demanda de los consumidores.
- Despachos de generadores.
- Topología del sistema.
- Contingencias en el sistema.

Es importante recordar que cualquier cambio considerable sobre los supuestos establecidos para cada uno de los factores antes señalados significa un cambio sobre los resultados finales del estudio, por lo que dichos resultados son de carácter referencial y cualquier limitación aquí establecida deberá verificarse para condiciones particulares de operación que se presenten en la operación real.

Según señala la bibliografía, los tipos de limitaciones que pueden afectar una línea de transmisión están relacionadas con la longitud de la línea:

- Límites Térmicos: 0 a 80 km.
- Regulación de tensión: 80 a 320 km.
- Límites de estabilidad: sobre 320 km.

Sin embargo, para sistemas extensos y complejos, se requiere una evaluación adicional que permita incluir los diversos factores que influyen en los límites de estabilidad. En particular para líneas de menor longitud pero que componen un sistema de transmisión longitudinal extendido con bajos niveles de enmallamiento.

4 BASES DEL ESTUDIO

4.1 Metodología utilizada en el desarrollo del estudio

Para determinar las restricciones en aquellas líneas o transformadores del sistema de transmisión que se determinen como críticas, se determinarán en forma independiente los límites térmicos y por estabilidad de tensión (cuando corresponda). Posteriormente se verificará el comportamiento dinámico, para la limitación más restrictiva. En caso de no cumplir los estándares dinámicos se restringirán las transferencias hasta cumplir con dichas exigencias. En este último caso, la restricción quedará definida por un límite por estabilidad dinámica. A continuación, en la Figura 4.1, se presenta un diagrama de flujo para explicar la metodología del Estudio.

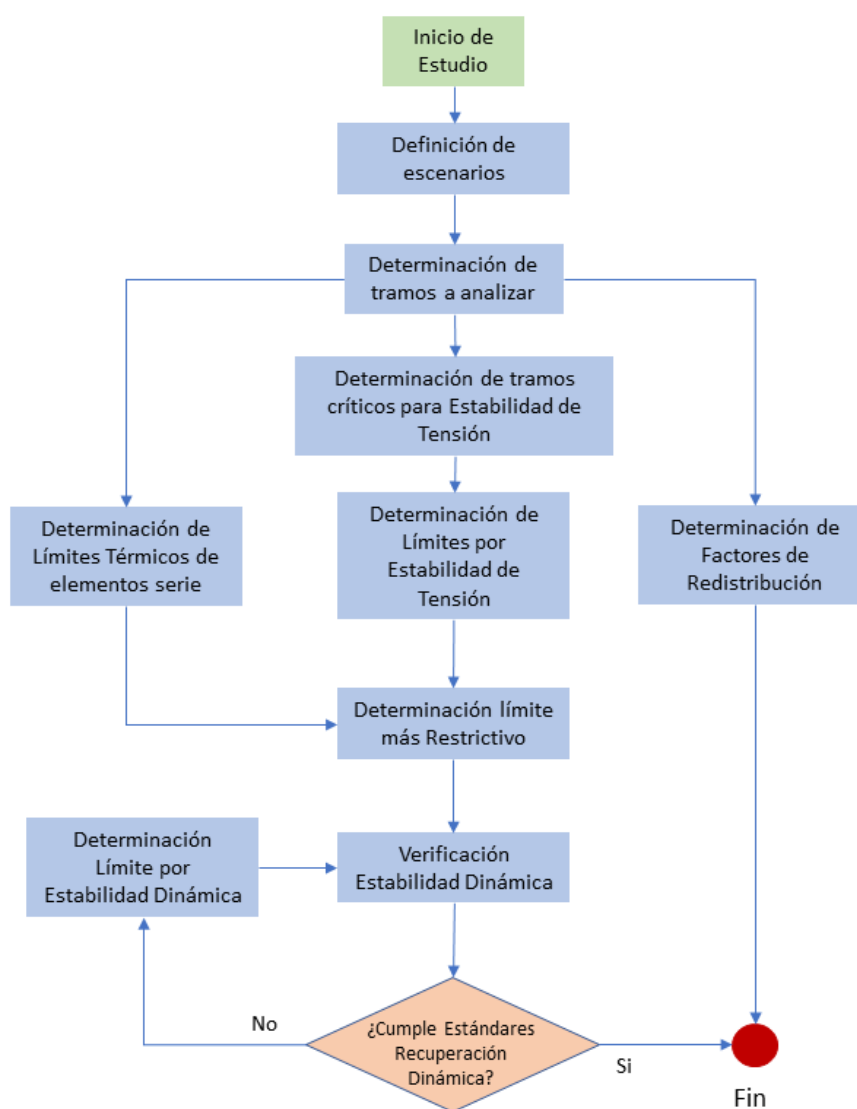


Figura 4.1. Metodología utilizada en el desarrollo del Estudio de Restricciones del Sistema de Transmisión

4.1.1 Determinación de Limitaciones Térmicas

Las limitaciones térmicas se determinarán sobre la base de la información entregada por los propietarios de instalaciones del sistema de transmisión nacional o instalaciones que se consideren críticas para el abastecimiento de una zona específica. Estas instalaciones incluyen la capacidad térmica de las líneas y sus TTCC asociados como también la capacidad de los transformadores de poder o compensaciones serie que impongan restricciones de transmisión.

Para el caso de los transformadores de corriente se considera una capacidad permanente de 120% del valor nominal de acuerdo con lo descrito en la norma IEC 61869-2.

4.1.2 Determinación de Límite por Regulación y Estabilidad de Tensión

Se determinará el límite por estabilidad de tensión para aquellas líneas más exigidas que abastezcan hacia una zona específica, en presencia de contingencias simples. Para ello se estimará el valor límite de la transferencia por la línea más exigida post contingencia disminuyendo la generación interna de la zona (aguas abajo) hasta que las simulaciones estáticas (estudios de flujos de potencia) indiquen que las tensiones en las barras aledañas disminuyen del valor mínimo aceptable de tensión en Estado de Alerta, de acuerdo con lo establecido en el Art. 5-23 de la NT, o bien que exista un salto de gran magnitud en las sensibilidades dV/dP o dV/dQ de dichas barras, lo que indicaría problemas de control de tensión para tales niveles de transferencias.

En caso de no disponer de recursos de potencia activa despachadas aguas abajo del tramo analizado, se forzará el despacho de generación que permita generar las curvas de tensión versus transferencia. Esta generación sólo aportará potencia activa, de manera de que no afecte significativamente el punto crítico de estabilidad.

4.1.3 Determinación de Límites por Estabilidad Dinámica

Para aquella limitación más restrictiva de las determinadas anteriormente se verificará que el comportamiento dinámico del sistema, en ese escenario particular, cumple con los estándares de recuperación dinámica establecidos en la NT. En caso contrario las restricciones de transmisión quedarán supeditadas al cumplimiento de dichos estándares.

4.1.4 Determinación de Factores de Redistribución

Para efectos de la operación de las distintas zonas del sistema, se deberán considerar los factores de redistribución de flujos debido a la redundancia de vínculos, relacionados a las diversas contingencias o condiciones operacionales que se presentan. Dichos factores de redistribución corresponden a qué porcentaje del flujo (en MW) de precontingencia por el elemento fallado se redistribuye por los otros vínculos redundantes que permanecen en servicio.

4.2 Antecedentes y Consideraciones para la realización de Estudio

4.2.1 Zonas de Estudio

El estudio contemplará un análisis zonal del SEN, de manera de abordar las características propias de las distintas zonas. Para estos efectos el análisis de la operación del SEN considera las siguientes zonas:

- Zona Norte Grande: Desde Los Changos 500 kV hacia el norte.
- Zona Norte Chico: de S/E Polpaico 500 kV y S/E Nogales 220 kV hasta Changos 500 kV.
- Zona Centro:
 - ✓ Zona Quinta Región: entre SS/EE Quillota 110 kV, Las Vegas, Alto Melipilla y Agua Santa 220 kV.
 - ✓ Zona Centro 220 kV: entre S/E Nogales y S/E Ancoa 220kV.
 - ✓ Zona 154 kV: entre S/E Alto Jahuel y S/E Itahue 154 kV.
 - ✓ Sistema de 500 kV: S/E Polpaico hasta S/E Charrúa 500 kV
- Zona Concepción: de S/E Charrúa 220 kV y 154 kV hacia la zona de Concepción.
- Zona Sur: de S/E Charrúa 220 kV al sur.

4.2.2 Información Técnica del SEN y Herramienta de Simulación Utilizada

Para la simulación del sistema se utilizará la base de datos oficial del SEN en formato DlgSILENT correspondiente a los escenarios base confeccionados por la GO del Coordinador, agregando aquellas obras que se prevé estarán en servicio antes de diciembre de 2021.

En cuanto a la información técnica utilizada, se considerará aquella suministrada por los coordinados de manera oficial en el sistema de Infotécnica a julio del 2020 (fecha de inicio de elaboración de Estudio).

4.2.3 Horizonte del Estudio

El estudio considera un horizonte desde diciembre de 2020 hasta diciembre de 2021, período en el cual se estimará el escenario base para demanda máxima y se incorporarán las correspondientes ampliaciones del sistema.

4.2.4 Ampliaciones del SEN

Se consideran aquellas obras de transmisión que se detallan en la Resolución Exenta de la CNE que declara y actualiza instalaciones de generación y transmisión en construcción, de febrero 2020 (inicio de elaboración de Base de datos para Estudio), las que se actualizaron en función de cambios relevantes de información durante el desarrollo del Estudio. Además de lo anterior, se considera el Catastro de Nuevos Proyectos elaborado por el Coordinador en base a lo informado por los respectivos propietarios de las instalaciones para el horizonte del estudio.

Se considerarán las siguientes obras relevantes de generación y transmisión que se prevé estarán en servicio dentro del horizonte de evaluación del Estudio.

Tabla 4.1. Proyectos de Generación considerados para el Estudio.

Proyecto	Propietario	Fecha Estimada de Interconexión	Tipo de Tecnología	Potencia Neta [MW]	Ubicación	Punto de Conexión
Andes Solar IIA	ANDES SOLAR SpA	oct-20	Solar Fotovoltaico	80	Región de Antofagasta	S/E Andes 220 kV
Usya	USYA SpA	ago-20	Solar Fotovoltaico	52.4	Región de Antofagasta	S/E Calama 110 kV
Parque Solar Fotovoltaico Nuevo Quillagua	Parque Eólico Quillagua SpA	sept-20	Solar Fotovoltaico	100	Región de Tarapacá	Tap Off Quillagua 220 kV
Cabo Leones II	Ibereólica Cabo Leones II S.A.	sept-20	Eólico	204	Región de Atacama	S/E Maitencillo 220 kV
Parque Solar Capricornio	Engie Energía Chile S.A.	feb-21	Solar Fotovoltaico	87.9	Región de Antofagasta	S/E Capricornio 110 kV
Atacama Solar II	Atacama Solar S.A.	nov-20	Solar Fotovoltaico	150	Región de Tarapacá	S/E Lagunas 220 kV
Parque Fotovoltaico San Pedro	GPG Solar Chile 2017 SpA	sept-20	Solar Fotovoltaico	106	Región de Antofagasta	S/E Seccionadora Lasana, Línea 1x220 kV Calama - Solar Jama
Parque Eólico Calama	Engie Energía Chile S.A.	ago-21	Eólico	150	Región de Antofagasta	Tap Off en Línea Calama – Solar Jama 1x220 kV
Parque Eólico Malleco – Fase I	Wpd Malleco SpA	feb-21	Eólico	135.1	Región de la Araucanía	S/E Río Malleco 220 kV
Parque Eólico Alena	AR Alena SpA	oct-20	Eólico	84	Región del Biobío	Tap Off Coyanco en Línea 1x154 kV Los Ángeles - Santa Fe
Santa Isabel Etapa I	TSGF SpA	oct-20	Solar Fotovoltaico	158.7	Región de Antofagasta	S/E Seccionadora Línea Encuentro – Lagunas 220 kV
Cerro Pabellón Unidad 3	Geotérmica del Norte S.A.	dic-20	Geotérmica	33	Región de Antofagasta	S/E Cerro Pabellón 220 kV
Parque Fotovoltaico La Huella	Austrian Solar Chile Seis SpA	oct-20	Solar Fotovoltaico	84	Región de Coquimbo	S/E Don Héctor 220 kV
Parque Eólico Tchamma	AR Tchamma SpA	dic-20	Eólico	155.4	Región de Antofagasta	S/E Seccionadora Pallata 220 kV, Línea Encuentro – SGO 1x220 kV
Bocamina U1 (Desconexión de Central)	Enel Generación	dic-20	Térmica	130	Región del Biobío	S/E Bocamina 154 kV
Río Escondido	AR Escondido SpA	feb-21	Solar Fotovoltaico	145	Región de Atacama	S/E Cardones 220 kV
Parque FV Azabache	Parque Eólico Valle de los Vientos SpA	nov-20	Solar Fotovoltaico	59.8	Región de Antofagasta	S/E Calama 110 kV
Parque Eólico Mesamávida	Energía Eólica Mesamávida SpA	nov-20	Eólico	60	Región del Biobío	S/E Santa Luisa 154 kV
Parque Eólico Cerro Tigre	AR Cerro Tigre SpA	nov-20	Eólico	184.8	Región de Antofagasta	S/E Farellón 220 kV
Campos del Sol	Enel Green Power del Sur SpA	nov-20	Solar Fotovoltaico	381	Región de Atacama	S/E Carrera Pinto 220 kV
Trupán	Asociación de Canalistas del Canal Zañartu	dic-20	Hidro-Pasada	20	Región del Biobío	Torre 121 Línea Abanico – Charrúa 154 kV
Las Lajas	Alto Maipo SpA	jul-21	Hidro-Pasada	267	Región Metropolitana de Santiago	S/E Florida 110 kV
Alfalfal II	Alto Maipo SpA	sept-21	Hidro-Pasada	264	Región Metropolitana de Santiago	S/E Los Almendros 220 kV
MAPA	Celulosa Arauco y Constitución S.A.	oct-21	Biomasa	166	Región del Biobío	S/E Planta Arauco 220 kV
Parque Eólico La Estrella	Eólica La Estrella SpA	feb-21	Eólico	50	Región del Libertador Gral Bdo O'Higgins	Línea Quelentaro - Portezuelo 110 kV

Proyecto	Propietario	Fecha Estimada de Interconexión	Tipo de Tecnología	Potencia Neta [MW]	Ubicación	Punto de Conexión
Planta FV Sol del Desierto Fase I	Parque Solar Fotovoltaico Sol del Desierto SpA	abr-21	Solar Fotovoltaico	175	Región de Antofagasta	S/E María Elena 220 kV
Cabo Leones III Fase 1	Iberególica Cabo Leones III S.A.	ene-21	Eólico	78.1	Región de Atacama	S/E Maitencillo 220 kV
Parque Eólico Negrete – Etapa I	Wpd Negrete SpA	ene-21	Eólico	36	Región de Biobío	S/E Negrete 66 kV
Parque Eólico Malleco – Fase II	Wpd Malleco SpA	feb-21	Eólico	137.9	Región de la Araucanía	S/E Río Malleco 220 kV
Los Olmos	Energía Eólica Los Olmos SpA	ago-21	Eólico	100	Región del Biobío	Nueva S/E Seccionadora Los Olmos 220 kV en Línea 1x220 kV Tolpán - Mulchén
Parque FV Malgarida I	Acciona Energía Chile SpA	mar-21	Solar Fotovoltaico	28	Región de Atacama	S/E Cumbre 220 kV
Parque FV Malgarida II	Acciona Energía Chile SpA	mar-21	Solar Fotovoltaico	162.7	Región de Atacama	S/E Cumbre 220 kV
Cardones	Renovalia	oct-21	Solar Fotovoltaico	35	Región de Atacama	Línea 110 kV Maitencillo – Cardones

Tabla 4.2. Proyectos de Transmisión considerados para el Estudio.

Proyecto	Fecha
Nuevo Banco de Autotransformadores 1x750 MVA 500/220 kV en SE Nueva Pan de Azúcar, Nueva Maitencillo y Nueva Cardones	feb-20
Seccionamiento en Línea 2X154 kV Alto Jahuel – Tinguiririca en S/E Punta de Cortés	jul-20
S/E Seccionadora Nueva Lampa 220 kV	ago-20
Nueva S/E Seccionadora Cerros de Huichahue 220 kV	ago-20
Nueva S/E Seccionadora Algarrobal 220 kV	nov-20
S/E Seccionadora El Rosal 220 kV	nov-20
S/E Seccionadora Río Tolén 220 kV	nov-20
Nueva S/E Seccionadora Frutillar Norte 220 kV	may-21
S/E Nueva Ancud 220 kV	may-21
Reemplazo de Transformador 220/110 kV de 75 MVA por 150 MVA en S/E Pan de Azúcar	jun-20
Nueva Línea 1X220 kV A. Melipilla – Rapel	nov-20
Nueva Línea 2X220 kV Lo Aguirre – A. Melipilla, con un circuito tendido	nov-20
Extensión de líneas 2x220 kV Crucero-Lagunas para reubicación de conexiones desde SE Crucero a SE Kimal	feb-20
Proyecto de compensación reactiva en línea 2x500 kV Nueva Pan de Azúcar - Polpaico	mar-20
S/E Seccionadora Nueva Chuquicamata 220 kV	nov-20
S/E Seccionadora Puerto Patache 220kV	feb-21
S/E Seccionadora Geoglifos 220kV	feb-21
Línea de Transmisión 220 kV Lagunas - Puquios, S/E Challacollo, S/E Paguana, S/E Tiquima 220kV	nov-20
S/E Patillos 220 kV	feb-21
S/E Pallata 220 kV	oct-20
S/E Seccionadora Lasana	sept-20

4.2.5 Demanda y Despachos de Generación

Las demandas máximas del SEN (generación bruta) para el 2021 se estimarán al inicio del desarrollo del Estudio. En la determinación del despacho del escenario base se utilizó la programación de 12 meses, correspondiente a un escenario de hidrología media. Sin embargo, con el objeto de lograr altas transferencias que permitan determinar las restricciones de transmisión particulares de cada zona, se modificaron los despachos del escenario base cuando corresponda.

4.2.6 Contingencias

Las contingencias que deben ser estudiadas son las señaladas en el Art. 5-32 de la NT, y que correspondan a las más críticas para el sistema. Se estudian aquellas contingencias más severas en el Sistema Nacional, líneas de transmisión zonal que abastezcan a grandes áreas de consumo y en aquellas líneas de inyección más relevantes. Lo anterior se justifica en base a que este tipo de contingencias tienen un mayor impacto sobre el abastecimiento global de la demanda.

4.3 Criterios Adoptados para la Realización de las Simulaciones

4.3.1 Modelación de la Carga

Para los estudios dinámicos se considerará un modelo en función de la frecuencia y tensión. Para estudios estáticos el modelo de carga es de potencia constante, es decir, no existe dependencia con la tensión ni con la frecuencia.

4.3.2 Regulación de Frecuencia

Para efectos de los estudios dinámicos se deberá definir para cada caso bajo análisis un monto lo más ajustado a reserva mínima para el control primario con la mayor participación posible de unidades que participen del CPF aguas arriba del tramo en estudio, con el objetivo de buscar la peor condición postcontingencia para la línea monitoreada.

4.3.3 Aplicación de las fallas

Para los análisis que se realizan a partir de simulaciones estáticas las contingencias se considerarán como la desconexión del elemento fallado.

Para simulaciones dinámicas la aplicación de las fallas en líneas de transmisión se ubicará a un 5% de la longitud de las líneas, con el tiempo máximo de despeje de fallas que cumpla con lo establecido en la NT, mientras que para fallas en generadores y transformadores se considerará una desconexión intempestiva.

4.3.4 Utilización de EDAC y EDAG en el estudio

Se utilizarán los EDAC y EDAG existentes a la fecha de realización del estudio.

4.3.5 Estándares de Recuperación Dinámica

Se verificará el comportamiento dinámico para Estado Normal y Estado de Alerta establecido en el Título 5-6 de la NT. Los principales estándares por verificar son: margen de estabilidad sincrónica, factor de amortiguamiento, comportamiento transitorio de la tensión y frecuencia mínima y de establecimiento.

a) Margen de Estabilidad Sincrónica

Para las contingencias y severidades especificadas en el Artículo 5-32, la GO determinará el Límite por Estabilidad Transitoria para los Elementos Serie del ST considerados críticos, para las configuraciones de demanda y generación más desfavorables, para lo cual se considerará como margen de seguridad adecuado verificar que la excursión del ángulo del rotor en la primera oscilación de la máquina más exigida no supere los 120° eléctricos medidos respecto del eje inercial del sistema, y siempre que se verifique el cumplimiento de los estándares de recuperación dinámica definidos desde el Artículo 5-34 al 5-39.

b) Margen de Estabilidad Oscilatoria (Factor de Amortiguamiento Art. 5-38 y 5-39)

De la definición del factor de amortiguamiento se tiene que:

$$\zeta = - \frac{\log_e R_A}{2\pi \sqrt{1 + \frac{(\log_e R_A)^2}{4\pi^2}}} \cdot 100$$

Donde R_A es el cociente entre A_2 y A_1 , que corresponden a las máximas amplitudes de dos semiciclos consecutivos de oscilaciones de la transferencias de potencia activa (dicha amplitud se mide con respecto al valor de estabilización de régimen permanente).

Este margen se aplica para contingencias simples y considera que el factor de amortiguamiento de las oscilaciones electromecánicas de potencia activa por la línea de transmisión que transporta mayor potencia y cuya localización sea la más cercana al lugar de ocurrencia de la contingencia deberá ser como mínimo un 5%.

c) Máximas variaciones de tensión transitorias (Art. 5-34)

Encontrándose en Estado Normal al ocurrir una Contingencia hasta severidad 7, la tensión no deberá descender transitoriamente por debajo de 0,70 por unidad luego de 50 [ms] de despejada la contingencia, en ninguna barra del ST.

La tensión tampoco podrá permanecer por debajo de 0,80 por unidad, por un tiempo superior a 1 segundo. La magnitud de la tensión en todas las barras del SI deberá converger a su valor final, ingresando dentro de una banda de tolerancia de $\pm 10\%$ en torno al mismo, en un tiempo no superior a 20 segundos, medido desde el instante de ocurrencia de la contingencia.

d) Exigencias de frecuencia (Art. 5-35)

En el caso de una Contingencia Simple, la frecuencia mínima admitida en instalaciones del ST de tensión igual o superior a 200 [kV] será igual a 48,30 [Hz], aceptándose un descenso transitorio de la frecuencia por debajo de 48,30 [Hz] durante un tiempo inferior a los 200 [ms] en ST de tensión inferior a 200 [kV].

4.3.6 Control de tensión

De acuerdo con el artículo 5-20 de la NT, para controlar la tensión en Estado Normal y Estado de Alerta se podrán considerar las siguientes acciones operacionales:

- a) Conexión o desconexión de bancos de condensadores shunt.
- b) Conexión o desconexión de condensadores síncronos.
- c) Conexión o desconexión de reactores shunt.
- d) Operación de compensadores estáticos de potencia reactiva.
- e) Operación de cambiadores de taps bajo carga de transformadores
- f) Operación de centrales generadoras con capacidad de inyectar o absorber potencia reactiva.
- g) Modificación de consigna de equipos de compensación reactiva activos (STATCOM).
- h) Modificación de la potencia de referencia de los convertidores HVDC

El control de tensión mediante desconexión de consumos por baja tensión o desconexión de líneas de transmisión por sobretensión quedará restringido sólo al Estado de Emergencia (Art. 5-48).

4.3.7 Rangos de Tensión Permanentes

Los rangos de tensión permanente para operación normal están definidos con respecto a las tensiones de servicio, determinadas por la GO, y corresponden a los señalados en el artículo 5-19 de la NT, y se resumen en la siguiente tabla. Para Estado de Alerta, los rangos de tensión están definidos en el artículo 5-23.

Tabla 4.3 Tensiones de Servicio consideradas en Estudio.

Barra 500kV	Vservicio [kV]	Barra 220kV	Vservicio [kV]	Barra 220kV	Vservicio [kV]
Kimal	505	Norte Grande	220	Lo Aguirre	222
Los Changos	500	Diego de Almagro	224	Chena	224
Cumbre	505	Illapa	224	Alto Jahuel	224
Nueva Cardones	500	Cumbre	224	Maipo	224
Nueva Maitencillo	505	Francisco	226	Candelaria	226
Nueva Pan de Azúcar	510	Carrera Pinto	224	Puente Negro	224
Polpaico	505	San Andrés	224	Colbún	224
Lo Aguirre	500	Cardones	224	Ancoa	226
Alto Jahuel	500	Nueva Cardones	224	Itahue	224
Ancoa	510	Maitencillo	226	Entre Ríos	226
Entre Ríos	510	Nueva Maitencillo	226	Charrúa	226
Charrúa	510	Don Héctor	228	Concepción	226
		Punta Colorada	228	Hualpén	224
		Pan de Azúcar	228	Lagunillas	224
		Nueva Pan de Azúcar	228	Mulchén	230
		Don Goyo	230	Duqueco	226
		La Cebada	230	Los Peumos	228
		Punta Sierra	230	Temuco	228
		Las Palmas	228	Cautín	230
		Los Vilos	226	Ciruelos	232
		Nogales	226	Valdivia	228
		Ventanas	228	Laurel	228
		Quillota	226	Pichiripulli	230
		San Luis	228	Rahue	230
		Agua Santa	226	Puerto Montt	228
		Polpaico	224	Melipulli	228
		Cerro Navia	224	Chiloé	230

4.3.8 Capacidades del sistema de transmisión

Se utilizarán las capacidades máximas de los elementos del sistema de transmisión informadas por los propietarios a la fecha de inicio del estudio.

En Estado Normal o Estado de Alerta el CDC y los CC operarán los elementos serie manteniendo la corriente transportada en un valor equivalente inferior o igual al 100% de la Capacidad de Transmisión en Régimen Permanente (Art. 5-26).

5 DESARROLLO DEL ESTUDIO

5.1 Contingencias Consideradas en el Análisis

Las contingencias estudiadas para la determinación de las limitaciones se detallan en la Tabla 5.1.

Tabla 5.1 Resumen de Contingencias.

Zona	Contingencia/Límites por Estabilidad de Tensión	Límites por Estabilidad Oscilatorio y Sincrónica		
		Falla	Limitación	Severidad
Norte Grande	Caso A: Desconexión U16 con 1780 MW por línea 2x500 kV Los Changos – Cumbre	Salida Intempestiva U16	Ajustada a límite de estabilidad transitoria	Sev. 5
Norte Chico	Caso A: Desconexión 1 circuito de línea Los Changos – Cumbre y Desconexión 1 circuito de línea Nueva Pan de Azúcar – Polpaico sentido Norte->Sur	1 circuito de línea Los Changos – Cumbre 500 kV 1 circuito de línea Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV	Ajustada a límite de estabilidad	Sev. 4
	Caso B: Desconexión 1 circuito de línea Los Changos – Cumbre y Desconexión 1 circuito de línea Nueva Pan de Azúcar – Polpaico sentido Sur->Norte	1 circuito de línea Los Changos – Cumbre 500 kV 1 circuito de línea Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV	Ajustada a límite de estabilidad	Sev. 4
V Región	Caso Base: Nueva Ventanas y Campiche.	Transformador Agua Santa 220/110 kV	Ajustada a límite térmico	Sev. 8
Centro 220 kV	Caso Base: 1 CC en San Luis Nueva Renca F/S	Polpaico - Lampa L1 220 kV	Ajustada a límite térmico	Sev. 4
Centro 500 kV	Caso Base Sin CC en San Luis Sin Central Rapel Campiche E/S	Salida Intempestiva U16 Central Tocopilla	Ajustada a límite de estabilidad	Sev. 5
Concepción	Caso Base Petropower, MAPA TG7 E/S	Charrúa – Lagunillas 220 kV	Ajustada a límite térmico	Sev. 4
Sur	Caso A: 2 U Canutillar Rucatayo E/S CER Pto. Montt F/S	Salida Intempestiva Central Canutillar	Ajustada a límite térmico	Sev. 5
	Caso B: 1 U Canutillar Rucatayo E/S CER Pto. Montt E/S	Salida Intempestiva Central Canutillar	Ajustada a límite de estabilidad	Sev. 5

5.2 Zona Norte Grande

Esta zona está ubicada en el extremo norte del SEN y va desde la S/E Parinacota hasta la S/E Los Changos. Este sistema tiene una longitud aproximada de 700 km y se conecta al resto del sistema a través de la línea 2x500 kV Los Changos – Cumbres, de 400 km de longitud. Debido a que su demanda máxima bordea los 2500 MW y dada su ubicación extrema dentro del SEN, sistema cuya longitud es cercana a los 3200 km, podrían existir problemas de estabilidad angular o de recuperación dinámica de la tensión cuando se produce un gran desbalance de potencia.

5.2.1 Análisis de Contingencias

Debido a lo anterior, el análisis se enfoca en el número mínimo de unidades sincrónicas que tienen que estar en giro para mantener la estabilidad angular o cumplir con los estándares de restablecimiento dinámico de la tensión cuando las transferencias de potencia activa que vienen desde el resto del sistema están en el límite de la estabilidad de tensión de régimen permanente. Se considera un escenario de demanda alta para la zona, ya que resulta ser la condición más exigente para este análisis.

Los valores de inercia de las unidades de esta zona, validados con ensayos en terreno casi en su totalidad, se encuentran en la Tabla 5.2.

Tabla 5.2 Inercia de las unidades sincrónicas de la zona norte grande.

Unidad	Parámetros de la unidad		Inercia
	Sn [MVA]	h [s]	[MVA*s]
ANG1	330	4.8	1584
ANG2	330	4.8	1584
CCH1	330	3.9	1297
CCH2	330	3.9	1297
CHAP1	6.2	3.76	23
CHAP2	6.2	3.76	23
CTA	210	5.5	1155
CTH	210	5.5	1155
CTM1	176.5	4.1	724
CTM2	197.3	4	789
GT Cerro Pabellón U1	32	1.376	44
GT Cerro Pabellón U2	32	1.376	44
GT Cerro Pabellón U3 ¹	32	1.376	44
NT01	156.5	4.5	704
NT02	156.5	4.5	704
U14	147.1	3.8	559
U15	147.1	3.8	559
U16 (TG+TV)	500	6.13	3065
Kelar TG1	225	6.59	1482
Kelar TG2	225	6.59	1482
Kelar TV	212.353	6.52	1384
Atacama TG1A	165	6.05	998
Atacama TG1B	165	6.05	998
Atacama TV1C	165	6	990
Atacama TG2A	165	6.05	998
Atacama TG2B	165	6.05	998
Atacama TV2C	165	6	990
CTM3-TG	185	4.8	888
CTM3-TV	111	7.58	841
IEM	442	5.46	2413
CSP Cerro Dominador ²	133	4	532
TOTAL			31834

¹ Valores referenciales, unidad aún no se encuentra en proceso de conexión

² Valores referenciales, unidad aún no se encuentra en proceso de conexión

Las capacidades térmicas de conductores y TT/CC, se encuentran en el Anexo 7.1.

Para esta zona se analizaron los límites térmicos, factores de redistribución de flujos, y posteriormente se verificó el comportamiento dinámico para las distintas contingencias.

5.2.2 Límite por Estabilidad Transitoria

En esta sección se analiza el número mínimo de unidades sincrónicas en giro, supeditada a la estabilidad angular y la recuperación dinámica de la tensión en la zona ante la contingencia simple más crítica, que corresponde a la desconexión intempestiva de la unidad de mayor despacho esperado al interior del norte grande (mayor lejanía del centro de inercia del sistema). Considerando lo anterior, se estudio la salida intempestiva de la unidad de la central Tocopilla U16 (350 MW) en demanda alta, mínima generación ERNC y con un flujo de potencia por la línea 2x500 kV Los Changos – Cumbre de 1780 MW. Este caso considera que se encuentran en servicio el SVC Domeyko y los equipos de compensación de potencia reactiva en la zona norte chico y el despacho de 3 unidades de la central Guacolda.

a) Caso A: Desconexión de la unidad U16 de la central Tocopilla – Verificación de la inercia mínima.

Debido a que la limitación de transferencia de potencia activa desde el resto del sistema hacia la zona norte grande por estabilidad de tensión puede ser de hasta 1780 MW (Ver punto 5.3.2b), se adecuó el escenario del caso para llegar a esa condición límite, al mismo tiempo que se reducía la inercia de la zona norte mediante el retiro de unidades. De este modo, se llegó a un monto de inercia pre-contingencia de 8196 MVAs, tal como se muestra en la Tabla 5.3.

Tabla 5.3 Despacho de potencia activa e inercia de las unidades sincrónicas del Norte Grande.

Unidad	Despacho de potencia	
	P [MW]	Inercia [MVAs]
ANG1	100	1584
ANG2	140	1584
CHAP1	5	23
NT01	65	704
NT02	65	704
U16	350	3065
CSP Cerro Dominador	40	532
TOTAL	765	8196

Finalmente, se simuló la desconexión intempestiva de la U16 con una generación 350 MW, por ser la contingencia más crítica al tratarse de una unidad de con el mayor despacho de potencia activa y estar más alejada del eje inercial del sistema. Los resultados se muestran en la Figura 5.1.

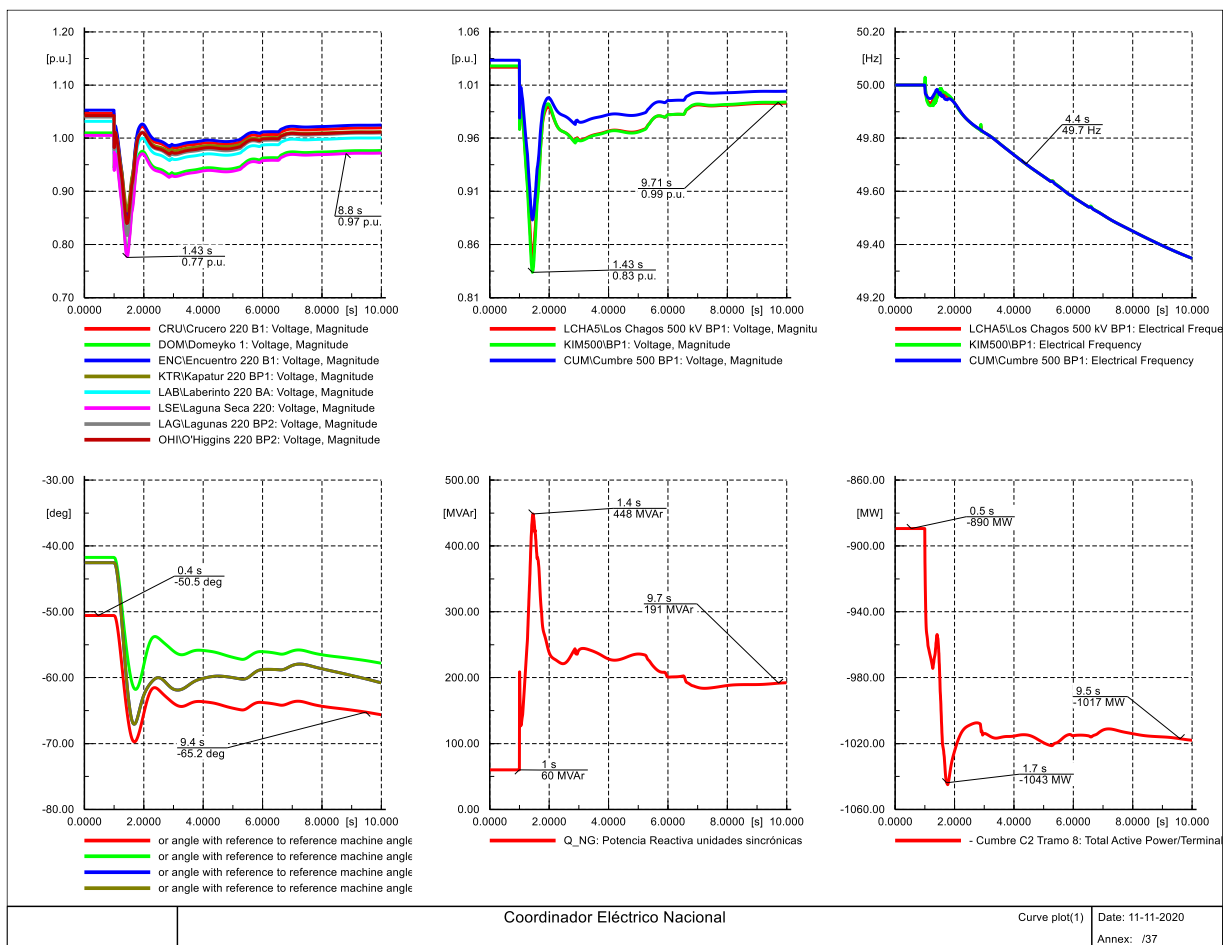


Figura 5.1 Caso A: Variables sistémicas relevantes.

A partir de la Figura 5.1 se puede apreciar que la tensión, en algunas barras representativas de la zona, desciende de manera transitoria a valores cercano a los 0.7 pu en la primera oscilación, la cual es producto de la baja inercia del sistema y al bajo número de reguladores de tensión. Además, se puede apreciar que, si bien el aporte de reactivos de las unidades sincrónicas en régimen permanente es de unos 130 MVar después de varios segundos de ocurrida la falla, el aporte de reactivos transitorio durante el primer segundo del hueco de tensión es cercano a los 390 MVar. Finalmente, debido a que la frecuencia baja de los 49,7 Hz (frecuencia de activación de los BESS) luego de 3 segundos, estos equipos empiezan a inyectar potencia activa una vez que ya desapareció el fenómeno inercial en análisis. Lo mismo ocurre con los reguladores de velocidad que empiezan a actuar poco antes de terminada la simulación de 10 segundos.

Finalmente, se concluye que una inercia mínima de 8196 [MVA*s] sería suficiente desde el punto de vista de la estabilidad dinámica para afrontar una desconexión intempestiva de la mayor unidad en cuanto a potencia activa despachada y a lejanía del centro de inercia del sistema, que en este caso corresponde a la unidad U16 de la central Tocopilla, cuando las transferencias desde el resto del SEN hacia el norte grande se encuentran al límite por estabilidad de tensión de régimen permanente.

5.2.3 Resumen Zona Norte Grande

Tabla 5.4: Resumen de Restricciones Zona Norte Grande

Tramo	SS/EE		Cap. Térmica [MVA] 25° c/sol	Capacidad TT/CC [MVA]		Punto de Medida	Limitación Tramo [MVA] (1)	Causa
	Origen	Destino		Origen	Destino			
Cóndores – Parinacota	Cóndores	Parinacota	197	366	366	Cóndores	197	Conductor
Tarapacá – Cóndores	Tarapacá	Cóndores	197	366	366	Tarapacá	197	Conductor
Tarapacá – Lagunas C1 y C2	Tarapacá	Lagunas	262	366	366	Ambos	262	Conductor
Lagunas – Nva. Pozo Almonte	Lagunas	Nva. Pozo Almonte	181	183	183	Ambos	181	Conductor
Nva. Pozo Almonte – Pozo Almonte	Nva. Pozo Almonte	Pozo Almonte	181	183	183	Ambos	181	Conductor
Lagunas – Collahuasi C1 y C2	Lagunas	Collahuasi	171	183	274	Ambos	171	Conductor
Encuentro – Collahuasi C1	Encuentro	Collahuasi	134 (2)	366	274	Ambos	134	Conductor
Encuentro – Collahuasi C2	Encuentro	Collahuasi	172 (2)	366	274	Ambos	172	Conductor
Encuentro – Lagunas C1 y C2	Encuentro	Lagunas	294 (2)	915	915	Ambos	294	Conductor
Kimal – María Elena C1 y C2	Kimal	María Elena	183 (2)	457	183	Ambos	183	Conductor
Frontera – María Elena C1 y C2	Frontera	María Elena	171 (2)	183	549	Ambos	171	Conductor
San Simón – Lagunas	San Simón	Lagunas	183 (2)	365	274	Ambos	183	Conductor
Frontera – San Simón	Frontera	San Simón	171 (2)	549	366	Ambos	171	Conductor
Lagunas – Frontera	Lagunas	Frontera	171 (2)	549	274	Ambos	171	Conductor
Kimal – Encuentro C1 y C2	Kimal	Encuentro	318 (2)	1372	1143	Ambos	318	Conductor
Kimal – Crucero C1 y C2	Kimal	Crucero	318 (2)	1372	1143	Ambos	318	Conductor
Kimal – Salar	Kimal	Salar	499 (2)	457	457	Ambos	457	TTCC
Kimal – Chuquicamata	Kimal	Chuquicamata	499 (2)	457	274	Chuquicamata	274	TTCC
Salar – Chuquicamata	Salar	Chuquicamata	397 (2)	457	274	Chuquicamata	274	TTCC
Salar – Calama	Salar	Calama	350 (2)	229	457	Salar	229	TTCC
Chacaya – Crucero	Chacaya	Crucero	235 (2)	366	366	Ambos	235	Conductor
Laberinto – Kimal C1 y C2	Laberinto	Kimal	314 (2)	549	457	Ambos	314	Conductor
Encuentro – Miraje C1 y C2	Encuentro	Miraje	246 (2)	915	549	Ambos	246	Conductor
Atacama – Miraje C1 y C2	Atacama	Miraje	246 (2)	732	549	Ambos	246	Conductor
Encuentro – El Tesoro	Encuentro	El Tesoro	278 (2)	183	183	Ambos	183	TTCC
Kimal – Changos C1 y C2	Kimal	Changos	2375 (2)	3118	3118	Ambos	2375	Conductor

- (1) Cabe señalar que la aplicación de restricciones térmicas en los distintos tramos de transmisión debe considerar las capacidades que correspondan al momento de su aplicación, de acuerdo con la temperatura ambiente y el efecto sol.
- (2) Los valores de capacidad térmica se consideraron a una temperatura ambiente de 35 °C, por ser más representativa de las condiciones ambientales de esa zona del Desierto de Atacama.

Tabla 5.5. Resumen de las restricciones de la Zona Norte Grande

Tramo	SS/EE		Cap. Térmica [MVA] 25° c/sol	Capacidad TT/CC [MVA]		Punto de Medida	Limitación Tramo [MVA] (1)	Causa
	Origen	Destino		Origen	Destino			
Atacama – Esmeralda	Atacama	Esmeralda	197	366	-	Ambos	197	Conductor
Atacama – O'Higgins C1 y C2	Atacama	O'Higgins	279	366	457	Ambos	279	Conductor
Changos – Kapatur C1 y C2	Changos	Kapatur	1744	1829	1829	Ambos	1744	Conductor
Chacaya – El Cobre C1 y C2	Chacaya	El Cobre	476	549	915	Ambos	476	Conductor
Chacaya – Mantos Blancos	Chacaya	Mantos Blancos	220	366	366	Ambos	220	Conductor
Laberinto – Mantos Blancos	Laberinto	Mantos Blancos	272	549	549	Ambos	272	Conductor
Chacaya – Mejillones	Chacaya	Mejillones	225	366	366	Ambos	225	Conductor
Mejillones – O'Higgins	Mejillones	O'Higgins	147	366	366	Ambos	147	Conductor
Laberinto – Andes	Laberinto	Andes	267	274	366	Ambos	267	Conductor
Laberinto – Nueva Zaldívar C1	Laberinto	Nueva Zaldívar	362	549	457	Ambos	362	Conductor
Laberinto – Nueva Zaldívar C2	Laberinto	Nueva Zaldívar	362	549	549	Ambos	362	Conductor
Andes – Nueva Zaldívar C1	Andes	Nueva Zaldívar	352	549	274	Nueva Zaldívar	274	TTCC
Andes – Nueva Zaldívar C2	Andes	Nueva Zaldívar	352	274	366	Andes	274	TTCC
O'Higgins – Domeyko	O'Higgins	Domeyko	310	366	366	Ambos	310	Conductor
El Tesoro – Esperanza	El Tesoro	Esperanza	278	183	366	El Tesoro	183	TTCC
El Cobre – Esperanza C1 y C2	El Cobre	Esperanza	167	274	274	Ambos	167	Conductor
Laberinto – El Cobre	Laberinto	El Cobre	272	549	549	El Cobre	272	Conductor
Kapatur – Laberinto C1 y C2	Kapatur	Laberinto	849	915	915	Ambos	849 (2)	Conductor
Kapatur – O'Higgins C1 y C2	Kapatur	O'Higgins	824	915	1372	Kapatur	824 (2)	Conductor

- (1) Cabe señalar que la aplicación de restricciones térmicas en los distintos tramos de transmisión debe considerar las capacidades que correspondan al momento de su aplicación, de acuerdo con la temperatura ambiente y el efecto sol.
- (2) En las condiciones de mayor exigencia previstas para el sistema en el horizonte de estudio y para las contingencias de severidad 1 a 5, no se alcanzaron transferencias cercanas a su capacidad térmica.

Nota: La actualización de la información técnica del Coordinador Eléctrico Nacional deben realizarla los propietarios de las instalaciones del sistema en la página web del Coordinador.

5.3 Zona Norte Chico

Esta zona está compuesta por los sistemas de transmisión de 500 y 220 kV desde la S/E Los Changos 500 kV por el norte hasta las SS/EE Polpaico 500 kV y Nogales 220 kV por el sur.

Esta zona se caracteriza por ser un nexo entre la zona Norte Grande y la zona Centro del sistema, las cuales presentan condiciones de generación y consumo que derivan en que la zona Norte Chico posea variaciones en la dirección del flujo de potencia activa con transferencias tanto de norte a sur como en el sentido inverso. En consecuencia, el análisis de esta zona se divide en la determinación de límites de transmisión en sentido Norte → Sur y en sentido Sur → Norte. Estos límites se calcularon para los principales tramos del sistema de transmisión de la zona, que corresponden a la línea Los Changos – Cumbre 2x500 kV y Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 2x500 kV, que son los que poseen una mayor longitud, superando los 400 km, y que en definitiva implican restricciones en la zona de estudio.

Para esta zona se analizaron los límites térmicos y de estabilidad de tensión, factores de redistribución de flujos, y posteriormente se verificó el comportamiento dinámico para las distintas contingencias. Las capacidades térmicas de conductores y TT/CC, se encuentran en los Anexos 7.2 y 7.3.

5.3.1 Límites por Estabilidad de Tensión Zona Norte Chico

La metodología utilizada para determinar los límites por estabilidad de tensión se basa en un análisis estático en el que se disminuye la generación aguas abajo del tramo en estudio, con el objetivo de aumentar las transferencias por las líneas sujetas a análisis en condiciones post falla.

5.3.2 Análisis de Contingencias

La determinación de los límites de la zona se concentra en el sistema de 500 kV para los tramos Los Changos – Cumbres 2x500 kV y Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 2x500 kV, cada una en condiciones post falla de uno de sus circuitos.

De acuerdo con lo definido previamente los análisis se dividen como sigue:

- **Caso A:** Análisis del límite de transmisión de las líneas **Los Changos – Cumbre 2x500 kV y Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 2x 500 kV** con transferencias en sentido Norte – Sur ante la falla de un circuito de la línea.
- **Caso B:** Análisis del límite de transmisión de las líneas **Los Changos – Cumbre 2x500 kV y Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 2x 500 kV** con transferencias en sentido Sur – Norte ante la falla de un circuito de la línea.

a) Caso A: Falla de un circuito de línea para los tramos Los Changos – Cumbre 500 kV y Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV con transferencias Norte → Sur

Se analizaron las transferencias máximas admisibles de forma simultánea por los tramos Los Changos – Cumbre 500 kV y Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV en el sentido Norte → Sur. Para ambos tramos la contingencia más crítica que define su limitación corresponde a la falla de un circuito del mismo tramo.

Para este análisis se consideró un escenario de demanda alta de día (alrededor de 10650 MW de generación bruta total del SEN) con alta generación fotovoltaica en la zona norte del SEN (alrededor de 3000 MW al norte de la S/E Pan de Azúcar). Además, se consideró toda la compensación serie del sistema de 500 kV en servicio, el sistema de 220 kV abierto en S/E Don Héctor hacia el sur y máxima transferencia por el tramo Nueva Maitencillo – Nueva Pan de Azúcar 500 kV, cuyo límite de transmisión queda determinado por la capacidad de sobrecarga de 15 minutos de su compensación serie (2210 MVA).

Con respecto al despacho de unidades sincrónicas, se consideró:

- En el Norte Grande: 9 unidades grandes en servicio ($P_{nom} > 100$ MW), incluyendo la central de concentración solar (CSP) Cerro Dominador.
- En el Norte Chico: 4 unidades de Central Guacolda en servicio a mínimo técnico.
- En la zona Centro: 2 ciclos combinados de San Luis en servicio y las centrales Nueva Renca y Rapel fuera de servicio.

En la Tabla 5.6 **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se detalla el despacho base considerado para las unidades sincrónicas grandes del Norte Grande.

Tabla 5.6 Despacho de unidades sincrónicas grandes ($P_{nom} > 100$ MW) del Norte Grande.

Unidad	Despacho [MW]
ANG1	249
ANG2	253
CCH1	149
CCH2	149
CTA	161
Cerro Dominador CSP	110
IEM	348
NT01	130
NT02	127
TOTAL	1676

Basado en los resultados del Estudio de Restricciones en el Sistema de Transmisión 2019, en el cual se determinó que la limitación más restrictiva del tramo Los Changos – Cumbre 500 kV corresponde al límite por estabilidad dinámica, específicamente por amortiguamiento de oscilaciones de potencia, previo al análisis de estabilidad de tensión se verificó el comportamiento dinámico del sistema ante una falla bifásica a tierra en dicha línea. Como resultado de este análisis se determinó un límite por amortiguamiento de oscilaciones de potencia de 1430 MW post contingencia, correspondiente a una transferencia precontingencia de 1410 MW. Los resultados de dicha simulación dinámica se presentan en el Anexo 7.12.

Para determinar los límites por estabilidad de tensión se aumentó gradualmente la transferencia post contingencia por el tramo analizado mediante el aumento de generación en el Norte Grande y la disminución de generación en la zona de Charrúa. En la Figura 5.2 y la Figura 5.3 se muestran los resultados. En los gráficos de tensiones se presentan las tensiones en por unidad tomando como base las tensiones de servicio indicadas en el Punto 4.3.7 y se indica con una línea segmentada el límite de operación en Estado de Alerta.

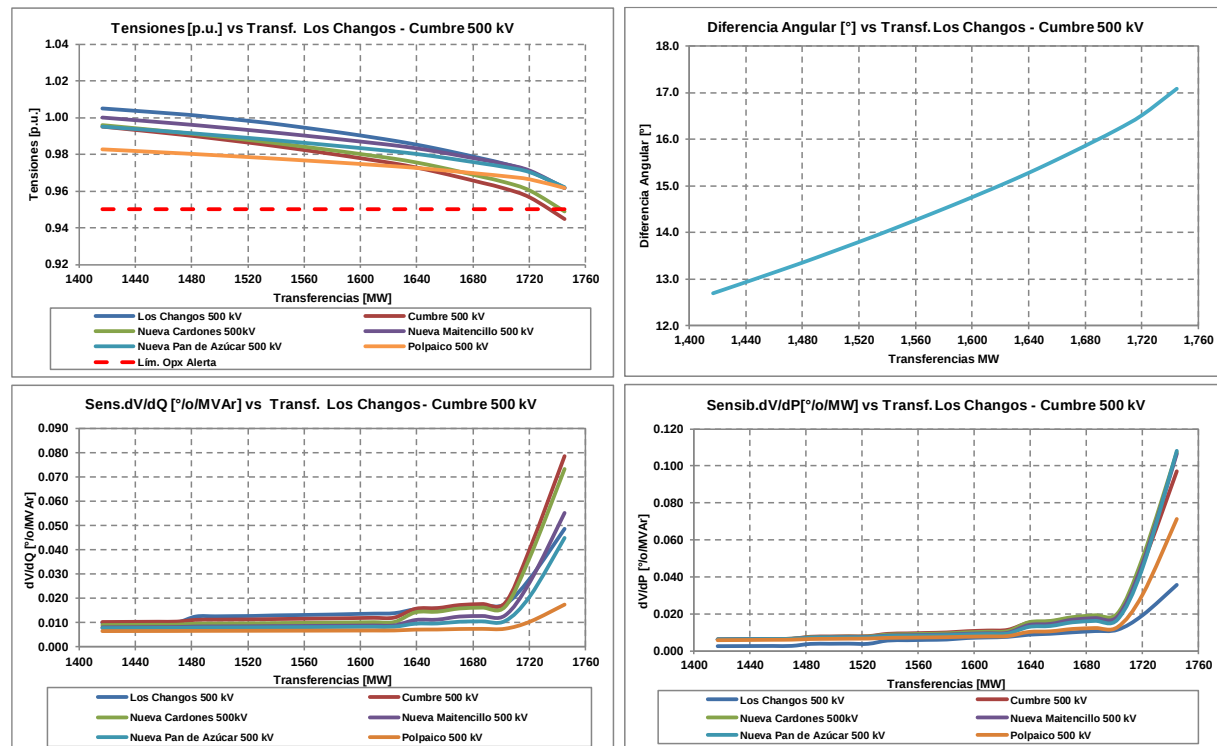


Figura 5.2 : Transferencias Los Changos – Cumbres Caso A. Falla de un circuito de línea.

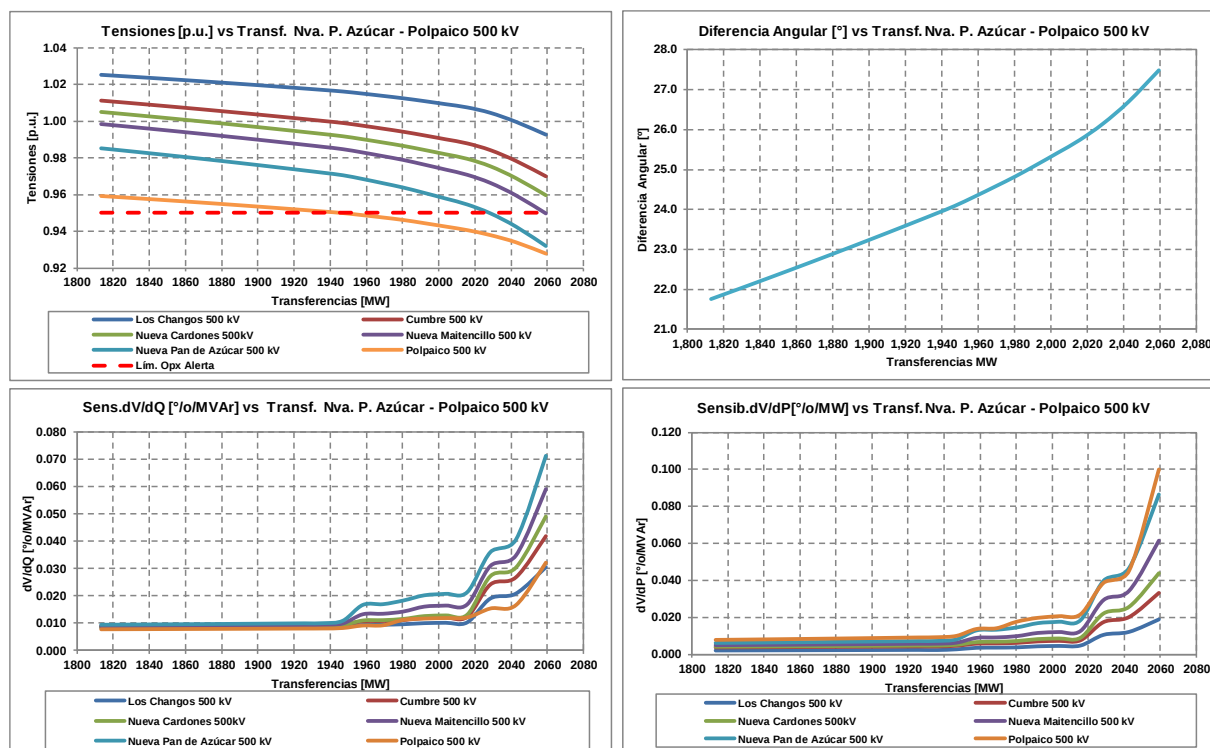


Figura 5.3 Transferencias Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV Caso A. Falla de un circuito de línea.

A partir de los gráficos anteriores y de los resultados de las simulaciones dinámicas presentados en el Anexo 7.12, se obtienen las siguientes transferencias máximas por las líneas, diferenciando la causa de la limitación.

Tabla 5.7 Transferencias Máximas Postcontingencia [MW]. Caso A

	Transferencias Máximas Postcontingencia [MW]			
	Oscilación de Potencia	Regulación de Tensión	Sensibilidades	Pto. Crítico Estabilidad
Los Chagos – Cumbre 500 kV	1430	1730	1700	1745
Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV	-	1945	2015	2060

En la Tabla 5.8 se presentan las transferencias pre contingencia correspondientes a los límites más restrictivos de la Tabla 5.7. En el caso del tramo Nueva Pan de Azúcar – Polpaico, para determinar el límite precontingencia se consideró que toda la reserva de potencia activa para cubrir el aumento de pérdidas producto de la contingencia (alrededor de 125 MW) proviene de las unidades del Norte Grande. Por lo tanto, este límite es conservador, ya que en la operación real parte de la reserva será aportada por las unidades de la zona Centro-sur.

Tabla 5.8 Transferencias precontingencia [MW] para límite postcontingencia más restrictivo. Caso A.

	P [MW]
Los Changos – Cumbre 500 kV	1410
Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV	1985

Se hace notar que el límite de transmisión del tramo Los Changos – Cumbre 500 kV es sensible al número de unidades sincrónicas en servicio en el Norte Grande, especialmente de las centrales que inyectan su energía en las SS/EE Los Changos y Kapatpur. Por su parte, el límite de transmisión del tramo Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV es sensible al número de unidades sincrónicas en servicio en la zona Centro, especialmente de los ciclos combinados y de la Central Rapel. Por lo tanto, en la medida que existan más o menos unidades en servicio en dichas zonas, los límites podrían verse modificados.

b) Caso B: Falla de un circuito de línea para los tramos Los Changos – Cumbre 500 kV y Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV con transferencias Sur → Norte

Se analizaron las transferencias máximas admisibles de forma coincidente por los tramos Los Changos – Cumbre 500 kV y Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV en el sentido Sur → Norte. Para ambos tramos la contingencia más crítica que define su limitación corresponde a la falla de un circuito del mismo tramo.

Para este análisis se consideró:

- Un escenario de demanda alta de noche (alrededor de 10537 MW de generación bruta total del SEN).
- Que los reactores de 175 MVar de las SS/EE Los Changos y Nueva Cardones 500 kV se encuentran desconectados, ya que ello permite alcanzar mayores transferencias por los tramos analizados respetando los límites de tensión admisibles en Estado Normal y Estado de Alerta.
- Que los bancos de CCEE ubicados en los terciarios de los transformadores 220/110 kV del Norte Chico, así como el banco de CCEE de 75 MVar conectado a las barras de 220 kV de S/E Pan de Azúcar, se encuentran conectados.
- Una baja generación de ERV en la zona norte del SEN y que al tratarse de un escenario de noche sería solo eólico. Todos los parques eólicos se consideran aportando potencia reactiva nula o muy baja, tomando en cuenta que la Norma Técnica, en su artículo 3-8, no les exige capacidad de entrega u absorción de reactivos para un nivel de potencia activa menor que 20% de su potencia nominal.

- En el norte grande un despacho de las dos unidades de la central Angamos, la unidad IEM, la unidad CCH1 y la unidad U16 de la central Tocopilla más otras unidades de menor tamaño.
- En el norte chico un despacho de 3 unidades de Central Guacolda.
- En la zona de la quinta región un despacho de las unidades Campiche, Nueva Ventanas, San Isidro I y II, Nehuenco I y II y Quintero I y II.

En estas condiciones se presentan transferencias altas a través de todos los tramos del sistema de 500 kV comprendido entre las SS/EE Los Chagos y Polpaico.

Para determinar los límites por estabilidad de tensión se aumentó gradualmente la transferencia post contingencia por el tramo analizado mediante la disminución de la generación en el Norte Grande y el aumento de generación en la zona de Charrúa. En la Figura 5.4 y la Figura 5.5 se muestran los resultados del análisis de estabilidad de tensión realizado. En los gráficos de tensiones se presentan las tensiones en por unidad tomando como base las tensiones de servicio y se indica con una línea segmentada el límite de operación en Estado de Alerta.

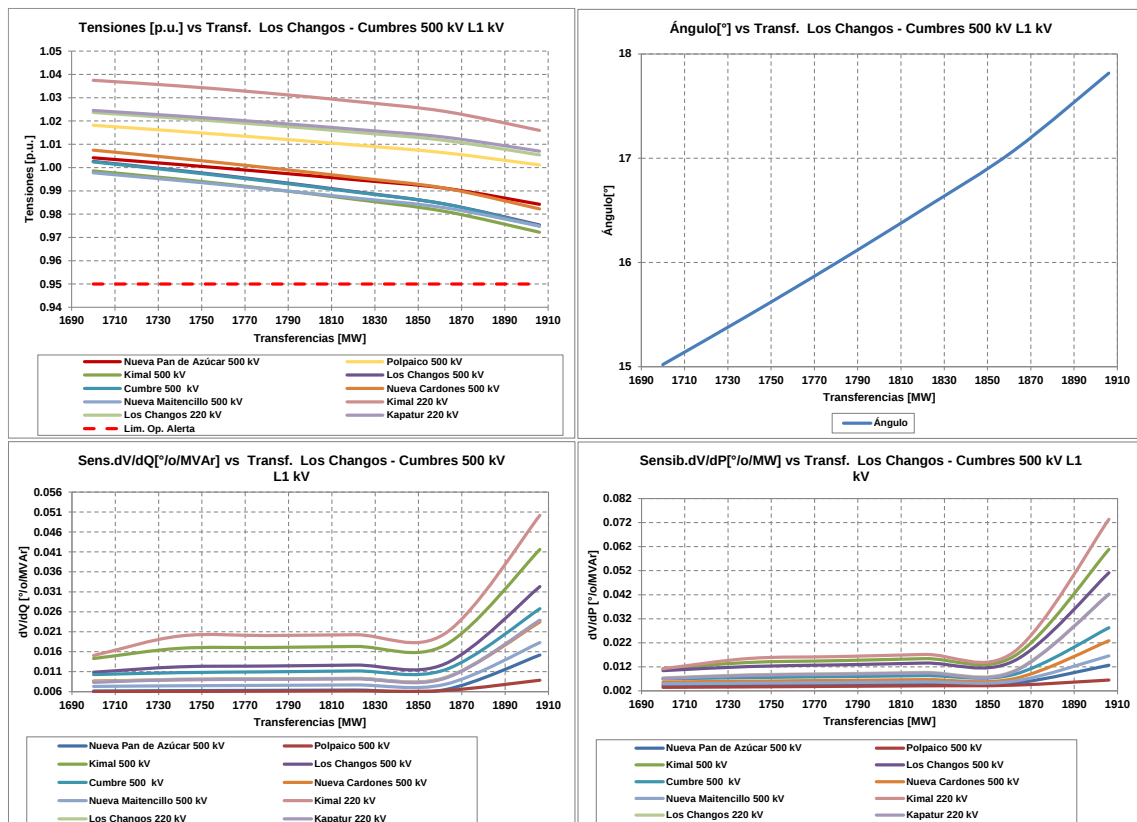


Figura 5.4 Transferencias Los Chagos – Cumbres Caso B. Falla de un circuito de línea.

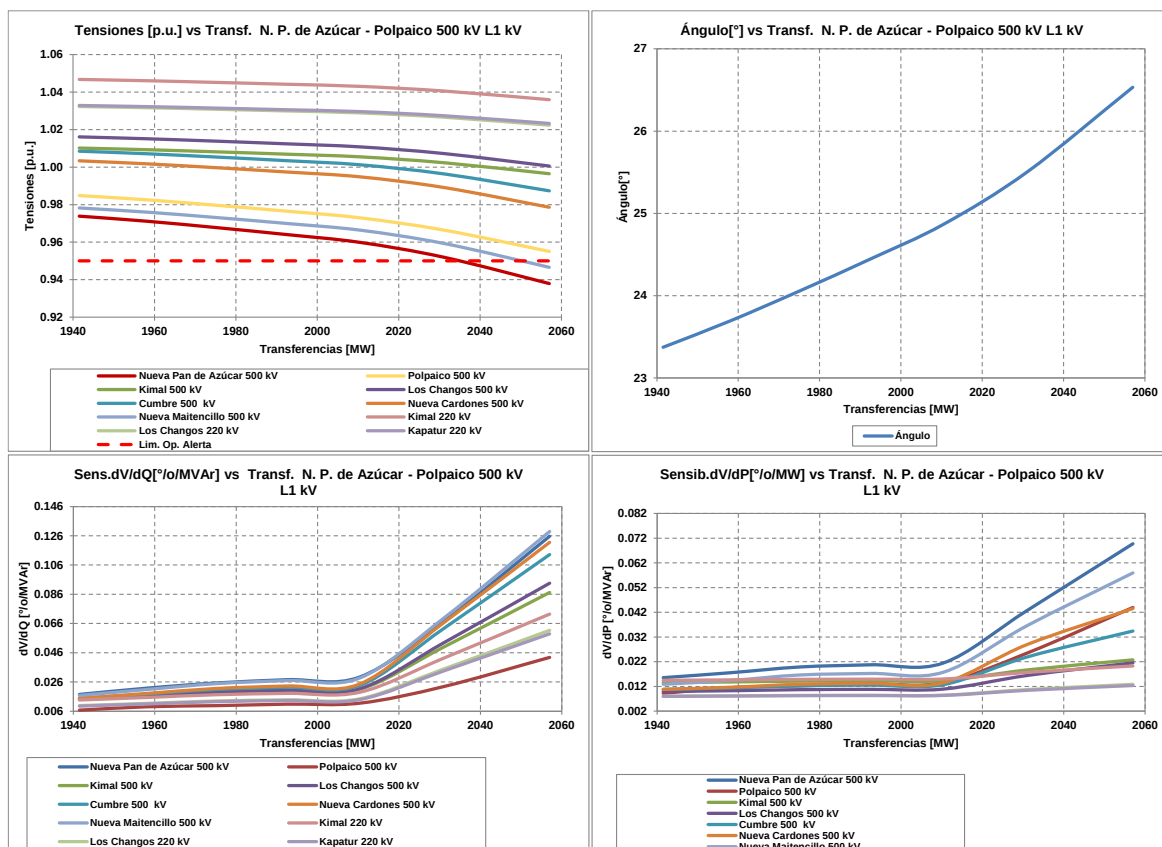


Figura 5.5 Transferencias Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV Caso B. Falla de un circuito de línea.

A partir de los gráficos anteriores y de los resultados de las simulaciones dinámicas presentados en el Anexo 7.12, se obtienen las siguientes transferencias máximas por las líneas, diferenciando la causa de la limitación.

Tabla 5.9 Transferencias Máximas Postcontingencia [MW]. Caso B.

	Transferencias Máximas Postcontingencia [MW]		
	Regulación de Tensión	Sensibilidades	Pto. Crítico Estabilidad
Los Chagos – Cumbre 500 kV	-	1860	1915
Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV	2035	2010	2060

En la Tabla 5.10 se presentan las transferencias pre contingencia correspondientes a los límites más restrictivos de la Tabla 5.9 Transferencias Máximas Postcontingencia [MW]. Caso B. **Error! No se encuentra el origen de la referencia.** En el caso del tramo Nueva Pan de Azúcar – Polpaico, para determinar el límite precontingencia se consideró que toda la reserva de potencia activa para cubrir el aumento de pérdidas producto de la contingencia (alrededor de 125 MW) proviene de las unidades de la zona de Charrúa. Por lo tanto, este límite es conservador, ya que en la operación real parte de la reserva será aportada por las unidades del resto del sistema.

Tabla 5.10 Transferencias precontingencia [MW] para límite postcontingencia más restrictivo. Caso B.

	P [MW]
Los Changos – Cumbre 500 kV	1780
Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV	2040

Se hace notar que el límite de transmisión del tramo Los Changos – Cumbre 500 kV es sensible al número de unidades sincrónicas en servicio en el Norte Grande, especialmente de las centrales que inyectan su energía en las SS/EE Los Changos y Kapatur. Por su parte, el límite de transmisión del tramo Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV es sensible al número de unidades sincrónicas en servicio en la zona centro, especialmente de los ciclos combinados, Rapel y las unidades Campiche y Nueva Ventanas. Por lo tanto, en la medida que existan más o menos unidades en servicio en dichas zonas, los límites podrían verse modificados.

5.3.3 Verificación Dinámica

Se verificó el comportamiento dinámico del SEN para una contingencia severidad 4 en las líneas de 500 kV Los Changos – Cumbres y Pan de Azúcar – Polpaico, con transferencias en el sentido Norte → Sur (Caso A) y en el sentido Sur → Norte (Caso B), se presentan los resultados para el nivel de transferencia límite que cumple los estándares de recuperación dinámica con respecto al amortiguamiento de las oscilaciones de potencia (factor de amortiguamiento mayor que 5%).

Tabla 5.11 Verificación Dinámica Caso A y B zona norte chico.

Elemento Fallado	Tipo Falla	Estabilidad		Comportamiento Tensión			Frecuencia
		Amortiguamiento	Ángulo	V _{min} ≥0,7 en 50ms	V≥0,8 en 1s	V en ±10% en 20s	f _{min} ≥48,3
Caso A: Línea Los Changos - Cumbre 500 kV	2F-T extremo Los Changos con despeje en 120 ms	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Caso A: Línea Nva. Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV	2F-T extremo Nva. Pan de Azúcar con despeje en 120 ms	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Caso B: Línea Los Changos - Cumbre 500 kV	2F-T extremo Los Changos con despeje en 120 ms	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Caso B: Línea Nva. Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV	2F-T extremo Polpaico con despeje en 120 ms	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

El resultado de las simulaciones dinámicas se encuentra en el Anexo 7.12.

5.3.4 Resumen Zona Norte Chico

Tabla 5.12. Resumen de las restricciones de la Zona Norte Chico.

Tramo	SS/EE		Cap. Térmica [MVA] 25° c/sol	Capacidad		Capacidad Otros		Límite por Estabilidad		Regulación de Tensión P [MW]	Margen de Seguridad y Comp. Dinám.	Punto de Medida	Limitación		Causa
				TT/CC [MVA]		Equipos Serie [MVA]		de Tensión [MW]					Tramo		
	Origen	Destino		Origen	Destino	Origen	Destino	Caso - Falla, Operación	Postcont.				Operación Normal	Post Contingencia	
Changos – Cumbre 500 kV C1 y C2	Changos	Cumbre	3004	2598	2598	CCSS Permanente 2x1585 Sobrecarga 15 min. 2140	CCSS Permanente 2x1585 Sobrecarga 15 min. 2140	Norte→Sur: Caso A: Falla 1 circuito Changos- Cumbre Sur→Norte: Caso B: Falla 1 circuito Changos- Cumbre	Norte→Sur: Caso A: 1700 Sur→Norte: Caso B: 1870	Norte→Sur: Caso A: 1730 Sur→Norte: Caso B: 1880	Norte→Sur: Caso A: Cumple Sur→Norte: Caso B: Cumple	Norte→Sur: Caso A: Los Changos Sur→Norte: Caso B: Cumbre	Norte→Sur: Caso A: 1410 Sur→Norte: Caso B: 1780	Norte→Sur: Caso A: 1430 Sur→Norte: Caso B: 1860	Norte→Sur: Caso A: Amortiguamiento Sur→Norte: Caso B: Reg. Tensión
Cumbre – Nva. Cardones 500 kV C1 Cumbre – Nva. Cardones 500 kV C2	Cumbre	Nueva Cardones	3004 3004	2598 2598	2598 2598	CCSS Permanente 2x1585 Sobrecarga 15 min. 2140						Ambos		2140 (2)	CCSS
Nva. Cardones – Nva.Maitencillo 500 kV C1 y C2	Nueva Cardones	Nueva Maitencillo	2356	2598	2598							Ambos		2356	Conductor
Nva. Maitencillo – Nva. Pan de Azúcar 500 kV C1 y C2	Nueva Maitencillo	Nueva Pan de Azúcar	2356	2598	2598		CCSS Permanente 2x1700 Sobrecarga 15 min. 2210					Nueva Pan de Azúcar		2210 (2)	CCSS

Tramo	SS/EE		Cap. Térmica [MVA] 25° c/sol	Capacidad		Capacidad Otros		Límite por Estabilidad		Regulación de Tensión P [MW]	Margen de Seguridad y Comp.	Punto de Medida	Limitación		Causa
				TT/CC [MVA]		Equipos Serie [MVA]		de Tensión					Tramo		
	Origen	Destino		Origen	Destino	Origen	Destino	Caso - Falla, Operación	Postcont.				Operación Normal	Post Contingencia	
Nva. Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV C1 y C2	Nueva Pan de Azúcar	Polpaico	2356	2598	2078	Permanente 2x1700 Sobrecarga 15 min. 2210	Permanente 2x1700 Sobrecarga 15 min. 2210	Norte→Sur: Caso A: Falla 1 circuito Nva.Pan de Azucar- Polpaico	Norte→Sur: Caso A: 2015	Norte→Sur: Caso A: 1945	Norte→Sur: Caso A: Cumple	Norte→Sur: Caso A: Nva. Pan de Azúcar	Norte→Sur: Caso A: 1985	Norte→Sur: Caso A: 1945	Norte→Sur: Caso A: Reg. Tensión
								Sur→Norte:	Sur→Norte:	Sur→Norte:	Sur→Norte:	Sur→Norte:	Sur→Norte:	Sur→Norte:	
								Caso B: Falla 1 circuito Nva.Pan de Azucar- Polpaico	Caso B: 2060	Caso B: Cumple	Caso B: Polpaico	Caso B: 2010	Caso B: 2040	Caso B: Reg. Tensión	

- (1) Todos los valores corresponden a límites postcontingencia de régimen permanente, es decir, para determinar la limitación precontingencia se deben considerar el efecto del aumento de pérdidas, las redistribuciones de flujos postcontingencia y, particularmente la ubicación de la reserva en giro en los casos de contingencias de generación. Cabe señalar que la aplicación de restricciones térmicas en los distintos tramos de transmisión debe considerar las capacidades que correspondan al momento de su aplicación, de acuerdo con la temperatura ambiente y el efecto sol.
- (2) Se considera capacidad de sobrecarga de corta duración.

En la Figura 5.6 y la Figura 5.7 se resumen las restricciones determinadas para los tramos críticos del sistema de 500 kV, indicándose la condición de despacho de unidades generadoras considerada.

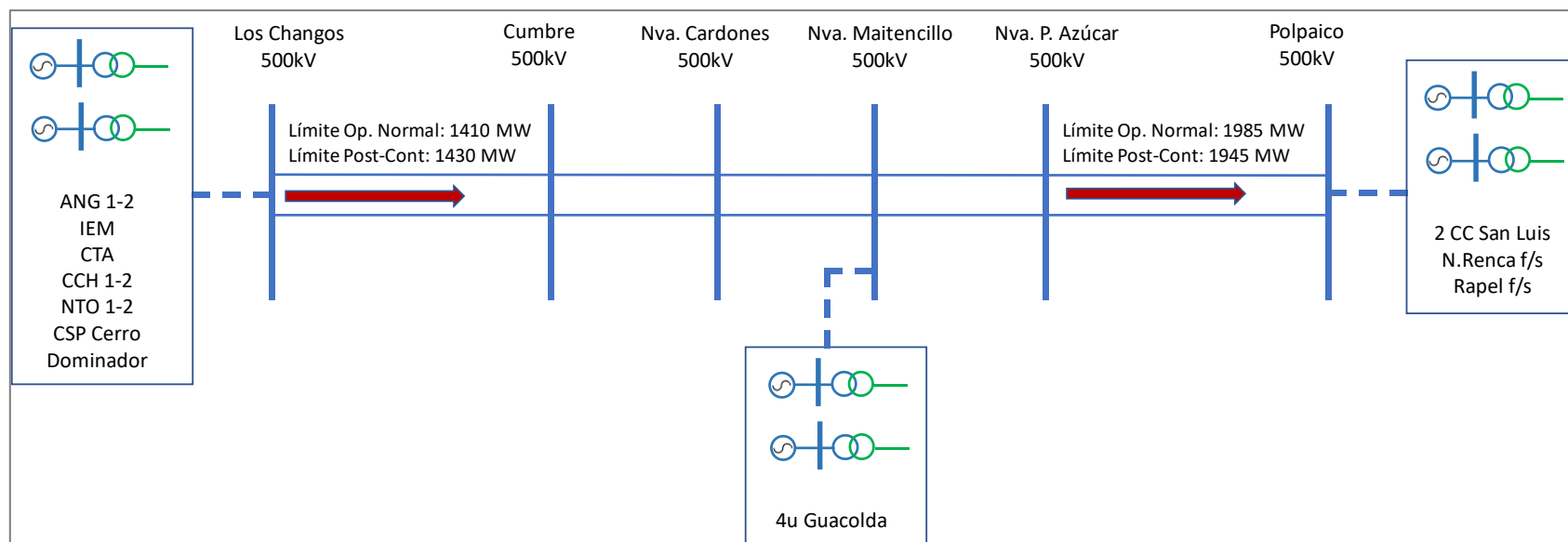


Figura 5.6 : Restricciones en tramos críticos del sistema de 500 kV de la Zona Norte Chico en el sentido Norte → Sur.

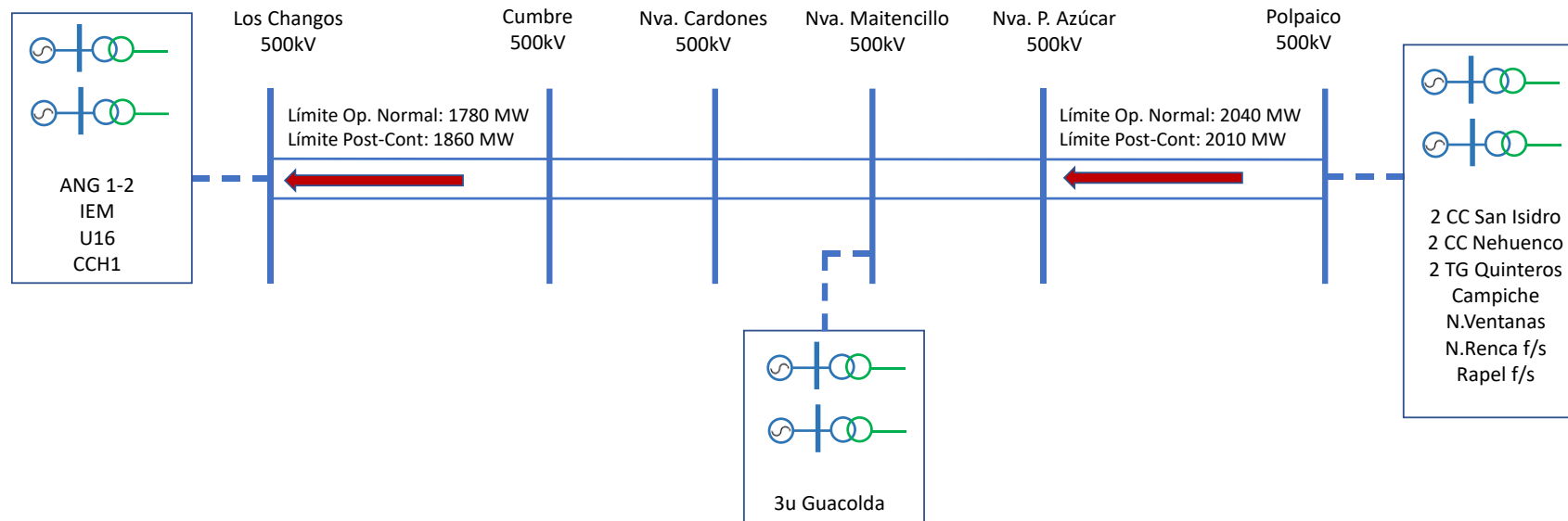


Figura 5.7 : Restricciones en tramos críticos del sistema de 500 kV de la Zona Norte Chico en el sentido Sur → Norte.

Tabla 5.13. Resumen de las restricciones de la Zona Norte Chico 220 kV.

Tramo	SS/EE		Cap. Térmica [MVA] 25° c/sol	Capacidad TT/CC [MVA]		Capacidad Otros Equipos Serie [MVA]		Límite por Estabilidad de Tensión [MW]		Regulación de Tensión P [MW] (Q) [MVar]	Margen de Seguridad y Comp. Dinám.	Punto de Medida	Limitación Tramo [MVA] ⁽¹⁾	Causa
	Origen	Destino		Origen	Destino	Origen	Destino	Caso - Falla, Operación	Postcont.					
Diego de Almagro – Illapa L1 C1	Diego de Almagro	Illapa	431	549	915							Ambos	431	Conductor
Diego de Almagro – Illapa L2 C1	Diego de Almagro	Illapa	472	366	915							Ambos	472	Conductor
Diego de Almagro – Illapa L2 C2	Diego de Almagro	Illapa	472	366	915							Ambos	472	Conductor
Illapa – Carrera Pinto L1 C1	Illapa	Carrera Pinto	431	915	549							Ambos	431	Conductor
Illapa – Carrera Pinto L2 C1	Illapa	Carrera Pinto	472	915	366							Ambos	472	Conductor
Illapa – Carrera Pinto L2 C2	Illapa	Carrera Pinto	472	915	732							Ambos	472	Conductor
Carrera Pinto – San Andrés L1 C1	Carrera Pinto	San Andrés	431	549	549							Ambos	431	Conductor
Carrera Pinto – San Andrés L2 C1	Carrera Pinto	San Andrés	332	366	549							Ambos	332	Conductor
Carrera Pinto – San Andrés L2 C2	Carrera Pinto	San Andrés	332	732	549							Ambos	332	Conductor
San Andrés – Cardones L1 C1	San Andrés	Cardones	431	549	549							Ambos	431	Conductor
San Andrés – Cardones L2 C1	San Andrés	Cardones	332	549	366							Ambos	332	Conductor
San Andrés – Cardones L2 C2	San Andrés	Cardones	332	549	366							Ambos	332	Conductor
Maitencillo – Cardones 220kV L1 C1	Maitencillo	Cardones	267	549	549							Ambos	267	Conductor
Maitencillo – Cardones 220kV L2 C1	Maitencillo	Cardones	286	274	274							Ambos	274	TTCC
Maitencillo – Cardones 220kV L2 C2	Maitencillo	Cardones	286	274	274							Ambos	274	TTCC
Maitencillo – Don Héctor 220 kV C1 y C2	Maitencillo	Don Héctor	197	274	686							Ambos	197	Conductor
Don Hector – Pta. Colorada 220 kV C1 y C2	Don Héctor	Punta Colorada	197	686	549							Ambos	197	Conductor
Pta. Colorada – Pan de Azúcar 220 kV C1 y C2	Punta Colorada	Pan de Azúcar	197	549	274							Ambos	197	Conductor

Tramo	SS/EE		Cap. Térmica [MVA] 25° c/sol	Capacidad TT/CC [MVA]		Capacidad Otros Equipos Serie [MVA]		Límite por Estabilidad de Tensión [MW]		Regulación de Tensión P [MW] (Q) [MVar]	Margen de Seguridad y Comp. Dinám.	Punto de Medida	Limitación Tramo [MVA] ⁽¹⁾	Causa
	Origen	Destino		Origen	Destino	Origen	Destino	Caso - Falla, Operación	Postcont.					
Pan de Azúcar – Don Goyo 220 kV C1 y C2	Pan de Azúcar	Don Goyo	224	549	549							Ambos	224	Conductor
Don Goyo – La Cebada 220 kV C1 y C2	Don Goyo	La Cebada	224	549	457							Ambos	224	Conductor
La Cebada – Punta Sierra 220 kV C1 y C2	La Cebada	Punta Sierra	224	457	549							Ambos	224	Conductor
Punta Sierra – Las Palmas 220 kV C1 y C2	Punta Sierra	Las Palmas	224	549	549							Ambos	224	Conductor
Las Palmas – Los Vilos 220kV C1 y C2	Las Palmas	Los Vilos	224	549	549							Ambos	224	Conductor
Los Vilos – Nogales 220 kV C1 y C2	Los Vilos	Nogales	224	549	1372							Ambos	224	Conductor

⁽¹⁾ Todos los valores corresponden a límites postcontingencia de régimen permanente, es decir, para determinar la limitación precontingencia se deben considerar el efecto del aumento de pérdidas, las redistribuciones de flujos postcontingencia y, particularmente la ubicación de la reserva en giro en los casos de contingencias de generación. Cabe señalar que la aplicación de restricciones térmicas en los distintos tramos de transmisión debe considerar las capacidades que correspondan al momento de su aplicación, de acuerdo con la temperatura ambiente y el efecto sol.

Nota: La actualización de la información técnica del Coordinador Eléctrico Nacional deben realizarla los propietarios de las instalaciones del sistema en la página web del Coordinador.

5.4 Zona Centro Sur 500 kV

Esta zona contempla las líneas en 500 kV del centro del sistema eléctrico nacional, entre las SS/EE de 500 kV Charrúa, Ancoa, Alto Jahuel y Polpaico. En total la longitud de este sistema es aproximadamente 500 km.

Para el análisis de esta zona se considera el límite térmico, se determina si se presenta el límite por estabilidad de tensión para la contingencia más crítica (desconexión intempestiva de la U16 de central Tocopilla), y posteriormente se verifica el comportamiento dinámico para las fallas mencionadas con la transferencia más restrictiva.

Las capacidades térmicas de conductores, TT/CC, compensación serie y transformadores de poder se encuentran en los Anexos 7.4. Los factores de redistribución de flujos ante contingencia de transmisión se encuentran en los Anexos 7.11.3.

Es importante mencionar que la compensación serie de las líneas del sistema de 500 kV (zona centro) tiene una capacidad nominal de 1,700 A, sin embargo, es posible sobrecargar dichas compensaciones a niveles de 2,235 A de Ancoa al norte y 2,133 A de Ancoa al sur, por un tiempo máximo de 30 minutos. Dichos valores se pueden encontrar en el Anexo 7.4.4.

5.4.1 Límite por Estabilidad de Tensión Sistema de 500 kV

En esta sección se presenta el análisis de un escenario las máximas transferencias por las líneas del sistema de 500 kV, ante la desconexión intempestiva de la U16 de Central Tocopilla. Cabe señalar que en el escenario evaluado la falla de líneas del sistema de transmisión de 500 kV significó una exigencia menor para el sistema.

a) Caso A: Salida Intempestiva de la U16 de Central Tocopilla

Este caso considera la desconexión intempestiva de la U16 de la central Tocopilla con 380 MW. El escenario corresponde a un caso de demanda máxima de noche, con transferencias en sentido Sur - Norte (Charrúa – Ancoa – Alto Jahuel), con una demanda bruta estimada de 10345 MW.

Se analiza la operación para transferencias máximas principalmente por el tramo Ancoa – Alto Jahuel 500 kV ya que es el que presenta los mayores niveles de transferencia. Se consideró además que la reserva primaria es aportada por las centrales hidráulicas de Charrúa al Sur, en función de sus estatismos.

La metodología utilizada para determinar los límites por estabilidad de tensión se basa en la disminución de generación aguas abajo del tramo en estudio, con el objetivo de aumentar las transferencias por las líneas sujetas a análisis. Para este caso se consideró la reducción de generación de las unidades del Norte Grande ya que son las más alejadas a los tramos bajo estudio, y por lo tanto presentan los efectos más adversos en el sistema.

Se aumentaron las transferencias Charrúa al norte postcontingencia hasta alcanzar la máxima generación de los embalses al sur de S/E Charrúa, para las condiciones previstas de disponibilidad del recurso hídrico. Para aumentar más aun las transferencias fue despachada la Central Bocamina II, y también se despachan los parques eólicos ubicado al sur de S/E Charrúa con un total de 682 MW. Respecto los despachos en la zona de Ancoa, se consideraron las unidades Colbún 2x209 MW, Pehuenche 2x250 MW, Machicura 2x47 MW.

En consecuencia, para el análisis de la zona Centro se considera un despacho exigente con el objeto de maximizar las transferencias por el sistema de 500 kV en sentido Sur – Norte y de disminuir el soporte de potencia reactiva al norte de la S/E Alto Jahuel, por lo tanto, se ajustó un escenario en el que no se encuentra en servicio la central Rapel, ni tampoco ningún ciclo combinado en la zona de San Luis y en la zona de Chilquinta sólo dejó en servicio la central Campiche.

La compensación reactiva considerada para el escenario es:

- CER Polpaico (+100/-65 MVar) y STATCOM en Cerro Navia (+140/-65 MVar).
- CCEE en SS/EE: Polpaico 220 kV 100 MVar, Cerro Navia 220 kV 50 MVar, Alto Jahuel 220 kV 65, Maipo 220 kV 4x60 MVar, Ancoa 220 kV 65 MVar.
- CCEE en terciarios de Transformadores: Alto Jahuel 220/110 kV 3x36 MVar y Alto Jahuel 500/220 kV 8x33 MVar.

A continuación, se presentan los resultados para distintos niveles de transferencias por el tramo Ancoa –Alto Jahuel 500 kV para la condición postcontingencia de la U16 de la central Tocopilla.

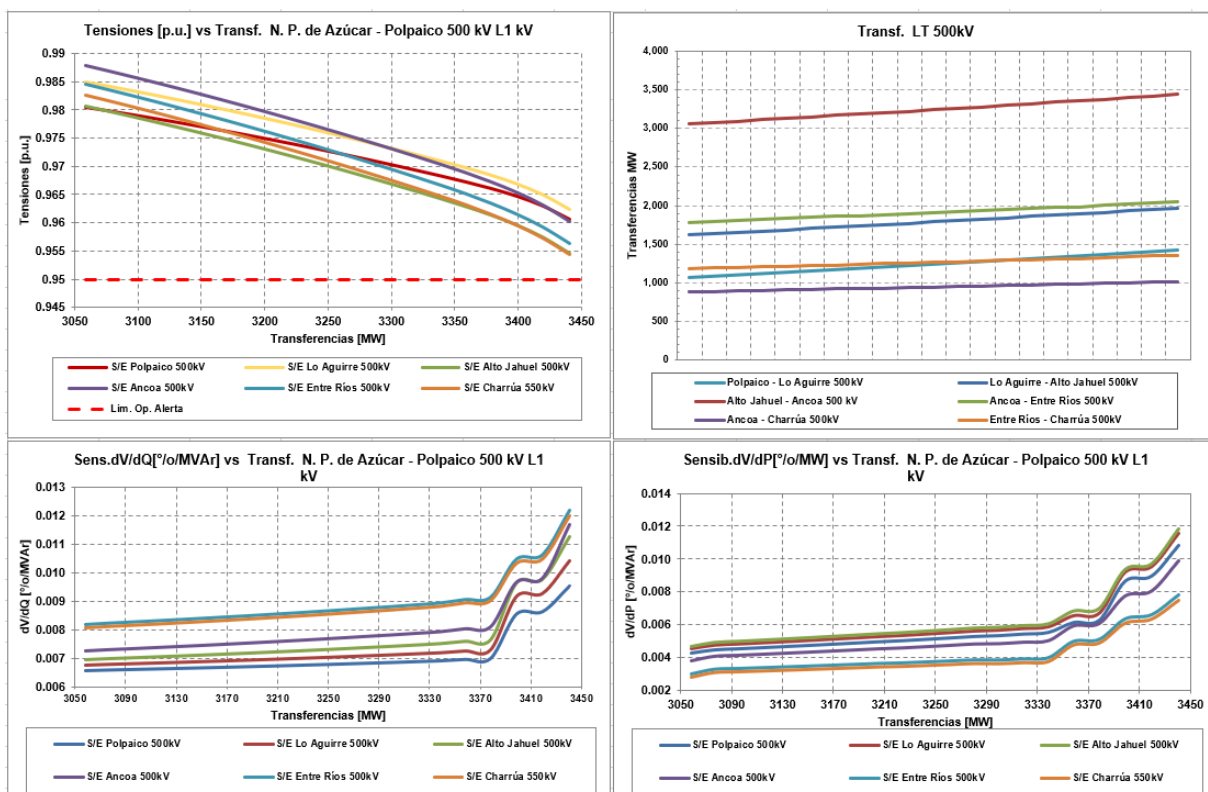


Figura 5.8 : Transferencias de Ancoa al norte ante la desconexión de la U16 de Central Tocopilla.

De acuerdo con lo observado en la figura anterior no fueron detectados problemas de estabilidad de tensión, alcanzando niveles de transferencia al norte de Ancoa de alrededor de 3440 MW. Lo anterior se obtiene aun considerando todas las condiciones descritas, que son exigentes en niveles de transferencias previas a la falla, con máximo nivel de generación al sur de Charúa, con bajo soporte de potencia reactiva proveniente de unidades sincrónicas entre las subestaciones Polpaico y Alto Jahuel, y ante la contingencia más exigente. En resumen, incluso para las condiciones más desfavorables para este sector del sistema no se presentan problemas de estabilidad de tensión por lo que las restricciones solo serán las definidas por capacidad térmica.

Finalmente, se debe tener en cuenta que las transferencias admisibles por el sistema de 500 kV también están supeditadas a la capacidad de los transformadores 500/220 kV en S/E Polpaico, S/E Alto Jahuel, S/E Ancoa y S/E Charrúa; a la capacidad térmica de las compensaciones serie (CCSS) de las líneas Charrúa – Ancoa, Ancoa – Alto Jahuel y Colbún – Puente Negro; y a la capacidad de los TTCC correspondientes.

El resumen de las restricciones para la zona Centro Sur 500 kV, se muestra en la 0.

5.4.2 Verificación Dinámica

Se verificó el comportamiento de la recuperación dinámica del sistema debido a la desconexión intempestiva de la Central Nueva Renca en el escenario más crítico para dicha falla, los resultados se muestran en la tabla siguiente.

Tabla 5.14. Verificación Dinámica Caso A, Centro 500 kV.

Elemento Analizado	Falla	Estabilidad		Comportamiento Tensión			Frecuencia
		Amortiguamiento	Ángulo	$V_{min} \geq 0,7$ en 50ms	$V \geq 0,8$ en 1s	V en 10% en 20s	$f_{min} \geq 48,3$
Ancoa – Alto Jahuel 500 kV L1	Desconexión Intempestiva de U16 de Central Tocopilla	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

De la tabla anterior se puede verificar que para la contingencia simulada se cumple con todas las exigencias establecidas en la NT referente al comportamiento dinámico.

Es importante destacar que según los criterios que aplica la GO para la operación del sistema de 500 kV, las transferencias previas a la falla por este sistema deben tener la holgura necesaria para permitir incrementos de potencia de acuerdo con la redistribución de las reservas de generación al momento de la contingencia.

Por último, es importante señalar que no existe desconexión de consumos por la actuación de EDAC en la falla analizada. El resultado de la simulación dinámica se encuentra en los Anexos 7.12.

5.4.3 Resumen Sistema de 500 kV

A continuación, se presenta un resumen de las restricciones del sistema de 500 kV.

Tabla 5.15. Resumen de las restricciones de la Zona Centro 500 kV.

Tramo	SS/EE		Cap. Térmica [MVA] 25° c/sol	Capacidad TT/CC [MVA]		Cap. Otros Equipos Serie [MVA]		Límite por Estabilidad de Tensión [MW]		Margen de Seguridad y Comp. Dinámica.	Punto de Medida	Limitación del Tramo [MVA] (1)(2)	Causa
	Origen	Destino		Origen	Destino	Origen	Destino	Caso – Falla, Operación	Postcont.				
Lo Aguirre - Polpaico 500 kV C1	Lo Aguirre	Polpaico	1803	2078	1663						S/E Polpaico	1663	TTCC
Lo Aguirre - Polpaico 500 kV C2	Lo Aguirre	Polpaico	1801	4157	1663						S/E Polpaico	1663	TTCC
Alto Jahuel - Lo Aguirre 500 kV C1	Alto Jahuel	Lo Aguirre	1803	1663	2078						S/E Alto Jahuel	1663	TTCC
Alto Jahuel - Lo Aguirre 500 kV C2	Alto Jahuel	Lo Aguirre	1801	1663	4157						S/E Alto Jahuel	1663	TTCC
Ancoa - Alto Jahuel 500 kV L1	Ancoa	Alto Jahuel	1606	1663	1663	CCSS Permanente 4x1472 Sobrecarga 30 min. 1927(2)		Caso A: Desconexión intempestiva U16 Central Tocopilla		Cumple	Ambos	1606	Conductor
Ancoa - Alto Jahuel 500 kV L2	Ancoa	Alto Jahuel	1803	1663	1663						Ambos	1663	TTCC
Ancoa - Alto Jahuel 500 kV L3	Ancoa	Alto Jahuel	2217	2078	2078						S/E Ancoa	1927	CCSS
Ancoa - Alto Jahuel 500 kV L4	Ancoa	Alto Jahuel	2217	2078	2078						S/E Ancoa	1927	CCSS
Entre Ríos – Ancoa 500 kV L1	Entre Ríos	Ancoa	2170	4156	1663		CCSS Permanente 2x1472				S/E Ancoa	1663	TTCC
Entre Ríos - Ancoa 500 kV L2	Entre Ríos	Ancoa	2364	4156	1663		Sobrecarga 30 min. 2x1847 (2)				S/E Ancoa	1663	TTCC
Charrúa - Ancoa 500 kV L3	Charrúa	Ancoa	2199	2078	2078	S/E Charrúa Trafo. 3x750					S/E Charrúa	1940	Trafo
Charrúa - Entre Ríos 500 kV L1	Charrúa	Entre Ríos	2170	1663	4156	(Protecciones							
Charrúa - Entre Ríos 500 kV L2	Charrúa	Entre Ríos	2364	1663	4156	970 x Bco.)							

- (1) Todos los valores corresponden a límites postcontingencia de régimen permanente, es decir, para determinar la limitación precontingencia se deben considerar el efecto del aumento de pérdidas, las redistribuciones de flujos postcontingencia y, particularmente la ubicación de la reserva en giro en los casos de contingencias de generación. Cabe señalar que la aplicación de restricciones térmicas en los distintos tramos de transmisión debe considerar las capacidades que correspondan al momento de su aplicación, de acuerdo con la temperatura ambiente y el efecto sol.
- (2) Bajo ciertas condiciones operacionales es posible operar con transferencias superiores al límite permanente, pero por tiempos reducidos, es decir, sobrecarga admisible de corta duración.

5.5 Zona V Región

Esta zona es abastecida principalmente por las líneas Quillota – San Pedro 110 kV y San Luis Agua Santa 2x220 kV, las que son de longitud reducida: 2.1 km y 33 km respectivamente.

Para el análisis de esta zona se presenta inicialmente límite térmico de los elementos serie de los tramos mencionados anteriormente.

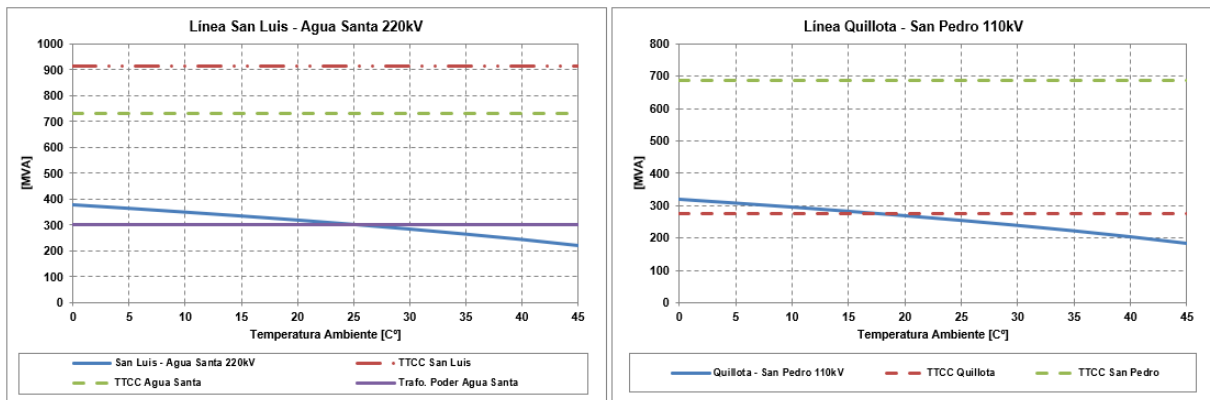


Figura 5.9 : Limitaciones térmicas elementos serie

De las Figuras anteriores es posible concluir que para la línea Quillota – San Pedro 110 kV la restricción queda definida por el límite térmico del conductor (25° con sol), por otra parte, para la línea San Luis Agua Santa 220 kV, la restricción queda definida por el transformador de poder serie en el extremo S/E Agua Santa, la que coincide con el límite térmico del conductor (25° con sol).

Por otro lado, la Minuta DAOP N°1/2019 que analiza la operación de la V región Costa con indisponibilidad de generación local, que considera principalmente las unidades U1 y U2 de la Central Ventanas, describe que en estas condiciones existe una correlación entre las transferencias de las líneas Quillota – San Pedro 110 kV y San Luis Agua Santa 2x220 kV. Lo anterior, debido a que, si falla el transformador de poder de 220/110 kV de Agua Santa, más del 50% de lo transferido por él se redistribuye por la línea Quillota – San Pedro 110 kV, información corroborada con los factores de redistribución mostrados en el Anexo 7.11.4.

En función de lo anterior, en dicha minuta se define una restricción cruzada para los tramos en comento de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\text{Tx (LT 110 kV Quillota-San Pedro)} + 0.52 * \text{Tx (ATR 220/110 kV S/E Agua Santa)} < 250 \text{ [MVA]}$$

Es importante mencionar que para las contingencias de las líneas Quillota – San Pedro 110 kV y San Luis – Agua Santa 2x220 kV es necesario verificar las transferencias por el sistema de 110 kV (San Pedro – Miraflores – Agua Santa), el cual bajo ciertas condiciones operacionales especiales es posible que

sobrepase la capacidad térmica del tramo San Pedro – Miraflores 110 kV establecido en 87 MVA a 25 °C con efecto sol por circuito.

Las capacidades térmicas de conductores, TT/CC y equipos serie se encuentran en los Anexos 7.5. A continuación, se presenta un Figura que resume dichos valores, los que consideran temperaturas ambientes con efecto sol.

5.5.2 Verificación Dinámica

En la 0 siguiente se presenta un resumen del cumplimiento de las exigencias de la NTSyCS para la desconexión intempestiva del transformador Agua Santa 220/110 kV considerando las restricciones señaladas en el punto anterior, en un escenario sin las unidades U1 y U2 de la Central Ventanas.

Los resultados de las simulaciones dinámicas se encuentran en los Anexos 7.12.

Tabla 5.16. Verificación Dinámica zona V región

Elemento Analizado	Falla	Estabilidad		Comportamiento Tensión			Frecuencia
		Amortiguamiento	Ángulo	V _{min} ≥0,7 en 50ms	V≥0,8 en 1s	V en 10% en 20s	f _{min} ≥48,3
Quillota – San Pedro 100 kV	Desconexión Intempestiva de transf. Agua Santa 220/110 kV	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

5.5.3 Resumen de Resultados

A continuación, se presenta el resumen de las restricciones de las líneas que abastecen esta zona.

Tabla 5.17. Resumen de las restricciones de la Zona V región.

Tramo	SS/EE		Cap. Térmica [MVA] 25° c/sol	Capacidad TT/CC [MVA]		Cap. Otros Equipos Serie [MVA]		Margen de Seguridad y Comport. Dinámico	Punto de Medida	Limitación del Tramo [MVA] (1)(2)	Causa
	Origen	Destino		Origen	Destino	Origen	Destino				
San Luis - Agua Santa 2x220kV	San Luis	Agua Santa	2x301	915	732	-	300	Cumple	Ambos	300 (3)	Transformador
San Pedro - Quillota 110kV	San Pedro	Quillota	253	274	274	-	-	Cumple	S/E Quillota	253 (3)	Conductor

- (1) Todos los valores corresponden a límites postcontingencia de régimen permanente, es decir, para determinar la limitación precontingencia se deben considerar el efecto del aumento de pérdidas, las redistribuciones de flujos postcontingencia y, particularmente la ubicación de la reserva en giro en los casos de contingencias de generación. Cabe señalar que la aplicación de restricciones térmicas en los distintos tramos de transmisión debe considerar las capacidades que correspondan al momento de su aplicación, de acuerdo con la temperatura ambiente y el efecto sol.
- (2) Bajo ciertas condiciones operacionales es posible operar con transferencias superiores al límite permanente, pero por tiempos reducidos, es decir, sobrecarga admisible de corta duración.
- (3) Para estas limitaciones es necesario considerar su correlación en función de lo definido en la Minuta DAOP N°01/2019.

5.6 Zona Centro 220 kV

Esta zona está comprendida entre las SS/EE Quillota 220 kV, Alto Jahuel 220 kV y Colbún 220 kV. Las líneas que componen el sistema de transmisión de 220 kV entre las SS/EE Alto Jahuel y Polpaico son de corta longitud (las mayores son de longitudes entre 30 y 40 km), por lo que las restricciones de transmisión obedecen a la capacidad térmica de las líneas y en consecuencia el análisis de las restricciones de esta zona considerará las limitaciones térmicas de las líneas y equipos, con posterior determinación los factores de redistribución de flujos, los que se encuentran en los Anexos 7.11.

5.6.1 Limitaciones Térmicas de Elementos Serie

Las capacidades térmicas de conductores y TT/CC se encuentran en los Anexos 7.6. A continuación, se presenta una figura que resume dichos valores, los que consideran temperatura ambiente con efecto sol.

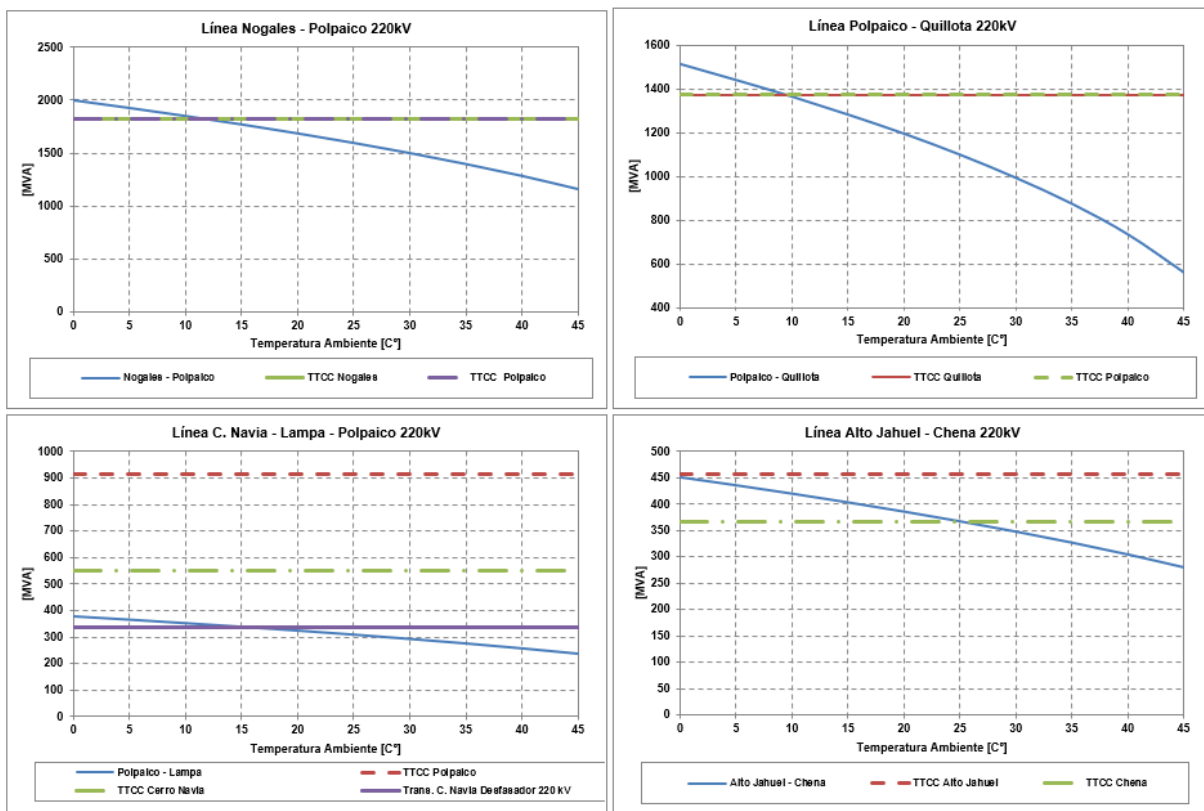


Figura 5.10 : Limitaciones térmicas de elementos serie

De las Figuras anteriores es posible concluir que en todos los casos las restricciones están determinadas por el límite térmico del conductor (25°C con sol).

5.6.2 Verificación Dinámica

En la siguiente tabla se presenta un resumen del cumplimiento de las exigencias de la NTSyCS para la falla de la línea Polpaico – Lampa 220 kV considerando las restricciones señaladas en el punto anterior.

La falla simulada es un corto circuito bifásico a tierra en el extremo más crítico (con mayor nivel de cortocircuito), que en este caso corresponde al extremo Polpaico.

Los resultados de las simulaciones dinámicas se encuentran en el Anexo 7.12.6.

Tabla 5.18. Verificación Dinámica zona 220 kV.

Elemento Analizado	Falla	Estabilidad		Comportamiento Tensión			Frecuencia
		Amortiguamiento	Ángulo	Vmin≥0,7 en 50ms	V≥0,8 en 1s	V en 10% en 20s	fmin≥48,3
Polpaico – Lampa L1 kV	Falla 2F-T Polpaico – Lampa L2 220 kV	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

5.6.3 Resumen de Resultados

Tabla 5.19. Resumen de las restricciones para las líneas del sistema de 220 kV Centro

Tramo	SS/EE		Cap. Térmica [MVA] 25° c/sol	Capacidad TT/CC [MVA]		Cap. Otros Equipos Serie [MVA]		Margen de Seguridad y Comport. Dinámico	Punto de Medida	Limitación del Tramo [MVA] (1)(2)	Causa
	Origen	Destino		Origen	Destino	Origen	Destino				
Polpaico - Nogales 220kV C1 y 2	Polpaico	Nogales	2x1595	1829	1829	-	-		Ambos	1595 (3)	Conductor (3)
Polpaico - Quillota 220kV C1 y 2	Polpaico	Quillota	2x1099	1372	1372	-	-		Ambos	1099 (3)	Conductor (3)
Quillota Nogales 220kV C1 y C2	Quillota	Nogales	2x224	549	1372	-	-		Ambos	2x224	Conductor
Cerro Navia - Lampa C1 y C2	Cerro Navia	Lampa	2x310	549	-				Ambos	310	Conductor
Lampa - Polpaico C1 y C2	Lampa	Polpaico	2x310	-	915	-	339	Cumple	Ambos	310	Conductor
Cerro Navia – Chena (Estr 72) 220kV C1 y 2	Cerro Navia	Chena	2x409	549	915				Ambos	415	Conductor
Lo Aguirre – Cerro Navia 220 kV C1 y C2	Lo Aguirre	Cerro Navia	2x1616 (4)	1829	1829				Ambos	1616	Conductor
Alto Jahuel – Chena (El Rodeo) 220kV C1 y 2	Alto Jahuel	Chena	2x367	457	366				S/E Chena	2x366 (5)	TTCC
Alto Jahuel – Chena 220kV C3 y 4	Alto Jahuel	Chena	2x415	549	366				S/E Chena	2x366 (5)	TTCC
Ancoa - Itahue 220kV C1 y 2	Ancoa	Itahue	2x472	915	457		300		S/E Itahue	300	Transformador
Charrúa - Entre Ríos 220 kV C1 y C2	Charrúa	Entre Ríos	2x1154	1830	1830	S/E E. Ríos Trafo 750 (Protecciones 970)			S/E Entre Ríos	970	Transformador
Ancoa - Colbún 220 kV	Ancoa	Colbún	600	1830	1830	762 (Desconect.)	762 (Desconect.)		Ambos	600(4)	Conductor
Colbún – Puente Negro 220 kV C1 y C2	Colbún	Puente Negro	2x692	915	915				Ambos	692	Conductor
Alto Jahuel - Maipo 220KV C1 y C2	Alto Jahuel	Maipo	2x680	915	686				Ambos	680	Conductor
Maipo - Candelaria 220KV C1 y C2	Maipo	Candelaria	2x728	686	915				Maipo	686	TTCC
Candelaria - Puente Negro 220KV C1 y C2	Candelaria	Puente Negro	2x692	915	915				Ambos	692	Conductor

- (1) Todos los valores corresponden a límites postcontingencia de régimen permanente, es decir, para determinar la limitación precontingencia se deben considerar el efecto del aumento de pérdidas, las redistribuciones de flujos postcontingencia y, particularmente la ubicación de la reserva en giro en los casos de contingencias de generación. Cabe señalar que la aplicación de restricciones térmicas en los distintos tramos de transmisión debe considerar las capacidades que correspondan al momento de su aplicación, de acuerdo con la temperatura ambiente y el efecto sol.
- (2) Bajo ciertas condiciones operacionales es posible operar con transferencias superiores al límite permanente, pero por tiempos reducidos, es decir, sobrecarga admisible de corta duración.
- (3) En las condiciones de mayor exigencia previstas para el sistema en el horizonte de estudio y para las contingencias de severidad 1 a 5, no se alcanzaron transferencias cercanas a su capacidad térmica y tampoco se detectaron problemas de tensión. Esto contempla en operación los vínculos redundantes Polpaico – Quillota – Nogales.
- (4) Capacidad térmica de tramo subterráneo sin sol.
- (5) Limitación del tramo considerando criterio N-1 postcontingencia de un circuito, considerando que este tramo posee 4 circuitos en paralelo.

5.7 Zona 154 kV Itahue – Alto Jahuel

Esta zona está comprendida entre las SS/EE Itahue 154 kV y Alto Jahuel 154 kV. Para el análisis de esta zona no se evaluará el límite por estabilidad de tensión, ya que las principales restricciones corresponden a limitaciones térmicas o por equipos serie del sistema de transmisión.

5.7.1 Limitaciones Térmicas de Elementos Serie

Las capacidades térmicas de conductores y TT/CC se encuentran en los Anexos 7.7. A continuación, se presenta la Figura 5.11 que resume dichos valores, los que consideran temperaturas ambientes con efecto sol.

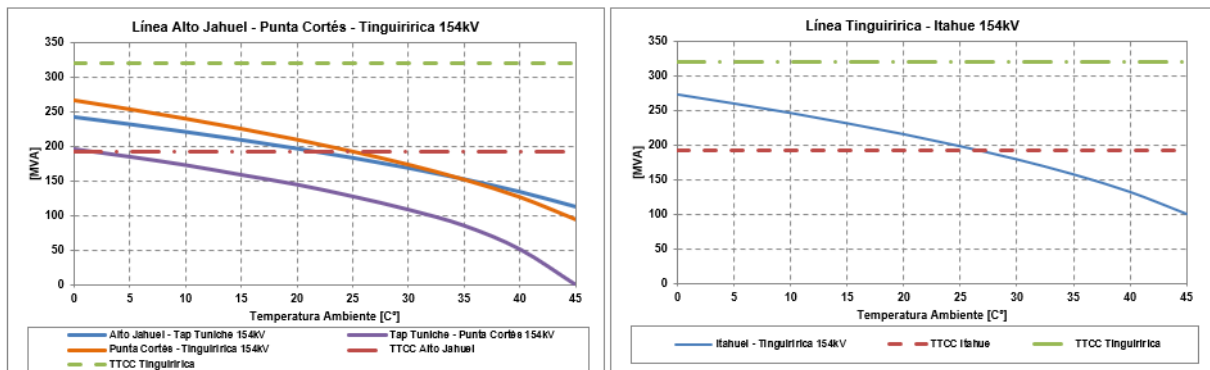


Figura 5.11 : Limitaciones térmicas de elementos Serie

De la figura anterior es posible concluir que para una temperatura ambiente de 25°C con sol la limitación para el tramo Alto Jahuel – Tap Tuniche – Punta Cortes – Tinguiririca 154 kV quedará limitado por la capacidad térmica de los conductores correspondientes, siendo la más restrictiva la línea Tuniche – Punta Cortes. Mientras que, para el tramo y el tramo Itahue – Tap Teno – Tinguiririca 154 kV, la limitación está dada por los TT/CC en S/E Itahue.

Además, las limitaciones quedarán definidas para cada tramo de línea, ya que estos coinciden con puntos de inyecciones o retiros que producen que el flujo por la línea no sea igual en cada tramo.

5.7.2 Resumen de Resultados

Tabla 5.20. Resumen con los resultados para el sistema de 154 kV entre Itahue y Alto Jahuel.

Tramo	SS/EE		Cap. Térmica [MVA] 25° c/sol	Capacidad TT/CC [MVA]		Cap. Otros Equipos Serie [MVA]		Punto de Medida	Limitación del Tramo [MVA] (1)(2)	Causa
	Origen	Destino		Origen	Destino	Origen	Destino			
Alto Jahuel - Tap Tuniche 154kV C1 y 2	Alto Jahuel	Tap Tuniche	2x183	192	-	300	-	Ambos	183	Conductor
Tap Tuniche - Punta de Cortés 154kV C1 y 2	Tap Tuniche	Punta de Cortés	2x127	-	192	-	-	Ambos	125	Conductor
Punta de Cortés - Tinguiririca 154kV C1 y 2	Punta de Cortés	Tinguiririca	2x193	192	320	-	-	Ambos	193	Conductor
Itahue - Tap Teno C1 y 2	Itahue	Tap Teno	2x198	192	-	-	-	S/E Itahue	192	TTCC
Tap Teno - Tinguiririca C1 y 2	Tap Teno	Tinguiririca	2x198	-	320	-	-	Ambos	198	Conductor

- (1) Todos los valores corresponden a límites postcontingencia de régimen permanente, es decir, para determinar la limitación precontingencia se deben considerar el efecto del aumento de pérdidas, las redistribuciones de flujos postcontingencia y, particularmente la ubicación de la reserva en giro en los casos de contingencias de generación.
- (2) Cabe señalar que la aplicación de restricciones térmicas en los distintos tramos de transmisión debe considerar las capacidades que correspondan al momento de su aplicación, de acuerdo con la temperatura ambiente y el efecto sol.

5.8 Zona Concepción

Esta zona está comprendida desde S/E Charrúa hacia los consumos de la ciudad de Concepción y alrededores. Desde Charrúa es abastecida a través de 3 líneas de 220 kV (hasta Concepción, Hualpén y Lagunillas) y una de 154 kV (hasta Concepción). La longitud máxima de las líneas es de aproximadamente 80 km.

Para esta zona se analizan sólo los límites térmicos de conductores y equipos serie, factores de redistribución de flujos y posteriormente para el más restrictivo de los límites se verifica el comportamiento dinámico.

5.8.1 Limitaciones Térmicas de Elementos Serie

Las capacidades térmicas de conductores, TT/CC y equipos serie se encuentran en los Anexos 7.8. A continuación, se presenta la Figura 5.12 que resume dichos valores, los que consideran temperaturas ambientes con efecto sol.

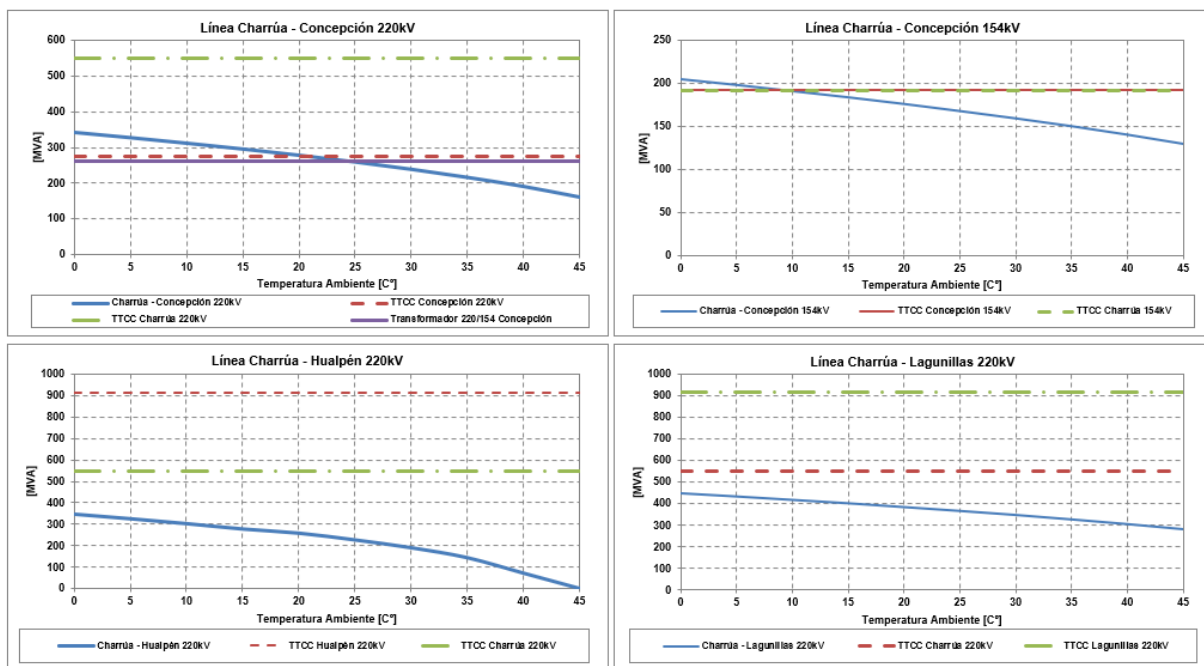


Figura 5.12 : Limitaciones térmicas de elementos serie

De la figura anterior es posible concluir que, para una temperatura de 25°C con sol, el conductor limita las transferencias de las distintas líneas que abastecen la zona de Concepción. Además, para la línea Charrúa – Concepción 220 kV, el transformador de poder serie presenta la misma capacidad que el conductor en dichas condiciones.

5.8.2 Verificación Dinámica

En la siguiente tabla se presenta un resumen del cumplimiento de las exigencias de recuperación dinámica de la NTSyCS, para la zona de Concepción ante la falla de la línea Charrúa – Lagunillas 220 kV, y midiendo sobre la línea Charrúa – Hualpén 220 kV que posee transferencia post contingencia igual a su restricción por capacidad térmica.

Los resultados de las simulaciones dinámicas se encuentran en los Anexos 7.12.7.

Tabla 5.21. Verificación Dinámica zona Concepción.

Elemento Fallado	Elemento Medido	Tipo Falla	Estabilidad		Comportamiento Tensión			Frecuencia
			Amortiguamiento	Ángulo	Vmin≥0,7 en 50ms	V≥0,8 en 1s	V en ±10% en 20s	f≥48,3
1x220 kV Charrúa – Lagunillas	1x220 kV Charrúa – Hualpén	Falla 2F-T extremo Charrúa con despeje en 120 ms	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

Verificación Dinámica

5.8.3 Resumen de Resultados

Tabla 5.22. Resumen de las restricciones de la zona de Concepción.

Tramo	SS/EE		Cap. Térmica [MVA] 25° c/sol	Capacidad TT/CC [MVA]		Cap. Transf. Serie [MVA]		Margen de Seguridad y Comport. Dinámico	Punto de Medida	Limitación del Tramo [MVA] (1) (2)	Causa
	Origen	Destino		Origen	Destino	Origen	Destino				
Charrúa - Concepción 220kV	Charrúa	Concepción	260	274	549	-	261		Ambos	260	Conductor
Charrúa - Hualpén 220kV	Charrúa	Hualpén	227	549	915	-	300		Ambos	227	Conductor
Charrúa - Lagunillas 220kV	Charrúa	Lagunillas	367	549	915	-	-	Cumple	Ambos	367	Conductor
Charrúa - Concepción 154kV	Charrúa	Concepción	168	192	192	-	-		Ambos	168	Conductor
Hualpén - Lagunillas 220kV	Hualpén	Lagunillas	356	915	915				Ambos	356	Conductor
Hualpén - Lagunillas 154kV	Hualpén	Lagunillas	215	256	960	-	-		Ambos	215	Conductor
Concepción - San Vicente C1 y C2	Concepción	San Vicente	149	192	160	-	-		Ambos	144	Conductor

- (1) Todos los valores corresponden a límites postcontingencia de régimen permanente, es decir, para determinar la limitación precontingencia se deben considerar el efecto del aumento de pérdidas, las redistribuciones de flujos postcontingencia y, particularmente la ubicación de la reserva en giro en los casos de contingencias de generación. Cabe señalar que la aplicación de restricciones térmicas en los distintos tramos de transmisión debe considerar las capacidades que correspondan al momento de su aplicación, de acuerdo con la temperatura ambiente y el efecto sol.
- (2) Bajo ciertas condiciones operacionales es posible operar con transferencias superiores al límite permanente, pero por tiempos reducidos, es decir, sobrecarga admisible de corta duración

5.9 Zona Sur

Esta zona está comprendida entre las SS/EE Charrúa 220 kV y Puerto Montt 220 kV con una longitud aproximada de 550 km. El mayor aporte al abastecimiento de la zona es realizado principalmente por medio de las líneas 1x220 kV Charrúa – Temuco 220 kV y 2x220 Charrúa – Mulchén. Si bien existe un vínculo en 66 kV entre SS/EE Charrúa y Temuco, éste se opera normalmente abierto.

Las capacidades térmicas de conductores y TT/CC, se encuentran en los Anexos 7.9.

5.9.1 Límites por Estabilidad de Tensión

En esta sección del informe se determinan las máximas transferencias por la línea de 2x220 kV Rahue – Frutillar Norte y Frutillar Norte – Puerto Montt, supeditada a la estabilidad de tensión en la zona ante las contingencias simples más críticas de la zona.

Las contingencias y casos analizados son los siguientes:

- Caso A: Falla de Unidad 1 de Central Canutillar, en escenario con 2 unidades de Canutillar E/S y CER Pto. Montt F/S.
- Caso B: Falla de Unidad 1 de Central Canutillar, en escenario con 1 unidad de Canutillar E/S y CER Pto. Montt E/S.

El despacho considerado para ambos casos corresponde a uno de alta demanda típico de un día de diciembre. Para el caso B, se despachó adicionalmente algunas unidades de la central Trapén.

La metodología utilizada para determinar los límites por estabilidad de tensión se basa en la disminución de generación aguas abajo (al sur) del tramo en estudio, con el objetivo de aumentar las transferencias por las líneas sujetas a análisis.

a) Caso A: Falla de Unidad 1 unidad de Central Canutillar, en escenario con 2 Unidades de Canutillar E/S y CER Pto. Montt F/S.

En este caso se analiza la operación de la Zona Sur con transferencias máximas por las líneas Rahue – Frutillar Norte y Frutillar Norte – Puerto Montt 2x220 kV, considerando el CER de Puerto Montt F/S.

Para poder mantener las tensiones de las barras de la Zona Sur dentro de los rangos operativos establecidos en la NT de SyCS, considerando el CER de Puerto Montt F/S, fue necesario desconectar ambos reactores de las líneas Frutillar Norte - Puerto Montt 220 kV y considerar las dos unidades de Canutillar y la Central Rucato en servicio. Para determinar las transferencias máximas postcontingencia se efectuaron variaciones en las inyecciones de Central Canutillar U1.

La Figura 5.13 muestra el comportamiento de algunas variables eléctricas en función de las transferencias de potencia en la línea 2x220 Rahue – Puerto Montt, para el Caso A.

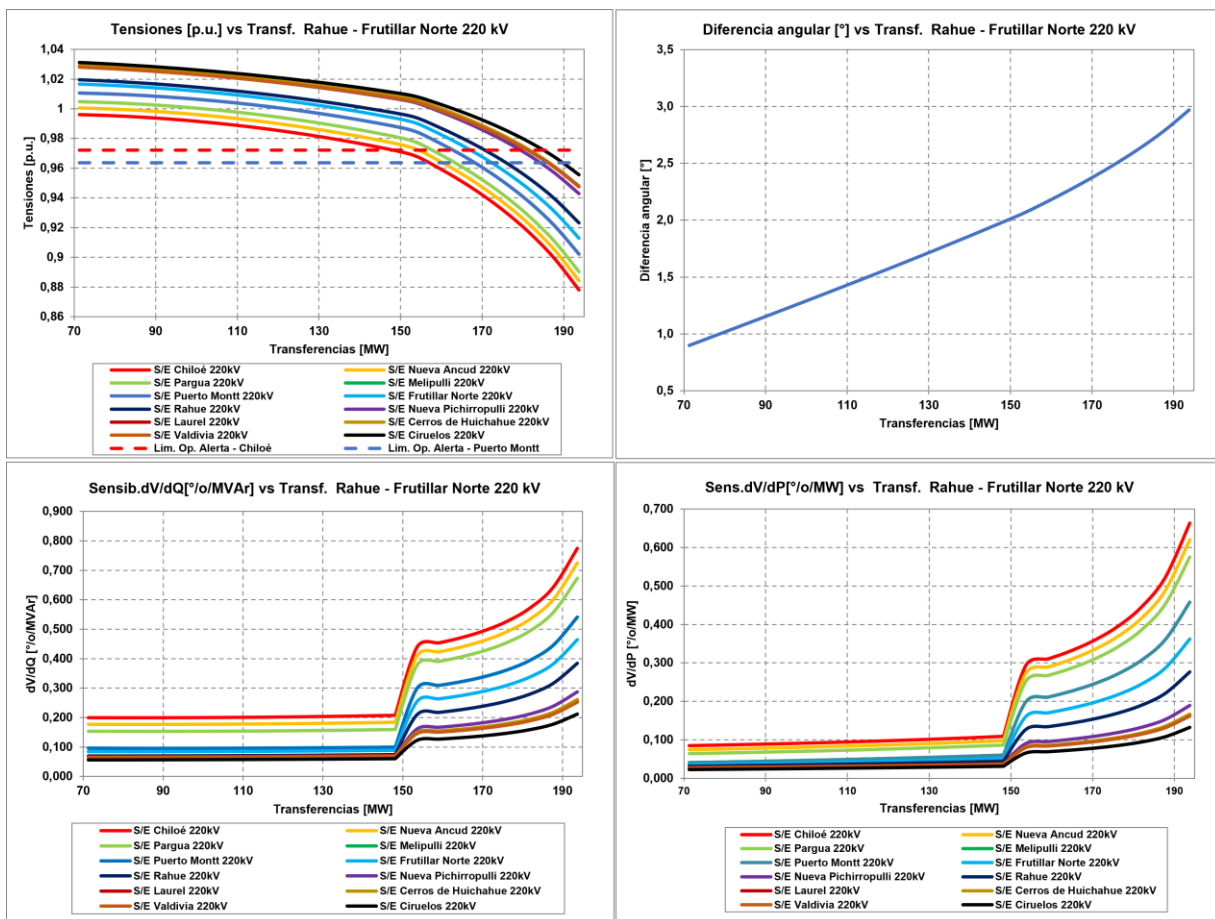


Figura 5.13 : Caso A. Transferencias Rahue – Frutillar Norte 220kV ante la Falla de 1 unidad de la Central Canutillar

A partir de los resultados mostrados en la figura anterior, en la siguiente tabla se resumen las transferencias máximas por las líneas 2x220 kV Rahue – Frutillar Norte y Frutillar Norte – Puerto Montt en forma simultánea diferenciando la causa de la limitación.

Tabla 5.23. Transferencias Máximas Postcontingencia [MW] Caso A.

	Transferencias Máximas Postcontingencia [MW]		
	Regulación de Tensión	Sensibilidades	Pto. Crítico Estabilidad
Rahue – Frutillar Norte 220 kV C1	74	99	99
Rahue – Frutillar Norte 220 kV C2	74	99	99
Frutillar Norte – Puerto Montt 220 kV C1	72	96	96
Frutillar Norte – Puerto Montt 220 kV C2	75	101	101

Las transferencias precontingencia, en el punto crítico de estabilidad se muestran a continuación:

Tabla 5.24. Transferencias precontingencia [MW], Caso A.

	P [MW]
Rahue – Frutillar Norte 220 kV C1	36
Rahue – Frutillar Norte 220 kV C2	36
Frutillar Norte – Puerto Montt 220 kV C1	35
Frutillar Norte – Puerto Montt 220 kV C2	36

b) Caso B: Falla de Unidad 1 de Central Canutillar, en escenario con 1 Unidad de Canutillar E/S y CER Pto. Montt E/S.

En este caso se analiza la operación de la Zona Sur con transferencias máximas por las líneas 2x220 kV Rahue – Frutillar Norte y Frutillar Norte – Puerto Montt. Se consideran 1 unidad de Canutillar y CER de Pto. Montt en servicio. Para determinar las transferencias máximas postcontingencia se efectuaron variaciones en las inyecciones de Central Canutillar U1.

La Figura 5.14 muestra el comportamiento de algunas variables eléctricas en función de las transferencias de potencia en la línea 2x220 kV Rahue – Frutillar Norte, para el Caso B.

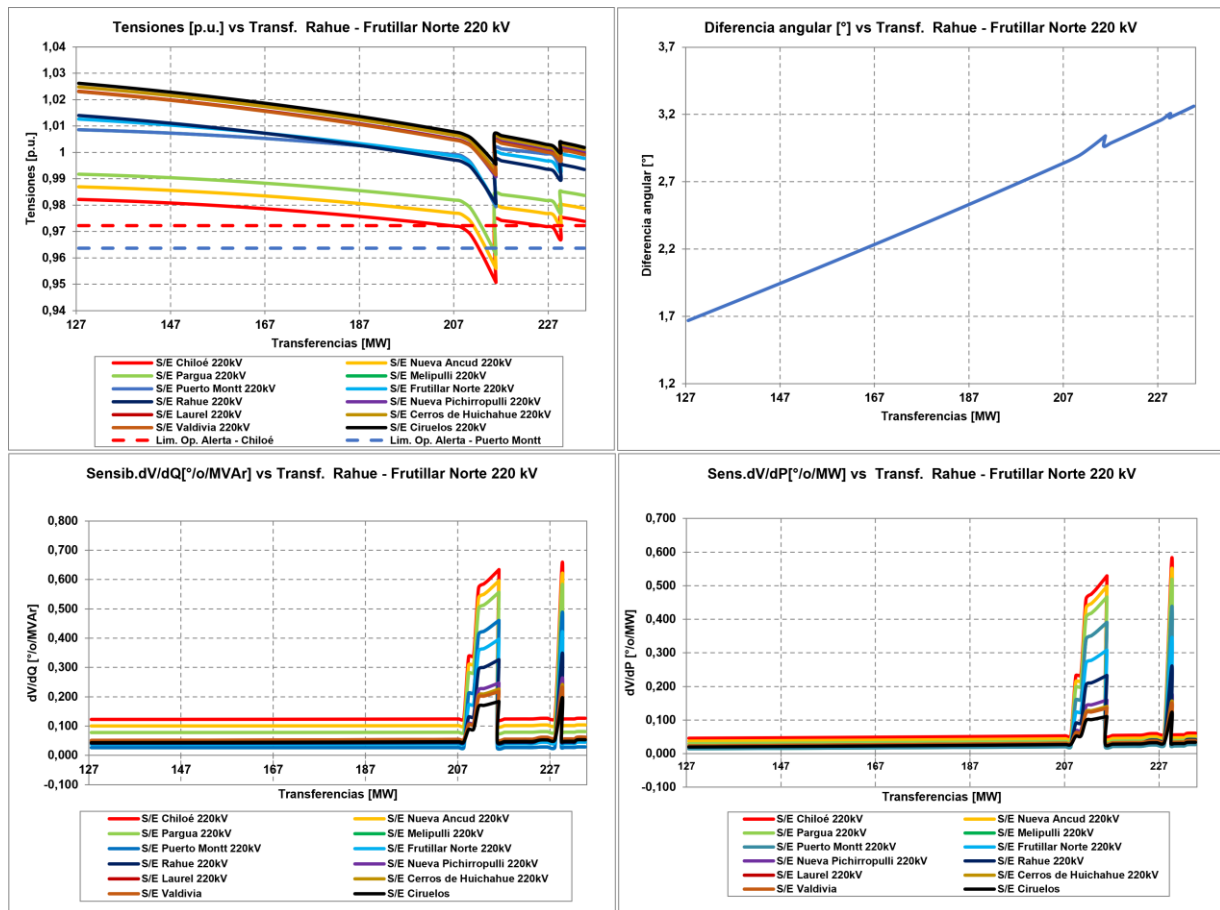


Figura 5.14 : Caso B: Transferencias Rahue – Frutillar Norte 220kV ante Falla de Central Canutillar. Las simulaciones consideran la desconexión de 2 reactores.

A partir de los resultados obtenidos, en la siguiente tabla se resumen las transferencias máximas por la líneaa 2x220 kV Rahue – Frutillar Norte y Frutillar Norte – Puerto Montt en forma simultánea diferenciando la causa de la limitación.

Tabla 5.25. Transferencias Máximas Postcontingencia [MW] Caso B.

	Transferencias Máximas Postcontingencia [MW]		
	Regulación de Tensión	Sensibilidades	Pto. Crítico Estabilidad
Rahue – Frutillar Norte 220 kV C1	103	106	108
Rahue – Frutillar Norte 220 kV C2	103	106	108
Frutillar Norte – Puerto Montt 220 kV C1	99	102	104
Frutillar Norte – Puerto Montt 220 kV C2	105	107	110

Las transferencias precontingencia, en el punto crítico de estabilidad se muestran a continuación:

Tabla 5.26. Transferencias precontingencia [MW], Caso B.

	P [MW]
Rahue – Frutillar Norte 220 kV C1	64
Rahue – Frutillar Norte 220 kV C2	64
Frutillar Norte – Puerto Montt 220 kV C1	62
Frutillar Norte – Puerto Montt 220 kV C2	65

5.9.2 Verificación Dinámica

Se verificó el comportamiento de la recuperación dinámica del sistema debido a la desconexión intempestiva de la Central Canutillar en los escenarios más críticos para dichas fallas, los resultados se muestran en lasiguiente tabla.

Tabla 5.27. Verificación Dinámica zona Sur.

Caso	Elemento fallado	Estabilidad		Comportamiento Tensión			Frecuencia
		Amortiguamiento	Ángulo	V _{min} ≥0,7 en 50ms	V≥0,8 en 1s	V en ±10% en 20s	
Caso A: 2 Unidades de Central Canutillar E/S, CER Puerto Montt F/S,	Unidad 1 de Central Canutillar	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple
Caso B: 1 Unidad de Central Canutillar E/S, CER Puerto Montt E/S	Unidad 1 de Central Canutillar	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple	Cumple

De la tabla anterior se puede concluir que factor de amortiguamiento en todas las simulaciones esta sobre el 5.0 % establecido en la NT. La frecuencia cumple con las exigencias establecidas en todos los casos.

El resultado de las simulaciones dinámicas se encuentra en los Anexos 7.12.

5.9.3 Resumen Zona Sur

Tabla 5.28. Resumen de las restricciones para la zona Sur.

Tramo	SS/EE		Cap. Térmica [MVA] 25° c/sol	Cap. TT/CC [MVA]		Límite por Estabilidad de Tensión		Regulación de Tensión P [MW] (Q) [MVar]	Margen de Seguridad y Comport. Dinámico	Punto de Medida	Limitación del Tramo [MVA] (1)(2)	Causa
	Origen	Destino		Origen	Destino	Caso - Falla, Operación	Postcont					
Charrúa - Mulchén 220kV C1 y C2	Charrúa	Mulchén	2x581	549	915					Mulchén	549	TTCC
Mulchén - Río Malleco 220kV C1 y C2	Mulchén	Río Malleco	2x581	915	731					Río Malleco	581	Conductor
Río Malleco - Cautín 220kV C1 y C2	Río Malleco	Cautín	2x581	731	457					Ambos	457	TTCC
Charrúa - El Rosal 220kV	Charrúa	El Rosal	265	274	343					Ambos	265	Conductor
El Rosal - Duqueco 220kV	El Rosal	Duqueco	265	343	366					Ambos	265	Conductor
Duqueco - Los Peumos 220 kV	Duqueco	Los Peumos	264	366	457					Ambos	264	Conductor
Los Peumos - Temuco 220kV	Los Peumos	Temuco	264	457	343					Ambos	264	Conductor
Temuco - Cautín 220kV C1 y C2	Temuco	Cautín	193	343	549					Ambos	193	Conductor
Cautín - Río Toltén 220kV C1	Cautín	Río Toltén	191	549	s/i					Ambos	191	Conductor
Cautín - Río Toltén 220kV C2	Cautín	Río Toltén	191	549	s/i					Ambos	191	Conductor
Río Toltén - Ciruelos 220kV C1	Río Toltén	Ciruelos	191	s/i	274					Ambos	191	Conductor
Río Toltén - Ciruelos 220kV C2	Río Toltén	Ciruelos	144	s/i	366					Ambos	144	Conductor
Ciruelos - Valdivia 220kV C1	Ciruelos	Valdivia	193	274	366					Ambos	193	Conductor
Ciruelos - Valdivia 220kV C2	Ciruelos	Valdivia	145	366	366					Ambos	145	Conductor
Ciruelos - Cerros de Huichahue 220 kV C1	Ciruelos	Cerros de Huichahue	339	366	366					Ambos	339	Conductor
Ciruelos - Cerros de Huichahue 220 kV C2	Ciruelos	Cerros de Huichahue	354	366	366					Ambos	354	Conductor
Cerros de Huichahue - Pichirropulli 220 kV C1	Cerros de Huichahue	Pichirropulli	339	366	366					Ambos	339	Conductor
Cerros de Huichahue - Pichirropulli 220 kV C2	Cerros de Huichahue	Pichirropulli	354	366	366					Ambos	354	Conductor

Tramo	SS/EE		Cap. Térmica [MVA] 25° c/sol	Cap. TT/CC [MVA]		Limite por Estabilidad de Tensión		Regulación de Tensión P [MW] (Q) [MVA _r]	Margen de Seguridad y Comport. Dinámico	Punto de Medida	Limitación del Tramo [MVA] (1)(2)		Causa
	Origen	Destino		Origen	Destino	Caso - Falla, Operación	Postcont						
Valdivia – Laurel 220 kV C1	Valdivia	Laurel	201	183	457					Valdivia	183		TTCC
Valdivia – Laurel 220 kV C2	Valdivia	Laurel	145	183	457					Ambos	145		Conductor
Laurel – Pichirropulli 220 kV C1	Laurel	Pichirropulli	201	457	366					Ambos	201		Conductor
Laurel – Pichirropulli 220 kV C2	Laurel	Pichirropulli	145	457	366					Ambos	145		Conductor
Pichirropulli – Rahue 220 kV C1	Pichirropulli	Rahue	193	366	229					Ambos	193		Conductor
Pichirropulli - Rahue 220 kV C2	Pichirropulli	Rahue	145	366	229					Ambos	145		Conductor
Rahue - Frutillar Norte 220 kV C1	Rahue	Frutillar Norte	195	229	732	Falla 1 Unidad Canutillar Caso A: 2U Canutillar CER Pto Montt F/S Caso B: 1U Canutillar CER Pto Montt E/S	A: 99 B: 108	A: 74 B: 103	Cumple	Rahue	A B	Precont: 36 Postcont: 74 Precont: 64 Postcont: 103	Estabilidad de Tensión
Rahue - Frutillar Norte 220 kV C2	Rahue	Frutillar Norte	147	229	732		A: 99 B: 108	A: 74 B: 103		Rahue	A B	Precont: 36 Postcont: 74 Precont: 64 Postcont: 103	Estabilidad de Tensión
Frutillar Norte - Puerto Montt 220 kV C1	Frutillar Norte	Pto. Montt	195	732	183		A: 96 B: 104	A: 72 B: 99		Frutillar Norte	A B	Precont: 35 Postcont: 72 Precont: 62 Postcont: 99	Estabilidad de Tensión
Frutillar Norte - Puerto Montt 220 kV C2	Frutillar Norte	Pto. Montt	147	732	183		A: 101 B: 104	A: 75 B: 105		Frutillar Norte	A B	Precont: 36 Postcont: 75 Precont: 65 Postcont: 105	Estabilidad de Tensión

- (1) Todos los valores corresponden a límites postcontingencia de régimen permanente, es decir, para determinar la limitación precontingencia se deben considerar el efecto del aumento de pérdidas, las redistribuciones de flujos postcontingencia y, particularmente la ubicación de la reserva en giro en los casos de contingencias de generación.
Cabe señalar que la aplicación de restricciones térmicas en los distintos tramos de transmisión debe considerar las capacidades que correspondan al momento de su aplicación, de acuerdo con la temperatura ambiente y el efecto sol.
- (2) Bajo ciertas condiciones operacionales es posible operar con transferencias superiores al límite permanente, pero por tiempos reducidos, es decir, sobrecarga admisible de corta duración.

En las siguientes figuras se resumen las restricciones determinadas para los tramos críticos de la zona sur, indicándose la condición de despacho de unidades generadoras considerada.

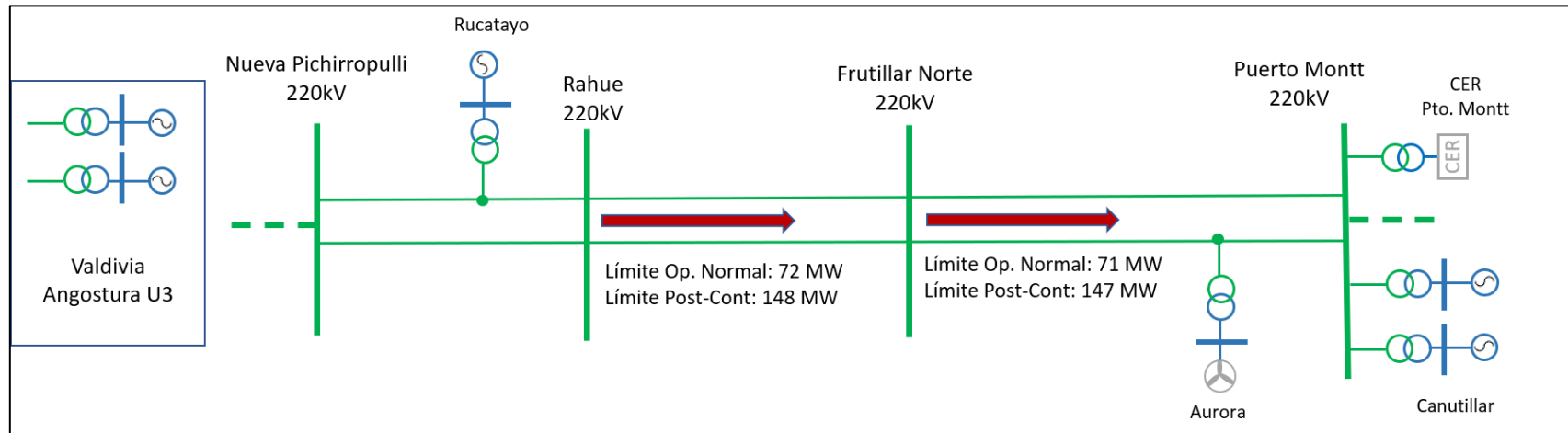


Figura 5.15 : Caso A: Resumen de las restricciones para la zona Sur.

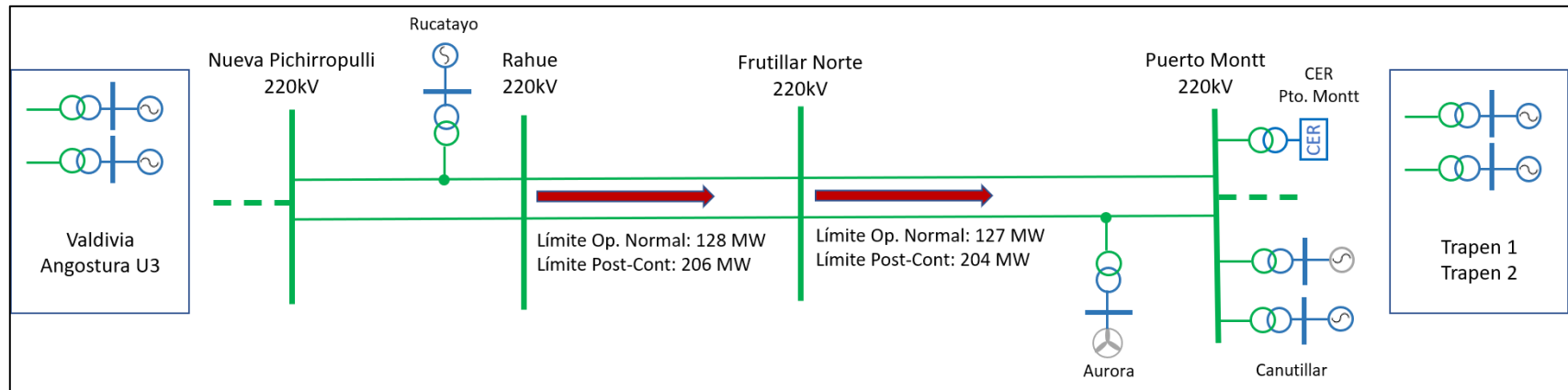


Figura 5.16 : Caso B: Resumen de las restricciones para la zona Sur.

5.10 Líneas de Inyección de Centrales

A continuación, se analizan las limitaciones de las siguientes líneas, verificando la evacuación de generación a plena capacidad:

- Línea 220 kV Charrúa – Ralco.
- Línea 220 kV Antuco – Charrúa.
- Línea 220 kV Pehuenche – Ancoa.
- Línea 220 kV Colbún – Candelaria.
- Línea 220 kV San Luís – Quillota.
- Línea 220 kV Charrúa – Lagunillas y Línea 220 kV Hualpén Lagunillas.
- Línea 220 kV Santa María – Charrúa.

Las limitaciones térmicas por conductor y TTCC se encuentran en los Anexos 7.10.

En el caso particular de la línea San Luís – Quillota, de corta longitud y baja reactancia, las restricciones operativas están supeditadas a la capacidad térmica propia de sus instalaciones de conexión al sistema.

Respecto del resto de estas líneas, no han sufrido cambios topológicos y las nuevas centrales no son un aporte significativo a la potencia de cortocircuito en los nudos de conexión, de manera que estas cumplen con la verificación del comportamiento dinámico (estabilidad transitoria) para plena generación, de acuerdo con lo señalado en versiones previas del estudio y que se resumen en la tabla siguiente.

De acuerdo con lo anterior, el resumen de restricciones es el siguiente.

Tabla 5.29. Resumen de restricciones centrales

Nombre de Línea	SS/EE		Cap. Térmica [MVA]	Capacidad TT/CC [MVA]		Inyección Máxima Verificada en Simulación Dinámica [MW]	Punto de Medida
	Origen	Destino	25° c/sol	Origen	Destino		
220 kV Ralco – Charrúa L1 y L2	Ralco	Charrúa	2x722	2x1000	2x1097	Ralco: 690	Ralco
220 kV Antuco – Trupán – Charrúa L1 y L2	Antuco	Charrúa	2x517	2x457	2x548	Antuco: 264	Antuco
220 kV Colbún – Candelaria L1 y L2	Colbún	Candelaria	2x680	2x914	2x914	Colbún: 460	Colbún
220 kV Pehuenche – Ancoa L1 y L2	Pehuenche	Ancoa	2x517	2x914	2x914	Pehuenche: 550	Pehuenche
220 kV San Luis – Quillota L1 y L2	San Luis	Quillota	2x1974	2x1524	1x1524	Inyección Total: 1476	San Luis
220 kV Charrúa - Lagunillas	Charrúa	Lagunillas	1x410	593	913	Bocamina II: 388	Bocamina II
220 kV Santa María – Charrúa	Santa María	Charrúa	2x516	1370	1097	Santa María: 350	Santa María

6 COMENTARIOS Y CONCLUSIONES

El presente estudio contempla el análisis de las principales restricciones que se presentan en el sistema eléctrico nacional, analizando en detalle aquellos tramos que se consideran críticos, en estos casos se determinarán en forma independiente los límites térmicos y por estabilidad de tensión. Luego de determinar las limitaciones de las distintas líneas se realizó una verificación dinámica para aquellos tramos más exigidos y en las condiciones más críticas de cada zona, comprobándose el cumplimiento de las exigencias de la NTSyCS para el comportamiento dinámico de las distintas variables del sistema.

El estudio consideró un análisis por zonas del Sistema Eléctrico Nacional y se evaluaron las limitaciones que afectan a las líneas de transmisión nacional y aquellas líneas de transmisión zonal que abastecen las zonas de la V Región y Concepción.

Cabe señalar que, para las líneas del Norte Grande, que se conectan a las SS/EE Crucero y Encuentro, se consideró la limitación térmica a 35°C de temperatura ambiente, la cual representa las condiciones más exigentes de la zona del desierto de Atacama.

Cada uno de los límites presentados corresponde a las restricciones postcontingencia de régimen permanente, incluyendo también las transferencias en operación normal del mismo escenario estudiado. Si bien puede existir la posibilidad de sobrecargar algunos equipos por un tiempo reducido (límite de sobrecarga admisible de corta duración) de acuerdo con lo establecido en la NTSyCS, las limitaciones por estas sobrecargas admisibles de corta duración solo incluyen lo referente a los equipos de compensación serie. Además, para la aplicación de las restricciones en algunos tramos, es necesario aplicar factores de redistribución por aquellos vínculos redundantes que se pudieran sobrecargar. Estos factores se presentan en el estudio, y fueron calculados para aquellos tramos con vínculos redundantes.

Los límites operacionales determinados en el presente estudio pueden variar, principalmente debido a las condiciones topológicas y las características del despacho de generación (monto y distribución de la reserva de potencia activa y reactiva) que se presenten en la operación real, por lo que dichos límites son sólo de carácter referencial. En consecuencia, las limitaciones que se apliquen a la operación real estarán supeditadas a las condiciones particulares de operación del sistema que se prevean en el corto plazo, las que serán determinadas por estudios específicos en cada caso.

A continuación, se presenta un resumen de las principales conclusiones para cada zona en estudio.

6.1 Zona Norte Grande

Se realizó un análisis de la inercia mínima necesaria para afrontar la desconexión intempestiva de la unidad U16 en un escenario de demanda alta con altos flujos por el sistema troncal de 500 kV en el sentido sur-norte. Se verificó el cumplimiento de los estándares de recuperación dinámico del sistema ante la desconexión intempestiva de la unidad U16 cuando el valor mínimo de inercia en el norte grande es de 8192 MVAs para una transferencia de 1780 MW por la línea Los Changos – Cumbre 500 kV.

6.2 Zona Norte Chico

Debido a las características de variaciones en la dirección de flujo de potencia que presentan los escenarios de esta zona, se analizaron límites de transmisión en sentido Norte → Sur y en sentido Sur → Norte. Estos límites se calcularon para los principales tramos del sistema de transmisión de la zona, que corresponden a las líneas Los Changos – Cumbre 2x500 kV y Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 2x500 kV, que son los que poseen una mayor longitud superando los 400 km y que en definitiva implican restricciones.

A continuación, se presentan las conclusiones de cada caso analizado en esta zona:

- **Caso A: Falla de un circuito de Línea para los tramos Los Changos – Cumbre 500 kV y Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV con transferencias Norte – Sur.**

En este caso se analizaron las transferencias máximas admisibles de forma simultánea por los tramos Los Changos – Cumbre 500 kV y Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV en el sentido Norte → Sur. Para ambos tramos la contingencia más crítica que define su limitación corresponde a la falla de un circuito del mismo tramo.

Se consideró un escenario de demanda alta de día con alta generación fotovoltaica en la zona norte del SEN, con toda la compensación serie del sistema de 500 kV en servicio, el sistema de 220 kV abierto en S/E Don Héctor hacia el sur y máxima transferencia por el tramo Nueva Maitencillo – Nueva Pan de Azúcar 500 kV. Con respecto al despacho de unidades sincrónicas, se consideraron 9 unidades grandes en servicio en el Norte Grande, 4 unidades de Central Guacolda en servicio a mínimo técnico, 2 ciclos combinados de San Luis en servicio y las centrales Nueva Renca y Rapel fuera de servicio.

La limitación para la línea Los Changos – Cumbre 500 kV queda impuesta por el límite por estabilidad dinámica, específicamente por el amortiguamiento de las oscilaciones de potencia. Se determinó una transferencia máxima de 1430 MW post contingencia, correspondiente a una transferencia precontingencia de 1410 MW.

La limitación para la línea Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV queda impuesta por el límite por regulación de tensión. Se determinó una transferencia máxima de 1945 MW postcontingencia, correspondiente, en las condiciones más desfavorables de ubicación de la reserva, a una transferencia precontingencia de 1985 MW.

Se hace notar que el límite de transmisión del tramo Los Changos – Cumbre 500 kV es sensible al número de unidades sincrónicas en servicio en el Norte Grande y, por su parte, el límite de transmisión del tramo Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV es sensible al número de unidades sincrónicas en servicio en la zona Centro.

- **Caso B: Falla de un circuito de Línea para los tramos Los Changos – Cumbre 500 kV y Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV con transferencias Sur → Norte**

En el escenario analizado se consideró una condición de demanda alta de noche con el un reducido número de unidades en la zona del Norte Grande, con 3 unidades de Central Guacolda en servicio y con baja generación de los parques eólicos de la zona norte del SEN. En estas condiciones se presentan transferencias altas en el sentido Sur - Norte a través de todos los tramos del sistema de 500 kV comprendido entre las SS/EE Los Changos y Polpaico.

En este caso la contingencia más crítica para los tramos analizados corresponde a la falla de un circuito paralelo. La limitación por regulación de tensión de la línea Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV es de a 2010 MW postcontingencia y la limitación por regulación de tensión de la línea Los Changos – Cumbre 500 kV es de a 1860 MW postcontingencia. Luego, y al considerar las condiciones más desfavorables, se tiene un límite precontingencia de 2040 MW para la línea Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV y de 1780 MW para la línea Los Changos – Cumbre 500 kV.

En todos los casos analizados las restricciones determinadas son menores que las capacidades térmicas de los respectivos conductores y elementos serie. En los demás tramos del sistema de 500 kV del Norte Chico no se presenta ningún tipo de limitación por estabilidad de tensión.

El resto de las restricciones de la zona corresponden a capacidades térmicas de conductores y TTCC.

6.3 Zona Centro (500, 220 y 154 kV)

Los sistemas centro de 220 y 154 kV, corresponden a tramos con restricciones térmicas por conductor o por TTCC.

En el sistema centro de 500 kV, la contingencia más crítica es la salida intempestiva de la U16 de la Central Tocopilla con 380 MW, con altas transferencias por el sistema de 500 kV Sur desde S/E Charrúa. En estas condiciones se alcanzaron transferencias postcontingencia del orden de 3440 MW por el tramo Ancoa - Alto Jahuel 500 kV, sin detectarse problemas de tensión y habiendo alcanzado la mayor generación prevista de S/E Charrúa al Sur, considerando generación sincronica y a partir de parques eólicos, además en el sector al norte de la S/E Alto Jahuel 500 kV se contaba con bajo soporte de potencia reactiva proveniente de unidades síncronas al no estar en servicio la Central Rapel, los ciclos combinados en el sector de San Luis, ni tampoco la central Nueva Ventanas.

Las simulaciones dinámicas realizadas, cumplen con todos los criterios y exigencias de la NTSyCS. Además, se analizaron los factores de redistribución de flujos relacionados con las diversas contingencias o condiciones operacionales presentadas y debido a la redundancia de vínculos que presenta la zona.

En resumen, en las condiciones más exigentes para dichas transferencias y para la contingencia más crítica no se obtienen problemas operativos, obteniendo límites por la capacidad térmica del sistema de transmisión.

6.4 Zona V Región

De acuerdo con la topología de esta zona (líneas cortas), no se observan problemas de tensión para los escenarios estudiados. Las restricciones de las principales líneas de la zona corresponden a limitaciones por conductor para el tramo Quillota – San Pedro y por el transformador de poder Agua Santa 220/110 kV en línea con lo definido en la Minuta DAOP N°1/2019.

6.1 Zona Concepción

De acuerdo con la topología de esta zona (líneas cortas), no se observan problemas de tensión para los escenarios estudiados. Las restricciones de las líneas de la zona corresponden a limitaciones por conductor de la línea y por transformadores de poder serie.

6.2 Zona Sur

En escenarios con una unidad de la central Canutillar F/S o el CER de Puerto Montt F/S, bajo una contingencia en una de las unidades de la central Canutillar, se pierde la capacidad de regulación de tensión en la barra de Chiloé 220 kV, para transferencias de potencia por las líneas 2x220 kV Rahue – Frutillar Norte y Frutillar Norte – Puerto Montt menores a su capacidad térmica. En ese sentido, se obtienen transferencias máximas de 148 y 206 MW por la línea Rahue – Frutillar Norte, para los casos A y B respectivamente.

El resto de las restricciones de la zona corresponden a capacidades térmicas de conductores y TTCC.

7 ANEXOS

7.1 Zona Norte Grande

7.1.1 Capacidad Térmica de Líneas

Nombre línea	Nombre Sección tramo	Circuitos	Conductor	Capacidad Térmica con Sol [MVA]									
				0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C
Cóndores - Parinacota	Cóndores - Parinacota	1x220 kV	1 x AAAC Flint	308	289	269	248	224	197	166	127	67	0
Puerto Patache - Cóndores	Puerto Patache - Cóndores	1x220 kV	1 x AAAC Flint	308	289	269	248	224	197	166	127	67	0
Tarapacá - Puerto Patache C1 y C2	Tarapacá - Puerto Patache	2x220 kV	1 x AAAC Flint	308	289	269	248	224	197	166	127	67	0
Tarapacá - Geoglifos C1 y C2	Tarapacá - Geoglifos	2x220 kV	1 x ACAR 1200 MCM	417	391	364	333	300	262	217	160	60	0
Geoglifos - Lagunas C1 y C2	Geoglifos - Lagunas	2x220 kV	1 x ACAR 1200 MCM	417	391	364	333	300	262	217	160	60	0
Lagunas - Nueva Pozo Almonte	Lagunas - Est 475	1x220 kV	1 x AAAC Flint	304	286	267	245	222	195	164	125	66	0
	Est 475 - Est 644	1x220 kV	1 x AAAC Flint	304	286	267	245	222	195	164	125	66	0
	Est 644 - Nueva Pozo Almonte	1x220 kV	1 x AAAC Flint	291	273	253	232	208	181	149	108	0	0
Nueva Pozo Almonte - Pozo Almonte	Nueva Pozo Almonte - Est 647	1x220 kV	1 x AAAC Flint	291	273	253	232	208	181	149	108	0	0
	Est 647 - Est 653	1x220 kV	1 x AAAC Flint	305	286	267	245	222	195	164	125	66	0
	Est 653 - Pozo Almonte	1x220 kV	1 x AAAC Flint	305	286	267	245	222	195	164	125	66	0
Lagunas - Collahuasi C1 y C2	Lagunas - Est 180	2x220 kV	1 x AAAC Flint	274	257	239	219	197	171	141	103	32	0
	Est 180 - Est 202	2x220 kV	1 x ACSR Blujay	370	346	320	292	261	225	181	122	0	0
	Est 202 - Est 296	2x220 kV	1 x ACSR Blujay	364	341	316	288	256	221	177	117	0	0
	Est 296 - Collahuasi	2x220 kV	1 x ACSR Blujay	364	341	316	288	256	221	177	117	0	0
Encuentro - Collahuasi C1	Encuentro - Est. 346	1x220 kV	1 x AAAC Flint	291	275	257	238	217	193	167	134	89	0
	Est. 346 - Est. 399	1x220 kV	1 x ACSR Blujay	399	376	351	324	295	261	222	174	106	0
	Est 399 - Collahuasi	1x220 kV	1 x ACSR Blujay	372	350	326	300	271	239	200	152	77	0
Encuentro - Collahuasi C2	Encuentro - Est. 346	1x220 kV	1 x AAAC Flint	308	293	277	260	241	221	198	172	141	100
	Est. 346 - Est. 399	1x220 kV	1 x ACSR Blujay	424	403	380	356	330	301	268	231	186	124
	Est 399 - Collahuasi	1x220 kV	1 x ACSR Blujay	396	376	354	331	305	277	246	209	164	99
Encuentro - Ana María C1 y C2	Encuentro - Est 70-1	2x220 kV	1 x ACAR 900 MCM	420	405	389	372	354	335	315	294	270	244
	Est 70-1 - Ana María	2x220 kV	1 x ACAR 900 MCM	425	409	393	375	357	337	317	294	270	242
Ana María - Lagunas C1 y C2	Ana María - Est 71-1	2x220 kV	1 x ACAR 900 MCM	425	409	393	375	357	337	317	294	270	242
	Est 71-1 - Lagunas	2x220 kV	1 x ACAR 900 MCM	420	405	389	372	354	335	315	294	270	244
María Elena - Kimal C1 y C2	María Elena - Est. 3	2x220 kV	1 x AAAC Flint	327	311	294	276	256	235	211	183	151	109
	Est. 3 - Est. 4	2x220 kV	1 x AAAC Greeley	413	397	381	365	347	328	307	285	261	235
	Est. 4 - Est. L1A	2x220 kV	1 x AAAC Greeley	413	397	381	365	347	328	307	285	261	235
	Est. L1A - Kimal	2x220 kV	1 x AAAC Greeley	412	396	380	364	346	327	306	284	260	234
Frontera - María Elena C1 y C2	Frontera - María Elena	2x220 kV	1 x AAAC Flint	316	300	283	265	245	223	199	171	138	92

Nombre línea	Nombre Sección tramo	Circuitos	Conductor	Capacidad Térmica con Sol [MVA]									
				0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C
Frontera - San Simón	Frontera - San Simón	1x220 kV	1 x AAAC Flint	316	300	283	265	245	223	199	171	138	92
Lagunas - Frontera	Lagunas - Tap Quillagua	1x220 kV	1 x AAAC Flint	316	300	283	265	245	223	199	171	138	92
	Tap Quillagua - Frontera	1x220 kV	1 x AAAC Flint	316	300	283	265	245	223	199	171	138	92
Lagunas - San Simón	Lagunas - Tap Nueva Victoria	1x220 kV	1 x AAAC Flint	327	311	294	276	256	234	210	183	150	108
	Tap Nueva Victoria - San Simón	1x220 kV	1 x AAAC Flint	327	311	294	276	256	234	210	183	150	108
Crucero - Kimal C1 y C2	Crucero - Est. T1	2x220 kV	2 x ACCC DOVE	565	538	508	477	443	406	365	318	263	191
	Est. T1 - Kimal	2x220 kV	2 x ACAR 900 MCM	1229	1185	1138	1089	1038	983	925	862	793	718
Kimal - Encuentro C1 y C2	Kimal - Est. T40	2x220 kV	2 x ACAR 900 MCM	1229	1185	1138	1089	1038	983	925	862	793	718
	Est. T40 - Encuentro	2x220 kV	2 x ACCC DOVE	565	538	508	477	443	406	365	318	263	191
Kimal - Nueva Chuquicamata C1 y C2	Kimal - Nueva Chuquicamata	2x220 kV	1 x AAC Corepsis	671	650	628	605	580	555	528	499	468	434
Nueva Chuquicamata - Salar	Nueva Chuquicamata - Salar	1x220 kV	1 x AAC Corepsis	671	650	628	605	580	555	528	499	468	434
Nueva Chuquicamata - Chuquicamata	Nueva Chuquicamata - Chuquicamata	1x220 kV	1 x AAC Corepsis	671	650	628	605	580	555	528	499	468	434
Salar - Chuquicamata	Chuquicamata - Est 340	1x220 kV	1 x AAC Corepsis	579	558	535	511	485	458	429	397	362	323
	Est 340 - Salar	1x220 kV	1 x AAC Corepsis	579	558	535	511	485	458	429	397	362	323
Calama Nueva - Nueva Chuquicamata	Calama Nueva - Nueva Chuquicamata	1x220 kV	1 x ACAR 900 MCM	818	787	754	720	683	644	602	557	508	452
Calama Nueva - Salar	Calama Nueva - Salar	1x220 kV	1 x ACAR 950 MCM	430	414	398	380	362	343	322	299	275	248
Chacaya - Crucero	Chacaya - Crucero	2x220 kV	1 x AAAC FLINT	336	324	311	298	284	269	253	235	216	195
Laberinto - Kimal C1 y C2	Laberinto - Kimal	2x220 kV	1 x AAAC Greeley	455	438	420	401	381	360	338	314	287	258
Miraje - Encuentro C1 y C2	Miraje - Est. 386	2x220 kV	2 x ACAR 700 MCM	604	567	528	486	439	386	324	246	125	0
	Est. 386 - Encuentro	2x220 kV	2 x ACAR 700 MCM	604	567	528	486	439	386	324	246	125	0
Atacama - Miraje C1	Atacama - Est. 55	2x220 kV	2 x ACAR 700 MCM	604	567	528	486	439	386	324	246	125	0
	Est. 55 - Est. 86	2x220 kV	2 x ACAR 700 MCM	604	567	528	486	439	386	324	246	125	0
	Est. 86 - Tap Enlace	2x220 kV	2 x ACAR 700 MCM	604	567	528	486	439	386	324	246	125	0
	Tap Enlace - Est. 382	2x220 kV	2 x ACAR 700 MCM	604	567	528	486	439	386	324	246	125	0
	Est. 382 - Miraje	2x220 kV	2 x ACAR 700 MCM	604	567	528	486	439	386	324	246	125	0
Atacama - Miraje C2	Atacama - Est. 55	2x220 kV	2 x ACAR 700 MCM	604	567	528	486	439	386	324	246	125	0
	Est. 55 - Est. 86	2x220 kV	2 x ACAR 700 MCM	604	567	528	486	439	386	324	246	125	0
	Est. 86 - Est. 382	2x220 kV	2 x ACAR 700 MCM	604	567	528	486	439	386	324	246	125	0
	Est. 382 - Miraje	2x220 kV	2 x ACAR 700 MCM	604	567	528	486	439	386	324	246	125	0
Atacama - Esmeralda	Atacama - Esmeralda	1x220 kV	1 x AAAC Flint	308	289	269	248	224	197	166	127	67	0
Atacama - Ohiggins C1 y C2	Atacama - O'higgins	2x220 kV	1 x AAAC FLINT	349	336	322	309	294	279	263	246	228	208
Kapatur - Ohiggins C1 y C2	Kapatur - O'higgins	2x220 kV	2 x ACAR 1200 MCM	1010	972	933	914	871	824	774	721	662	597

Nombre línea	Nombre Sección tramo	Circuitos	Conductor	Capacidad Térmica con Sol [MVA]									
				0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C
Kapatur – Laberinto C1 y C2	Kapatur - Laberinto	2x220 kV	2 x ACAR 1200 MCM	1064	1025	985	942	897	849	798	742	682	616
Changos - Kapatur C1 y C2	Changos - Kapatur	2x220 kV	4 x AAC Narcissous	2192	2111	2026	1937	1843	1744	1637	1523	1398	1260
Chacaya - El Cobre C1 y C2	Chacaya - El Cobre	2x220 kV	1 x ACAR 1500 MCM	573	553	533	523	500	476	451	423	393	361
Chayaca - Mantos Blancos	Chayaca - Mantos Blancos	1x220 kV	1 x AAAC GREELEY	347	326	303	279	251	220	184	138	64	S/i
Laberinto - Mantos Blancos	Laberinto - Mantos Blancos	1x220 kV	1 x AAAC FLINT	341	328	316	302	287	272	256	238	218	197
Chacaya - Mejillones	Chacaya - Mejillones	1x220 kV	1 x AAAC GREELEY	353	332	309	284	256	225	188	142	70	S/i
Mejillones - O'higgins	Mejillones - O'higgins	1x220 kV	1 x AAAC CANTON	211	200	188	176	162	147	130	111	87	54
Andes - Laberinto	Andes - Tap Oeste	1x220 kV	1 x AAAC Flint	341	328	314	300	285	269	251	233	212	189
	Tap Oeste - Laberinto	1x220 kV	1 x AAAC Flint	338	325	312	298	283	267	249	231	210	187
Laberinto – Nueva Zaldivar C1 y C2	Laberinto – Nueva Zaldivar	2x220 kV	1 x AAAC Greeley	450	434	418	400	382	362	342	320	296	269
Andes - Nueva Zaldivar	Andes - Nueva Zaldivar	1x220 kV	1 x ACAR 1100 MCM	449	432	414	394	374	352	329	303	275	243
O'higgins - Domeyko	O'higgins - Domeyko	1x220 kV	1 x AAAC FLINT	382	369	355	341	326	310	292	274	255	233
O'higgins - Puri	O'higgins - Puri	1x220 kV	1 x AAAC FLINT	382	369	355	341	326	310	292	274	255	233
Puri - Domeyko	Puri - Domeyko	1x220 kV	1 x AAAC FLINT	382	369	355	341	326	310	292	274	255	233
O'higgins - Farellón	O'higgins - Farellón	1x220 kV	1 x AAAC FLINT	382	369	355	341	326	310	292	274	255	233
Farellón - Chimborazo	Farellón - Chimborazo	1x220 kV	1 x AAAC FLINT	382	369	355	341	326	310	292	274	255	233
Chimborazo - Domeyko	Chimborazo - Domeyko	1x220 kV	1 x AAAC FLINT	382	369	355	341	326	310	292	274	255	233
Encuentro - Centinela	Encuentro - Centinela	1x220 kV	1 x AAAC Flint	345	332	318	304	289	272	255	237	216	193
Centinela - Esperanza	Centinela - Esperanza	1x220 kV	1 x AAAC Flint	345	332	318	304	289	272	255	237	216	193
Centinela - El Tesoro	Centinela - El Tesoro	1x220 kV	1 x AAAC Flint	345	332	318	304	289	272	255	237	216	193
El Cobre - Esperanza C1 y C2	El Cobre - Esperanza	2x220 kV	1 x AAAC Flint	277	259	239	218	194	167	133	88	0	0
Laberinto - El Cobre	Laberinto - El Cobre	1x220 kV	1 x AAAC Flint	345	332	318	304	288	272	255	236	215	192
Kimal – Changos C1 y C2	Kimal – Changos	2x500 kV	4 x AAC Verbena	3391	3268	3139	3004	2862	2711	2549	2375	2186	1976

Capacidad Térmica de Líneas

S/i: sin información

7.1.2 Capacidad Térmica de TTCC

Línea	Subestación	Paño	Relación de Transformación	Capacidad [A]	Capacidad (MVA)
Kimal – Los Changos 500kV C1 y C2	Kimal	K2/K3	3000/1	3600	3118
	Kimal	K5/K6	3000/1	3600	3118
	Los Changos	K10/K11	3000/1	3600	3118
	Los Changos	K13/K14	3000/1	3600	3118
Atacama - Esmeralda	Atacama	J11	800/5	960	366
	Esmeralda	JT1	s/i	s/i	s/i
Atacama - O'Higgins C1 y C2	Atacama	J3	800/5	960	366

Línea	Subestación	Paño	Relación de Transformación	Capacidad [A]	Capacidad (MVA)
	Atacama	J10	800/5	960	366
	O'Higgins	J8	1000/5	1200	457
	O'Higgins	J6	1000/5	1200	457
Kapatur - O'Higgins C1 y C2	Kapatur	J13/J14	2000/1	2400	915
	Kapatur	J15/J16	2000/1	2400	915
	O'Higgins	J7	3000/5	3600	1372
	O'Higgins	J10	3000/5	3600	1372
Kapatur - Laberinto C1 y C2	Kapatur	J1/J2	2000/1	2400	915
	Kapatur	J3/J4	2000/1	2400	915
	Laberinto	J11	2000/1	2400	915
	Laberinto	J13	2000/1	2400	915
Changos - Kapatur C1 y C2	Changos	J10/J11	4000/1	4800	1829
	Changos	J7/J8	4000/1	4800	1829
	Kapatur	J17/J18	4000/1	4800	1829
	Kapatur	J19/J20	4000/1	4800	1829
Chacaya - El Cobre C1 y C2	Chacaya	J6	1200/1	1440	549
	Chacaya	J7	1200/1	1440	549
	El Cobre	J2	2000/5	2400	915
	El Cobre	J3	2000/5	2400	915
Chacaya - Mantos Blancos	Chacaya	J2	800/5	960	366
	Mantos Blancos	J02L	800/5	960	366
Laberinto - Mantos Blancos	Laberinto	J05L	1200/1	1440	549
	Mantos Blancos	J04L	1200/5	1440	549
Chacaya - Mejillones	Chacaya	J1	800/5	960	366
	Mejillones	J1	800/5	960	366
Mejillones - O'Higgins	Mejillones	J2	800/5	960	366
	O'Higgins	J1	800/5	960	366
Laberinto - Andes	Laberinto	J08L	600/5	720	274
	Andes	J3	800/1	960	366
Laberinto - Nueva Zaldívar C1 y C2	Laberinto	J07L	1200/1	1440	549
	Laberinto	J10L	1200/1	1440	549
	Nueva Zaldívar	J03L	1000/1	1200	457
	Nueva Zaldívar	J06L	1200/1	1440	549
Andes - Nueva Zaldívar C1 y C2	Andes	J4	1200/1	1440	549
	Andes	J10	600/5	720	274
	Nueva Zaldívar	J02L	600/5	720	274
	Nueva Zaldívar	J01L	800/5	960	366
O'Higgins - Domeyko	O'Higgins	J2	800/5	960	366

Línea	Subestación	Paño	Relación de Transformación	Capacidad [A]	Capacidad (MVA)
	Domeyko	J2	800/5	960	366
O'Higgins - Puri	O'Higgins	J5	1000/5	1200	457
	Puri	J1	1000/5	1200	457
Puri - Domeyko	Puri	J2	1000/5	1200	457
	Domeyko	J3	800/5	960	366
O'Higgins - Farellón	O'Higgins	J9	1000/5	1200	457
	Farellón	J1	1000/5	1200	457
Farellón - Chimborazo	Farellón	J2	1000/5	1200	457
	Chimborazo	J1	1000/5	1200	457
Chimborazo - Domeyko	Chimborazo	J2	1000/5	1200	457
	Domeyko	J4	800/5	960	366
El Tesoro - Esperanza	El Tesoro	J2	400/5	480	183
	Esperanza	JL2	800/5	960	366
El Cobre – Esperanza C1 y C2	El Cobre	J4	600/5	720	274
	El Cobre	J5	600/5	720	274
	Esperanza	JL1	600/5	720	274
	Esperanza	JL3	600/5	720	274
Laberinto - El Cobre	Laberinto	J061/J062	1200/1	1440	549
	El Cobre	J1/J7	1200/5	1440	549
Cóndores – Parinacota	Cóndores	J2	800/5	960	366
	Parinacota	J1	800/1	960	366
Puerto Patache - Condores	Puerto Patache	J3	s/i	s/i	s/i
	Condores	J1	800/1	960	366
Tarapacá – Puerto Patache C1 y C2	Tarapacá	J3	800/5	960	366
	Puerto Patache	J1	s/i	s/i	s/i
	Tarapacá	J4	s/i	s/i	s/i
	Puerto Patache	J4	s/i	s/i	s/i
Geoglifos – Lagunas C1 y C2	Geoglifos	J3	s/i	s/i	s/i
	Lagunas	J5	800/5	960	366
	Geoglifos	J6	s/i	s/i	s/i
	Lagunas	J6	800/5	960	366
Tarapacá – Geoglifos C1 y C2	Tarapacá	J1	800/5	960	366
	Geoglifos	J1	s/i	s/i	s/i
	Tarapacá	J2	800/5	960	366
	Geoglifos	J4	s/i	s/i	s/i
Lagunas - Nueva Pozo Almonte	Lagunas	J7	400/5	480	183
	Nueva Pozo Almonte	J9	400/1	480	183
Nueva Pozo Almonte – Pozo Almonte	Nueva Pozo Almonte	J7	400/1	480	183

Línea	Subestación	Paño	Relación de Transformación	Capacidad [A]	Capacidad (MVA)
	Pozo Almonte	J1	400/1	480	183
Lagunas – Collahuasi C1 y C2	Lagunas	J3	400/5	480	183
	Lagunas	J4	400/5	480	183
	Collahuasi	JL1	600/5	720	274
	Collahuasi	JL2	600/5	720	274
Encuentro – Collahuasi C1 y C2	Encuentro	J8	800/5	960	366
	Encuentro	J9	800/5	960	366
	Collahuasi	JL3	600/5	720	274
	Collahuasi	JL4	600/5	720	274
Encuentro – Ana María C1 y C2	Encuentro	J17	2000/1	2400	915
	Encuentro	J18	2000/1	2400	915
	Ana María	J2/J3	s/i	s/i	s/i
	Ana María	J5/J6	s/i	s/i	s/i
Ana María - Lagunas C1 y C2	Ana María	J1/J2	s/i	s/i	s/i
	Ana María	J4/J5	s/i	s/i	s/i
	Lagunas	J8	2000/1	2400	915
	Lagunas	J9	2000/1	2400	915
Kimal – María Elena C1 y C2	Kimal	J14/J15	1000/1	1200	457
	Kimal	J8/J9	1000/1	1200	457
	María Elena	J4/J5	400/1	480	183
	María Elena	J2/J7	400/1	480	183
María Elena - Frontera C1 y C2	María Elena	J3/J4	400/1	480	183
	María Elena	J7/J6	400/1	480	183
	Frontera	J2/J3	1200/1	1440	549
	Frontera	J5/J6	1200/1	1440	549
Frontera - Lagunas	Frontera	J4/J5	1200/1	1440	549
	Lagunas	J1	600/5	720	274
Frontera – San Simón	Frontera	J1/J2	1200/1	1440	549
	San Simón	J1/J2	800/5	960	366
San Simón - Lagunas	San Simón	J4/J5	800/5	960	366
	Lagunas	J2	600/5	720	274
Crucero – Kimal C1 y C2	Crucero	J15	2500/5	3000	1143
	Crucero	J16	2500/5	3000	1143
	Kimal	J4/J5	3000/1	3600	1372
	Kimal	J1/J2	3000/1	3600	1372
Kimal – Encuentro C1 y C2	Kimal	J5/J6	3000/1	3600	1372
	Kimal	J2/J3	3000/1	3600	1372
	Encuentro	J2	2500/5	3000	1143

Línea	Subestación	Paño	Relación de Transformación	Capacidad [A]	Capacidad (MVA)
	Encuentro	J3	2500/5	3000	1143
Kimal - Nueva Chuquicamata C1 y C2	Kimal	J10/J11	1000/1	1200	457
	Nueva Chuquicamata	J3	s/i	s/i	s/i
	Kimal	J16/J17	1000/1	1200	457
	Nueva Chuquicamata	J6	s/i	s/i	s/i
Nueva Chuquicamata – Salar	Nueva Chuquicamata	J4	s/i	s/i	s/i
	Salar	J6B	1000/5	1200	457
Nueva Chuquicamata – Chuquicamata	Nueva Chuquicamata	J1	s/i	s/i	s/i
	Chuquicamata	J7B	600/1	720	274
Salar – Chuquicamata	Salar	J6C	1000/5	1200	457
	Chuquicamata	J6C	600/5	720	274
Salar – Calama Nueva	Salar	J30	500/5	600	229
	Calama Nueva	JL1	1000/1	1200	457
Chacaya – Crucero	Chacaya	J3	800/5	960	366
	Crucero	J6	800/5	960	366
Kimal – Laberinto C1 y C2	Kimal	J11/J12	1000/1	1200	457
	Kimal	J17/J18	1000/1	1200	457
	Laberinto	J091/J092	1200/1	1440	549
	Laberinto	J021/J022	1200/1	1440	549
Encuentro – Miraje C1 y C2	Encuentro	J7	2000/1	2400	915
	Encuentro	J6	2000/1	2400	915
	Miraje	J4/J5	1200/1	1440	549
	Miraje	J7/J8	1200/1	1440	549
Atacama – Miraje C1 y C2	Atacama	J5	1600/5	1920	732
	Atacama	J8	1600/5	1920	732
	Miraje	J5/J6	1200/1	1440	549
	Miraje	J8/J9	1200/1	1440	549
Encuentro – El Tesoro	Encuentro	J4	400/5	480	183
	El Tesoro	J1	400/5	480	183

Capacidad Térmica de TTCC

7.2 Zona Norte Chico 500 kV

7.2.1 Capacidad Térmica de Líneas

Nombre	Circuitos	Conductor	Capacidad Térmica con Sol [MVA]										
			0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	
Los Changos – Cumbre C1	1x500 kV	4 x ACAR	3566	3462	3354	3243	3126	3004	2875	2740	2595	2441	
Los Changos – Cumbre C2	1x500 kV	4 x ACAR	3566	3462	3354	3243	3126	3004	2875	2740	2595	2441	

Nombre	Circuitos	Conductor	Capacidad Térmica con Sol [MVA]									
			0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C
Cumbre - Nueva Cardones C1	1x500 kV	4 x ACAR	3566	3462	3354	3243	3126	3004	2875	2740	2595	2441
Cumbre - Nueva Cardones C2	1x500 kV	4 x ACAR	3566	3462	3354	3243	3126	3004	2875	2740	2595	2441
Nueva Cardones - Nueva Maitencillo C1	1x500 kV	4 x ACAR	3134	2996	2852	2698	2533	2356	2163	1950	1707	1422
Nueva Cardones - Nueva Maitencillo C2	1x500 kV	4 x ACAR	3134	2996	2852	2698	2533	2356	2163	1950	1707	1422
Nueva Maitencillo - Nueva Pan de Azúcar C1	1x500 kV	4 x ACAR	3134	2996	2852	2698	2533	2356	2163	1950	1707	1422
Nueva Maitencillo - Nueva Pan de Azúcar C2	1x500 kV	4 x ACAR	3134	2996	2852	2698	2533	2356	2163	1950	1707	1422
Nueva Pan de Azúcar - Polpaico C1	1x500 kV	4 x ACAR	3134	2996	2852	2698	2533	2356	2163	1950	1707	1422
Nueva Pan de Azúcar - Polpaico C2	1x500 kV	4 x ACAR	3134	2996	2852	2698	2533	2356	2163	1950	1707	1422

Capacidad Térmica de Líneas

S/i: Sin información

7.2.2 Capacidad Térmica de TTCC

Línea	Subestación	Paño	Relación de Transformación	Capacidad [A]	Capacidad (MVA)
Los Changos – Cumbre C1 y C2	Los Changos	K5/K6	2500/1	2500	2598
	Los Changos	K8/K9	2500/1	2500	2598
	Cumbre	K1/K2	2500/1	2500	2598
	Cumbre	K4/K5	2500/1	2500	2598
Cumbre - Nueva Cardones C1 y C2	Cumbre	K2/K3	2500/1	2500	2598
	Cumbre	K5/K6	2500/1	2500	2598
	N. Cardones	K11/K12	2500/1	2500	2598
	N. Cardones	K8/K9	2500/1	2500	2598
Nueva Cardones - Nueva Maitencillo C1 y C2	N. Cardones	K2/K3	2500/1	2500	2598
	N. Cardones	K5/K6	2500/1	2500	2598
	N. Maitencillo	K11/K12	2500/1	2500	2598
	N. Maitencillo	K8/K9	2500/1	2500	2598
Nueva Maitencillo - Nueva Pan de Azúcar C1 y C2	N. Maitencillo	K10/K11	2500/1	2500	2598
	N. Maitencillo	K7/K8	2500/1	2500	2598
	N. Pan de Azúcar	K8/K9	2500/1	2500	2598
	N. Pan de Azúcar	K11/K12	2500/1	2500	2598
Nueva Pan de Azúcar - Polpaico C1 y C2	N. Pan de Azúcar	K7/K8	2500/1	2500	2598
	N. Pan de Azúcar	K10/K11	2500/1	2500	2598
	Polpaico	K3	2000/1	2000	2078
	Polpaico	K4	2000/1	2000	2078

Capacidad Térmica de TTCC

7.2.3 Capacidad Térmica de Transformadores de Poder

S/E	Tensiones [kV]	Capacidad nominal [MVA]	Capacidad Máxima Forzada [MVA]
Los Changos 1	525 / 230 / 66	510 / 510 / 105	750 / 750 / 153
Los Changos 2	525 / 230 / 66	510 / 510 / 105	750 / 750 / 153
Los Changos 3	525 / 230 / 66	510 / 510 / 105	750 / 750 / 153
Cumbre	525 / 230 / 66	510 / 510 / 105	750 / 750 / 153
N. Cardones 1	525 / 230 / 34,5	510 / 510 / 168	750 / 750 / 247,5
N. Cardones 2	525 / 230 / 34,5	510 / 510 / 168	750 / 750 / 247,5
N. Maitencillo 1	525 / 230 / 34,5	510 / 510 / 168	750 / 750 / 247,5
N. Maitencillo 2	525 / 230 / 34,5	510 / 510 / 168	750 / 750 / 247,5
N. P. de Azúcar 1	525 / 230 / 34,5	510 / 510 / 168	750 / 750 / 247,5
N. P. de Azúcar 2	525 / 230 / 34,5	510 / 510 / 168	750 / 750 / 247,5

Capacidad Térmica de Transformadores de Poder

7.2.4 Capacidad de Compensación Serie

Líneas	Extremo	Permanente		Sobrecarga 30 Minutos	
		Corriente máxima [A]	Potencia máxima [MVA]	Corriente máxima [A]	Potencia máxima [MVA]
Los Changos - Cumbre 500 kV 1	Los Changos	1.83	1585	2.471	2140
Los Changos - Cumbre 500 kV 1	Los Changos	1.83	1585	2.471	2140
Los Changos - Cumbre 500 kV 2	Cumbre	1.83	1585	2.471	2140
Los Changos - Cumbre 500 kV 2	Cumbre	1.83	1585	2.471	2140
Cumbre - N. Cardones 500 kV 1	Cumbre	1.83	1585	2.471	2140
Cumbre - N. Cardones 500 kV 2	Cumbre	1.83	1585	2.471	2140
N. Maitencillo - N. P. de Azúcar 500 kV 1	N. P. de Azúcar	1.963	1700	2.552	2210
N. Maitencillo - N. P. de Azúcar 500 kV 2	N. P. de Azúcar	1.963	1700	2.552	2210
N. P. de Azúcar - Polpaico 500 kV 1	N. P. de Azúcar	1.963	1700	2.552	2210
N. P. de Azúcar - Polpaico 500 kV 1	N. P. de Azúcar	1.963	1700	2.552	2210

Capacidad Térmica de Compensación Serie

7.3 Zona Norte Chico 220 kV

7.3.1 Capacidad Térmica de Líneas

Nombre	Circuitos	Conductor	Capacidad Térmica con Sol [MVA]										
			0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	
Illapa-Cumbres	2x220 kV	ACAR 1000MCM	899	861	827	785	743	701	652	602	541	476	
Cardones-Nueva Cardones	2x220 kV	4xACAR 500MCM	1187	1144	1099	1051	1001	948	891	830	764	691	
Maitencillo-Nueva Maitencillo	2x220 kV	4xACAR 500MCM	1187	1144	1099	1051	1001	948	891	830	764	691	
P. de Azúcar - N. P. de Azúcar	2x220 kV	4xACAR 500MCM	1187	1144	1099	1051	1001	948	891	830	764	691	
Diego de Almagro – Illapa L1 C1	1x220 kV	ACCC 713.5 MCM	478	469	460	451	441	431	421	410	400	388	
Diego de Almagro – Illapa L2 (C1-C2)	2x220 kV	2xACAR 500MCM	588	567	545	522	497	472	444	415	383	348	
Illapa – Carrera Pinto L1 C1	1x220 kV	ACCC 713.5 MCM	478	469	460	451	441	431	421	410	400	388	
Illapa – Carrera Pinto L2 (C1-C3)	2x220 kV	2xACAR 500MCM	588	567	545	522	497	472	444	415	383	348	
Carrera Pinto – San Andrés L1 C1	1x220 kV	ACCC 713.5 MCM	478	469	460	451	441	431	421	410	400	388	
Carrera Pinto – San Andrés L2 (C1-C2)	2x220 kV	AAAC GREELEY 927.2 MCM	417	402	386	369	351	332	311	289	265	238	
San Andrés – Cardones L1 C1	1x220 kV	ACCC 713.5 MCM	478	469	460	451	441	431	421	410	400	388	
San Andrés – Cardones L2 (C2-C3)	2x220 kV	AAAC GREELEY 927.2 MCM	417	402	386	369	351	332	311	289	265	238	
Maitencillo – Cardones L1 C1	1x220 kV	AAAC FLINT 740.8 MCM	350	335	320	303	286	267	246	224	198	169	
Maitencillo – Cardones L2 (C1-C2)	1x220 kV	AAAC FLINT 740.8 MCM	366	352	337	321	304	286	267	245	222	196	
Maitencillo – Don Héctor	2x220 kV	AAAC FLINT 740.8 MCM	308	289	269	248	224	197	166	127	67	s/i	
Don Hector – Pta. Colorada	2x220 kV	AAAC FLINT 740.8 MCM	308	289	269	248	224	197	166	127	67	s/i	
Pta. Colorada – Pan de Azúcar	2x220 kV	AAAC FLINT 740.8 MCM	308	289	269	248	224	197	166	127	67	s/i	
Pan de Azúcar – Don Goyo	2x220 kV	AAAC FLINT 740.8 MCM	324	306	288	269	247	224	197	166	127	68	
Don Goyo – La Cebada	2x220 kV	AAAC FLINT 740.8 MCM	324	306	288	269	247	224	197	166	127	68	
La Cebada – Punta Sierra	2x220 kV	AAAC FLINT 740.8 MCM	324	306	288	269	247	224	197	166	127	68	
Punta Sierra – Las Palmas	2x220 kV	AAAC FLINT 740.8 MCM	324	306	288	269	247	224	197	166	127	68	
Las Palmas – Los Vilos	2x220 kV	AAAC FLINT 740.8 MCM	324	306	288	269	247	224	197	166	127	68	
Los Vilos – Nogales	2x220 kV	AAAC FLINT 740.8 MCM	324	306	288	269	247	224	197	166	127	68	

Capacidad Térmica de Líneas

S/i: sin información

7.3.2 Capacidad Térmica de TTCC

Línea	Subestación	Paño	Relación de Transformación	Capacidad [A]	Capacidad (MVA)
Illapa-Cumbres 220 kV	Cumbres	J5/J6	2000/1	2400	915
	Cumbres	J2/J3	2000/1	2400	915
	Illapa	J7/J8	2000/1	2400	915
	Illapa	J10/J11	2000/1	2400	915
Cardones-Nueva Cardones 200 kV	N. Cardones	J2/J3	2500/1	3000	1143
	N. Cardones	J5/J6	2500/1	3000	1143
	Cardones	J14	2000/1	2400	915
	Cardones	J15	2000/1	2400	915
Maitencillo-Nueva Maitencillo 220 kV	N. Maitencillo	J2/J3	2500/1	3000	1143
	N. Maitencillo	J5/J6	2500/1	3000	1143
	Maitencillo	J13	2000/1	2400	915
	Maitencillo	J14	2000/1	2400	915
P. de Azúcar - N. P. de Azúcar 220 kV	N. P. de Azúcar	J2/J3	2500/1	3000	1143
	N. P. de Azúcar	J5/J6	2500/1	3000	1143
	P. de Azúcar	J8	2000/1	2400	915
	P. de Azúcar	J9	2000/1	2400	915
Diego de Almagro – Illapa L1 C1	Diego de Almagro	J1	1200/5	1440	549
	Illapa	J2/J3	2000/1	2400	915
Diego de Almagro – Illapa L2 C1	Diego de Almagro	J6	800/1	960	366
	Illapa	J1/J2	2000/1	2400	915
Diego de Almagro – Illapa L2 C2	Diego de Almagro	J5	800/1	960	366
	Illapa	J4/J5	2000/1	2400	915
Illapa – Carrera Pinto L1 C1	Illapa	J11/J12	2000/1	2400	915
	Carrera Pinto	J2	1200/1	1440	549
Illapa – Carrera Pinto L2 C1	Illapa	J8/J9	2000/1	2400	915
	Carrera Pinto	J5	800/1	960	366
Illapa – Carrera Pinto L2 C2	Illapa	J5/J6	2000/1	2400	915
	Carrera Pinto	J15/J14	1600/1	1920	732
Carrera Pinto – San Andrés L1 C1	Carrera Pinto	J10/J11	1200/1	1440	549
	San Andrés	J2	1200/1	1440	549
Carrera Pinto – San Andrés L2 C1	Carrera Pinto	J6	800/1	960	366
	San Andrés	J7/J8	1200/1	1440	549
Carrera Pinto – San Andrés L2 C2	Carrera Pinto	J13/J14	1600/1	1920	732
	San Andrés	J10/J11	1200/1	1440	549
San Andrés – Cardones L1 C1	San Andrés	J1	1200/5	1440	549
	Cardones	J3	1200/5	1440	549

Línea	Subestación	Paño	Relación de Transformación	Capacidad [A]	Capacidad (MVA)
San Andrés – Cardones L2 C1	San Andrés	J6/J7	1200/1	1440	549
	Cardones	J12	800/1	960	366
San Andrés – Cardones L2 C2	San Andrés	J9/J10	1200/1	1440	549
	Cardones	J13	800/1	960	366
Maitencillo - Cardones 220kV L1 C1	Maitencillo	J1	1200/5	1440	549
	Cardones	J4	1200/5	1440	549
Maitencillo - Cardones 220 kV L2 C1 y C2	Maitencillo	J2	600/5	720	274
	Maitencillo	J8	600/5	720	274
	Cardones	J5	600/5	720	274
	Cardones	J6	600/5	720	274
Maitencillo – Don Héctor 220 kV C1 y C2	Maitencillo	J4	600/5	720	274
	Maitencillo	J3	600/5	720	274
	Don Héctor	J1/J2	1500/1	1800	686
	Don Héctor	J4/J5	1500/1	1800	686
Don Hector – Pta. Colorada 220 kV C1 y C2	Don Héctor	J10/J11	1500/1	1800	686
	Don Héctor	J7/J8	1500/1	1800	686
	Punta Colorada	J5/J6	1200/5	1440	549
	Punta Colorada	J2/J3	1200/5	1440	549
Pta. Colorada – Pan de Azúcar 220 kV C1 y C2	Punta Colorada	J1/J2	1200/5	1440	549
	Punta Colorada	J4/J5	1200/5	1440	549
	Pan de Azúcar	J1	600/5	720	274
	Pan de Azúcar	J2	600/5	720	274
Pan de Azúcar – Don Goyo 220 kV C1 y C2	Pan de Azúcar	J4	1200/5	1440	549
	Pan de Azúcar	J3	1200/5	1440	549
	Don Goyo	J4	1200/1	1440	549
	Don Goyo	J2	400/1	960	366
Don Goyo – La Cebada 220 kV C1 y C2	Don Goyo	J5	1200/1	1440	549
	Don Goyo	J3	400/1	960	366
	La Cebada	J2	1000/1	1200	457
	La Cebada	J4	1200/1	1440	549
La Cebada – Punta Sierra 220 kV C1 y C2	La Cebada	J1	1000/1	1200	457
	La Cebada	J3	1000/1	1200	457
	Punta Sierra	J1/J2	1200/1	1440	549
	Punta Sierra	J4/J5	1200/1	1440	549
Punta Sierra – Las Palmas 220 kV C1 y C2	Punta Sierra	J2/J3	1200/1	1440	549
	Punta Sierra	J5/J6	1200/1	1440	549
	Las Palmas	J7	1200/5	1440	549
	Las Palmas	J8	1200/5	1440	549

Línea	Subestación	Paño	Relación de Transformación	Capacidad [A]	Capacidad (MVA)
Las Palmas – Los Vilos 220kV C1 y C2	Las Palmas	J4	1200/5	1440	549
	Las Palmas	J3	1200/5	1440	549
	Los Vilos	J3	1200/5	1440	549
	Los Vilos	J4	1200/5	1440	549
Los Vilos – Nogales 220 kV C1 y C2	Los Vilos	J1	1200/5	1440	549
	Los Vilos	J2	1200/5	1440	549
	Nogales	J7/J8	3000/1	3600	1372
	Nogales	J4/J5	3000/1	3600	1372

Capacidad Térmica de TTCC

7.4 Zona Centro 500 kV

7.4.1 Capacidad Térmica de Líneas

Nombre	Circuitos	Conductor	Capacidad Térmica con Sol [MVA]									
			0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C
Polpaico - Lo Aguirre C1	1x500 kV	4 x ACAR 700 MCM	2807	2639	2459	2263	2046	1803	1518	1164	628	S/i
Polpaico - Lo Aguirre C2	1x500 kV	4xACAR	2754	2594	2422	2235	2031	1801	1536	1211	753	S/i
Lo Aguirre – Alto Jahuel C1	1x500 kV	4xACAR 700 MCM	2807	2639	2459	2263	2046	1803	1518	1164	628	S/i
Lo Aguirre – Alto Jahuel C2	1x500 kV	4xACAR	2754	2594	2422	2235	2031	1801	1536	1211	753	S/i
Ancoa - Alto Jahuel L1	1x500 kV	2xAAC HAWTHORN	2199	2095	1986	1868	1742	1606	1454	1284	1086	839
Ancoa - Alto Jahuel L2	1x500 kV	4xACAR 700 MCM	2807	2639	2459	2263	2046	1803	1518	1164	628	S/i
Ancoa - Alto Jahuel L3	1x500 kV	4xACAR 700 MCM 30/7	3056	2910	2756	2590	2412	2217	2001	1755	1466	1099
Ancoa - Alto Jahuel L4	1x500 kV	4xACAR 700 MCM 30/7	3056	2910	2756	2590	2412	2217	2001	1755	1466	1099
Entre Rios - Ancoa 500kV C1	1x500 kV	2xAAC HAWTHORN	2613	2532	2447	2359	2267	2170	2067	1959	1843	1717
Entre Rios - Ancoa 500kV C2	1x500 kV	2xACAR	2847	2759	2667	2571	2470	2364	2253	2135	2007	1871
Entre Rios - Charrua 500kV C1	1x500 kV	2xAAC HAWTHORN	2613	2532	2447	2359	2267	2170	2067	1959	1843	1717
Entre Rios - Charrua 500kV C2	1x500 kV	2xACAR 1400 MCM	2847	2759	2667	2571	2470	2364	2253	2135	2007	1871
Charrua - Ancoa 500kV L3 C1	1x500 kV	4xACAR 700 MCM 30/7	3038	2892	2737	2571	2393	2199	1984	1741	1456	1096

Capacidad Térmica de Líneas

S/i: Sin información

7.4.2 Capacidad Térmica de TTCC

Línea	Subestación	Paño	Relación de Transformación	Capacidad [A]	Capacidad (MVA)
Polpaico - Lo Aguirre 500 kV C1 y 2	S/E Polpaico	K1	1600/1	1920	1663
	S/E Polpaico	K2	1600/1	1920	1663
	S/E Lo Aguirre	K7/K8	2000/1	2400	2078
	S/E Lo Aguirre	K2/K3	4000/1	4800	4157
Alto Jahuel - Lo Aguirre 500kV C1 y 2	S/E Alto Jahuel	K4	1600/1	1920	1663
	S/E Alto Jahuel	K3	1600/1	1920	1663
	S/E Lo Aguirre	K5/K6	2000/1	2400	2078
	S/E Lo Aguirre	K1/K2	4000/1	4800	4157
Ancoa - Alto Jahuel 500kV L1	S/E Ancoa	K1	1600/1	1920	1663
	S/E Alto Jahuel	K1	1600/1	1920	1663
Ancoa - Alto Jahuel 500kV L2	S/E Ancoa	K2	1600/1	1920	1663
	S/E Alto Jahuel	K2	1600/1	1920	1663
Ancoa - Alto Jahuel 500kV L3	S/E Ancoa	K5	2000/1	2400	2078
	S/E Alto Jahuel	K5	2000/1	2400	2078
Ancoa - Alto Jahuel 500kV L4	S/E Ancoa	K6	2000/1	2400	2078
	S/E Alto Jahuel	K6	2000/1	2400	2078
Ancoa – Entre Ríos C1y 2	S/E Ancoa	K3	1600/1	1920	1663
	S/E Ancoa	K4	1600/1	1920	1663
	S/E Entre Ríos	K10/K11	4000/1	4000	4156
	S/E Entre Ríos	K13/K14	4000/1	4000	4156
Entre Ríos – Charrúa 500kV C1y 2	S/E Entre Ríos	K14/K15	4000/1	4000	4156
	S/E Entre Ríos	K17/K18	4000/1	4000	4156
	S/E Charrúa	K1	1600/1	1920	1663
	S/E Charrúa	K2	1600/1	1920	1663
Ancoa – Charrúa 500kV	S/E Ancoa	K7	2000/1	2400	2078
	S/E Charrúa	K3	2000/1	2400	2078

Capacidad Térmica de TTCC

7.4.3 Capacidad Térmica de Transformadores de Poder

S/E	Tensiones [kV]	Capacidad nominal [MVA]	Capacidad Máxima Forzada [MVA]
Polpaico TR1	525 / 220	510 / 510	750 / 750
Polpaico TR2	525 / 220	510 / 510	750 / 750
Lo Aguirre TR1	525 / 230 / 66	510 / 510 / 105	750 / 750 / 150
Alto Jahuel TR4	525 / 230 / 66	510 / 510 / 105	750 / 750 / 150
Alto Jahuel TR5	525 / 230 / 66	510 / 510 / 105	750 / 750 / 150
Alto Jahuel TR3	526 / 230 / 66	510 / 510 / 105	750 / 750 / 153
Ancoa ATR1	525 / 230	510 / 510	750 / 750
Ancoa ATR2	525 / 230	510 / 510	750 / 750
Entre Ríos TR1	525 / 230 / 66	510 / 510 / 105	750 / 750 / 153
Charrúa TR5	525 / 230 / 66	510 / 510 / 105	750 / 750 / 150
Charrúa TR6	525 / 230 / 66	510 / 510 / 105	750 / 750 / 150
Charrúa TR8	525 / 230 / 66	510 / 510 / 105	750 / 750 / 150

Capacidad Térmica de Transformadores de Poder

7.4.4 Capacidad de Compensación Serie

Líneas	Extremo	Permanente		Sobrecarga 15 Minutos	
		Corriente máxima [A]	Potencia máxima [MVA]	Corriente máxima [A]	Potencia máxima [MVA]
Ancoa - Alto Jahuel 1 CS1	Ancoa	1700	1472	2235	1936
Ancoa - Alto Jahuel 2 CS2	Ancoa	1700	1472	2235	1936
Ancoa - Alto Jahuel 3 CS5	Ancoa	1700	1472	2225	1927
Ancoa - Alto Jahuel 4 CS6	Ancoa	1700	1472	2225	1927
Entre Ríos - Ancoa 1 CS3	Ancoa	1700	1472	2133	1847
Entre Ríos - Ancoa 1 CS4	Ancoa	1700	1472	2133	1847
Charrúa - Ancoa K7 CS7	Ancoa	1960	1697	2744	2376

Capacidad de Compensación Serie

7.5 Zona V Región

7.5.1 Capacidad Térmica de Líneas

Nombre	Circuitos	Conductor	Capacidad Térmica con Sol										
			[MVA]										
			0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	
San Pedro - Quillota 110 kV C1	1x110kV	1xAAC Coreopsis	318	306	294	281	268	253	238	221	203	183	
San Luis - Agua Santa 220 kV C1 y C2	1x220kV	2xAAAC FLINT	376	363	348	333	318	301	283	264	243	220	

Capacidad Térmica de Líneas

7.5.2 Capacidad Térmica de TTCC

Línea	Subestación	Paño	Relación de Transformación	Capacidad [A]	Capacidad [MVA]
San Luis - Agua Santa 220 kV C1 y C2	San Luis	J7	2000/5	2400	915
	San Luis	J6	2000/5	2400	915
	Agua Santa	J1	1600/1	1920	732
	Agua Santa	J2	1600/1	1920	732
San Pedro - Quillota 110 Kv	San Pedro	H3	3000/1	3600	686
	Quillota	H2	1200/5	1440	274

Capacidad Térmica de TTCC

7.5.3 Capacidad Térmica de Transformadores de Poder

S/E	Tensiones [kV]	Capacidad nominal [MVA]	Capacidad Máxima [MVA]
Agua Santa TR1	220 / 115 / 60	240 / 240 / 48	300 / 300 / 60

Capacidad Térmica de Transformadores de Poder

7.6 Zona Centro 220 kV

7.6.1 Capacidad Térmica de Líneas

Nombre	Circuitos	Conductor	Capacidad Térmica con Sol [MVA]										
			0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C	
Polpaico - Quillota	2x220 kV	4 x ACAR 850 MCM	1513	1440	1364	1282	1195	1099	993	875	735	561	
Nogales – Polpaico	2x220 kV	4 x AAC 1113 MCM Marigold	1999	1926	1850	1770	1685	1595	1499	1395	1283	1158	
Quillota - Nogales	2x220 kV	AAAC FLINT	324	306	288	269	247	224	197	166	127	68	
Cerro Navia - Lampa	2x220 kV	1 x ACSR 636 MCM Grosbeak	380	367	354	340	325	310	294	277	258	238	
Lampa - Polpaico	2x220 kV	2 x ACSR 636 MCM Grosbeak	380	367	354	340	325	310	294	277	258	238	

Nombre	Circuitos	Conductor	Capacidad Térmica con Sol [MVA]									
			0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C
Cerro Navia - Chena (C. Nav. – Estr. 72) C1y2	2x220 kV	1 x GZTACSR-353	459	451	442	434	425	415	406	396	386	375
Cerro Navia - Chena (Estr. 72 – Chena) C1y2	2x220 kV	1 x AAAC	523	502	481	459	435	409	382	352	318	280
Est. 62b - Cerro Navia (transelec) 220kV C1 y C2 (Tramo Subterráneo)	2x220 kV	4X220kV CU/XPLE/AL/PE	1727	1682	1638	1592	1671	1616	1557	1503	1315	1107
EST. 234 - EST. 62A 220 kV C1 y C2 (Lo Aguirre - Cerro Navia)	2x220 kV	AAC NARCISSUS	2202	2122	2038	1949	1856	1757	1651	1537	1413	1275
Seccionadora Lo Aguirre - est. 234 220 kV C1 y C2 (Tramo aéreo)	2x220 kV	ACSS Martin	1843	1826	1809	1792	1774	1756	1737	1718	1699	1680
Alto Jahuel – Chena (A. Jah. - El Rodeo) C1y2	2x220 kV	1 x AAC 1590 MCM Coreopsis	680	658	635	611	586	560	532	502	470	436
Alto Jahuel – Chena (El Rodeo - Chena) C1y2	2x220 kV	1 x AASC 927,2 MCM Greeley	450	435	419	403	385	367	348	327	305	281
Alto Jahuel – Chena (A. Jahuel - Est. 72A) C3 y C4	2x220 kV	1 x GZTACSR-353	459	451	442	434	425	415	406	396	386	375
Alto Jahuel – Chena (Est. 72A - Chena) C3 y C4	2x220 kV	ACAR 1250 MCM 37/0	531	512	492	472	450	427	403	377	348	317
Alto Jahuel - Maipo 220KV C1 y C2	2x220 kV	2xASC ANEMONE	851	820	788	754	718	680	639	595	548	495
Maipo - Candelaria 220KV C1 y C2	2x220 kV	2xASC ANEMONE	896	866	834	801	766	728	689	647	601	552
Candelaria - Puente Negro 220KV C1 y C2	2x220 kV	2xAAC ANEMONE	867	835	802	768	731	692	651	606	557	504
Puente Negro - Colbún 220KV C1 y C2	2x220 kV	2xAAC ANEMONE	867	835	802	768	731	692	651	606	557	504
Ancoa - Itahue 220KV C1 y C2	2x220 kV	2xACAR	581	561	540	518	496	472	446	419	389	357
Entre Rios - Charrua 220kV C1 y C2	1x220 kV	2xAAC JESSAMINE	1419	1371	1321	1268	1213	1154	1092	1026	954	876

Capacidad Térmica de Líneas

7.6.2 Capacidad Térmica de TTCC

Línea	Subestación	Paño	Relación de Transformación	Capacidad [A]	Capacidad (MVA)
Nogales - Polpaico 220kV C1 y C2	S/E Nogales	J10/J11	4000/1	4800	1829
	S/E Nogales	J11/J12	4000/1	4800	1829
	S/E Polpaico	J15	4000/1	4800	1829
	S/E Polpaico	J14	4000/1	4800	1829
Polpaico - Quillota 220kV C1 y C2	S/E Polpaico	J8	3000/1	3600	1372
	S/E Polpaico	J9	3000/1	3600	1372
	S/E Quillota	J3	3000/5	3600	1372
	S/E Quillota	J4	3000/5	3600	1372
Quillota – Nogales 220kV C1 y C2	S/E Quillota	J1	1200/5	1440	549
	S/E Quillota	J2	1200/5	1440	549
	S/E Nogales	J8/J9	3000/5	3600	1372
	S/E Nogales	J5/J6	3000/5	3600	1372
Cerro Navia - Polpaico 220kV C1 y C2	S/E Polpaico	J6	2000/1	2400	915
	S/E Polpaico	J7	2000/1	2400	915

Línea	Subestación	Paño	Relación de Transformación	Capacidad [A]	Capacidad (MVA)
	S/E Cerro Navia	J61	1200/5	1440	549
	S/E Cerro Navia	J71	1200/5	1440	549
Chena - Cerro Navia 220kV C1 y C2	S/E Chena	J1	2000/1	2400	915
	S/E Chena	J2	2000/1	2400	915
	S/E Cerro Navia	J6	1200/5	1440	549
	S/E Cerro Navia	J5	1200/5	1440	549
Lo Aguirre – Cerro Navia 220kV C1 y C2	S/E Lo Aguirre	J14/J15	4000/5	4800	1829
	S/E Lo Aguirre	J17/J18	4000/5	4800	1829
	S/E Cerro Navia	J8	4000/5	4800	1829
	S/E Cerro Navia	J7	4000/5	4800	1829
Alto Jahuel - Chena 220kV C1 y C2	S/E Alto Jahuel	J8	1000/1	1200	457
	S/E Alto Jahuel	J9	1000/1	1200	457
	S/E Chena	J6	800/1	960	366
	S/E Chena	J5	800/1	960	366
Alto Jahuel - Chena 220kV C3 y C4	S/E Alto Jahuel	J6	1200/5	1440	549
	S/E Alto Jahuel	J7	1200/5	1440	549
	S/E Chena	J4	800/1	960	366
	S/E Chena	J3	800/1	960	366
Alto Jahuel - Maipo 220kV C1 y C2	S/E Alto Jahuel	J10	2000/1	2400	915
	S/E Alto Jahuel	J3	2000/1	2400	915
	S/E Maipo	J3	1500/5	1800	686
	S/E Maipo	J4	1500/5	1800	686
Maipo - Candelaria 220kV C1 y C2	S/E Maipo	J1	1500/5	1800	686
	S/E Maipo	J2	1500/5	1800	686
	S/E Candelaria	J1/J9	2000/1	2400	915
	S/E Candelaria	J2/J10	2000/1	2400	915
Candelaria - Puente Negro 220kV C1 y C2	S/E Candelaria	J3/J9	2000/1	2400	915
	S/E Candelaria	J4/J10	2000/1	2400	915
	S/E Puente Negro	J1/J2	2000/1	2400	915
	S/E Puente Negro	J4/J5	2000/1	2400	915
Puente Negro – Colbún 220 kV C1 y 2	S/E Puente Negro	J2/J3	2000/1	2400	915
	S/E Puente Negro	J5/J6	2000/1	2400	915
	S/E Colbún	J7	2000/1	2400	915
	S/E Colbún	J3	2000/1	2400	915
Ancoa - Colbún 220 kV	S/E Ancoa	J9/J11	2000/1	2400	915
	S/E Colbún	J1/J2/J7	2000/1	2400	915

Línea	Subestación	Paño	Relación de Transformación	Capacidad [A]	Capacidad (MVA)
Ancoa - Itahue 220 kV C1 y C2	S/E Ancoa	J8	2000/1	2400	915
	S/E Ancoa	J6	2000/1	2400	915
	S/E Itahue	J1/J3	1000/1	1200	458
	S/E Itahue	J2/J3	1000/1	1200	458
Entre Ríos – Charrúa 220kV C1y C2	S/E Entre Ríos	J8/J9	4000/1	4000	1830
	S/E Entre Ríos	J11/J12	4000/1	4000	1830
	S/E Charrúa	J29/J30	4000/1	4000	1830
	S/E Charrúa	J27/J28	4000/1	4000	1830

Capacidad Térmica de TTCC

S/i: Sin información

7.6.3 Capacidad Térmica de Transformadores de Poder y Desfasadores

S/E	Tensiones [kV]	Capacidad Nominal [MVA]	Capacidad Máxima Forzada [MVA]
Buin	220 / 110 / 13.2	300 / 300 / 120	400 / 400 / 120
Cerro Navia ATR2 (Chilectra)	220 / 110 / 13.2	300 / 300 / 90	400 / 400 / 120
Cerro Navia ATR3 (Transec)	220 / 110 / 13.2	300 / 300 / 57	399 / 399 / 75
Chena TR1	220 / 110 / 13.2	300 / 300 / 90	400 / 400 / 120
Chena TR2	220 / 110 / 13.2	300 / 300 / 90	400 / 400 / 120
El Salto TR1	220 / 110 / 34.5	300 / 300 / 90	400 / 400 / 120
El Salto TR2	220 / 110 / 34.5	300 / 300 / 90	400 / 400 / 120
Los Almendros TR1	220 / 110 / 13.2	300 / 300 / 90	400 / 400 / 120
Cerro Navia TRDES6	230 / 230 / 69	228 / 228 / 10	339 / 339 / 10
Cerro Navia TRDES7	230 / 230 / 69	228 / 228 / 10	339 / 339 / 10
Alto Jahuel TR2	220/115/13.2	234 / 234 / 90	390 / 390 / 150

Capacidad Térmica de Transformadores de Poder

7.7 Sistema de 154 kV

7.7.1 Capacidad Térmica de Líneas

Nombre	Circuitos	Conductor	Capacidad Térmica con Sol									
			[MVA]									
			0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C
Alto Jahuel - Villaseca 154kV C1 y C2	2 x 154 kV	ACSR Grosbeak	242	231	220	209	196	183	168	152	133	112
Villaseca - Tap Paine 154kV C1	1 x 154 kV	AAAC Greeley	266	254	240	225	210	193	174	152	127	94
Tap Paine - Tap Tuniche 154kV C1	1 x 154 kV	AAAC Greeley	266	254	240	225	210	193	174	152	127	94
Villaseca - Tap Tuniche 154kV C2	1 x 154 kV	AAAC Greeley	266	254	240	225	210	193	174	152	127	94
Tap Tuniche - Punta de Cortés 154kV C1 y C2	2 x 154 kV	Cu 400 MCM	195	184	172	158	144	127	108	85	51	0
Punta de Cortés - Tap Tilcoco 154kV C1 y C2	2 x 154 kV	AAAC Greeley	266	254	240	225	210	193	174	152	127	94
Tap Tilcoco - Tap Malloa Nueva 154kV C1 y C2	2 x 154 kV	AAAC Greeley	284	254	240	225	210	193	174	152	127	94
Tap Malloa Nueva - Tinguiririca 154kV C1 y C2	2 x 154 kV	AAAC Greeley	278	266	253	239	225	209	192	173	152	127
Tinguiririca - Tap Teno 154kV C1	1 x 154 kV	AAAC Greeley	272	259	246	231	215	198	179	157	132	100
Tap Teno - Itahue 154kV C1	1 x 154 kV	AAAC Greeley	272	259	246	231	215	198	179	157	132	100
Tinguiririca - Convento Viejo 154 kV C1	1 x 154 kV	AAAC Greeley	272	259	246	231	215	198	179	157	132	100
Convento Viejo - Tap Teno 154 kV C1	1 x 154 kV	AAAC Greeley	272	259	246	231	215	198	179	157	132	100
Tap Teno - Itahue 154 kV C1	1 x 154 kV	AAAC Greeley	272	259	246	231	215	198	179	157	132	100
Itahue - Ancoa 220 kV C1	2 x 220 kV	ACAR 1400 MCM	590	570	549	528	505	481	455	428	398	366
Itahue - Tap Santa Isabel 220kV C2	2 x 220 kV	ACAR 1400 MCM	590	570	549	528	505	481	455	428	398	366
Tap Santa Isabel - Ancoa 220kV C2	2 x 220 kV	ACAR 1400 MCM	590	570	549	528	505	481	455	428	398	366

Capacidad Térmica de Líneas

7.7.2 Capacidad Térmica de TTCC

Línea	Subestación	Paño	Relación de Transformación	Capacidad [A]	Capacidad (MVA)
Alto Jahuel - Punta de Cortés 154kV C1y C2	S/E Alto Jahuel	A1	600/5	720	192
	S/E Alto Jahuel	A2	600/5	720	192
	S/E Punta de Cortés	A1	600/1	720	192
	S/E Punta de Cortés	A4	600/1	720	192
Punta de Cortés - Tinguiririca 154 kV C1 y C2	S/E Punta de Cortés	A3	600/1	720	192
	S/E Punta de Cortés	A6	600/1	720	192
	S/E Tinguiririca	A10	1000/1	1200	320
	S/E Tinguiririca	A9	1000/1	1200	320
Tinguiririca - Convento Viejo 154kV C1	S/E Tinguiririca	A3	1000/1	1200	320

Línea	Subestación	Paño	Relación de Transformación	Capacidad [A]	Capacidad (MVA)
Convento Viejo - Itahue 154kV C1	S/E Convento Viejo	A2	1000/5	1200	320
	S/E Convento Viejo	A1	1000/5	1200	320
	S/E Itahue	A4	600/5	720	192
Tinguiririca - Itahue 154 kV C1	S/E Tinguiririca	A4	1000/1	1200	320
	S/E Itahue	A3	600/5	720	192
Ancoa - Itahue 220kV C1y C2	S/E Ancoa	J8	2000/1	2400	915
	S/E Ancoa	J6	2000/1	2400	915
	S/E Itahue	J1/J3	1000/1	1200	457
	S/E Itahue	J2/J3	1000/1	1200	457

Capacidad Térmica de TTCC

7.7.3 Capacidad Térmica de Transformadores de Poder

S/E	Tensiones [kV]	Capacidad Nominal [MVA]	Capacidad Máxima Forzada [MVA]
Alto Jahuel TR6	225 / 161 / 69	240 / 240 / 72	300 / 300 / 90
Itahue TR4	225 / 161 / 69	240 / 240 / 72	300 / 300 / 90

Capacidad Térmica de Transformadores de Poder

7.8 Zona Concepción

7.8.1 Capacidad Térmica de Líneas

Nombre	Circuitos	Conductor	Capacidad Térmica con Sol									
			[MVA]									
			0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C
Charrúa - Hualpén	1x220 kV	1 x ACAR 900 MCM 30/7	348	326	303	278	259	227	191	144	72	s/i
Charrúa - Lagunillas	1x220 kV	1 x AASC 927,2 MCM Greeley	450	435	419	403	385	367	348	327	305	281
Charrúa - Concepción	1x220 kV	1 x ACSR 636 MCM Grosbeak	344	329	313	297	279	260	240	217	191	161
Hualpén - Lagunillas	1x220 kV	1 x ACAR 24/13 850 MCM	436	421	405	390	373	356	337	317	295	272
Hualpén - San Vicente	2x154 kV	1xAAAC 700 MCM	263	254	245	235	225	215	204	192	179	165
Charrúa - Concepción	1x154 kV	1 x Cobre 300 MCM	205	198	191	184	176	168	159	150	140	129
Concepción - San Vicente	2x154 kV	1 x CU 250 MCM	182	176	170	163	157	149	142	134	125	115
Hualpén - Lagunillas	1x154 kV	1 x ACAR	263	254	245	235	225	215	204	192	179	165

Capacidad Térmica de Líneas

7.8.2 Capacidad Térmica de TTCC

Línea	Subestación	Paño	Relación de Transformación	Capacidad [A]	Capacidad (MVA)
Charrúa - Concepción 220kV	S/E Charrúa	J6	600/2.5	720	274
	S/E Concepción	J1	1200/5	1440	549
Charrúa - Hualpén 220kV	S/E Charrúa	J26	1200/5	1440	549
	S/E Hualpén	J2/J3	2000/1	2400	915
Charrúa - Lagunillas 220kV	S/E Charrúa	J15	1200/5	1440	549
	S/E Lagunillas	J4/J5	2000/1	2400	915
Charrúa - Concepción 154kV	S/E Charrúa	A10	600/5	720	192
	S/E Concepción	A4	600/5	720	192
Concepción - San Vicente 154kV	S/E Concepción	A3	600/5	720	192
	S/E Concepción	A6	600/5	720	192
	S/E San Vicente	A3	500/5	600	160
	S/E San Vicente	A10	500/5	600	160
San Vicente - Hualpén 154kV C1 y C2	S/E San Vicente	A2	1200/5	1440	384
	S/E San Vicente	A1	1200/5	1440	384
	S/E Hualpén	A1	800/1	960	256
	S/E Hualpén	A2	800/1	960	256
Hualpén - Lagunillas 220kV	S/E Hualpén	J1/J3	2000/1	2400	915
	S/E Lagunillas	J2/J3	2000/1	2400	915
Hualpén - Lagunillas 154kV	S/E Hualpén	A4	800/1	960	256
	S/E Lagunillas	A2/A3	3000/1	3600	960

Capacidad Térmica de TTCC

7.8.3 Capacidad Térmica de Transformadores de Poder

S/E	Tensiones [kV]	Capacidad	Capacidad Máxima
		Nominal [MVA]	Forzada [MVA]
Concepción ATR7	225 / 161 / 13.2	150 / 150 / 18	261 / 261 / 30
Hualpén ATR1	225 / 161 / 69	240 / 240 / 72	300 / 300 / 90
Lagunillas TR1	230 / 161 / 69	261 / 260 / 33	390 / 390 / 49.5
Charrúa TR1	220 / 154 / 13.2	210 / 210 / 52.5	390 / 390 / 90

Capacidad Térmica de Transformadores de Poder

7.9 Zona Sur

7.9.1 Capacidad Térmica de Líneas

Nombre	Circuitos	Conductor	Capacidad Térmica con Sol [MVA]									
			0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C
Charrúa – Mulchén 220kV C1 y C2	2x220 kV	2 x AAAC 740,8 MCM Flint	734	704	674	645	614	581	546	508	466	424
Mulchén – Río Malleco 220kV C1 y C2	2x220 kV	2 x AAAC 740,8 MCM Flint	734	704	674	645	614	581	546	508	466	424
Río Malleco– Cautín 220kV C1 y C2	2x220 kV	2 x AAAC 740,8 MCM Flint	734	704	674	645	614	581	546	508	466	424
Charrúa - El Rosal	1x220 kV	1 x ACAR 900 MCM	370	350	329	316	291	264	234	199	155	92
El Rosal - Duqueco	1x220 kV	1 x ACAR 900 MCM	370	350	329	316	291	264	234	199	155	92
Duqueco - Los Peumos 220KV	1x220 kV	ACAR 900 MCM 18/19	379	359	338	316	291	264	234	198	155	92
Temuco - Cautín C1 y C2	2x220 kV	2 x ACSR 636 MCM Grosbeak	301	283	263	242	219	193	162	124	66	0
Los Peumos - Temuco 220KV	1x220 kV	ACAR 900 MCM 18/19	379	359	338	316	291	264	234	198	155	92
Cautín - Río Tolten 220kV C1	1x220 kV	ACSR Grosbeak	301	283	263	242	219	193	162	124	66	0
Río Tolten - Ciruelos 220kV C1	1x220 kV	ACSR GROSBEAK	301	283	263	242	219	193	162	124	66	0
Cautín - Estructura 270 220kV C2	1x220 kV	ACSR GROSBEAK	301	283	263	242	219	193	162	124	66	0
Estructura 270 - Ciruelos 220kV C2	1x220 kV	ACSR IBIS	224	211	197	181	164	145	123	96	57	0
Ciruelos – Valdivia C1	1x220 kV	1 x ACSR 636 MCM Grosbeak	301	283	263	242	219	193	162	124	66	0
Ciruelos – Valdivia C2	1x220 kV	1 x ACSR 397,5 MCM Ibis	224	211	197	181	164	145	123	96	57	0
Ciruelos – C. de Huichahue C1	1x220 kV	2 x AAAC 927,2 MCM Greeley	424	409	392	376	358	339	319	297	273	247
Ciruelos – C. de Huichahue C2	1x220 kV	2 x AAAC 927,2 MCM Greeley	433	419	404	388	371	354	335	315	293	270
C. de Huichahue– N. Pichirropulli C1	1x220 kV	2 x AAAC 927,2 MCM Greeley	424	409	392	376	358	339	319	297	273	247
C. de Huichahue– N. Pichirropulli C2	1x220 kV	2 x AAAC 927,2 MCM Greeley	433	419	404	388	371	354	335	315	293	270
Valdivia – Laurel C1	1x220 kV	ACSR GROSBEAK	302	285	267	247	225	201	174	141	97	0
Valdivia – Laurel C2	1x220 kV	ACSR IBIS	226	212	198	182	165	145	122	94	52	0
Laurel – Nueva Pichirropulli C1	1x220 kV	ACSR GROSBEAK	302	285	267	247	225	201	174	141	97	0
Laurel – Nueva Pichirropulli C2	1x220 kV	ACSR IBIS	226	212	198	182	165	145	122	94	52	0
Nueva Pichirropulli – Rahue C1	1x220 kV	1 x ACSR 636 MCM Grosbeak	301	283	263	242	219	193	162	124	66	0
Nueva Pichirropulli - Rahue C2	1x220 kV	1 x ACSR 397,5 MCM Ibis	224	211	197	181	164	145	123	96	57	0
Rahue - Tap Aurora C1	1x220 kV	1 x ACSR 636 MCM Grosbeak	301	283	263	242	219	193	162	124	66	0

Nombre	Circuitos	Conductor	Capacidad Térmica con Sol [MVA]									
			0°C	5°C	10°C	15°C	20°C	25°C	30°C	35°C	40°C	45°C
Tap Aurora - Puerto Montt C1	1x220 kV	1 x ACSR 636 MCM Grosbeak	301	283	263	242	219	193	162	124	66	0
Rahue - Puerto Montt C2	1x220 kV	1 x ACSR 636 MCM Grosbeak	301	283	263	242	219	193	162	124	66	0

Capacidad Térmica de Líneas

7.9.2 Capacidad Térmica de TTCC

Línea	Subestación	Paño	Relación de Transformación	Capacidad [A]	Capacidad (MVA)
Charrúa - Mulchén 220kV C1 y C2	S/E Charrúa	J23	1200/5	1440	549
	S/E Charrúa	J3	1200/5	1440	549
	S/E Mulchén	J1	2000/1	2400	915
	S/E Mulchén	J2	2000/1	2440	915
Mulchén – Rio Malleco 220kV C1 y C2	S/E Mulchén	J3	2000/1	2400	915
	S/E Mulchén	J4	2000/1	2400	915
	S/E Rio Malleco	J7	1600/1	1920	732
	S/E Rio Malleco	J4	1600/1	1920	732
Rio Malleco - Cautín 220kV C1 y C2	S/E Rio Malleco	J9	1600/1	1920	732
	S/E Rio Malleco	J6	1600/1	1920	732
	S/E Cautín	J7	1000/1	1200	457
	S/E Cautín	J8	1000/1	1200	457
Charrúa – Duqueco 220kV C1	S/E Charrúa	J9	600/2.5	720	274
	S/E Duqueco	J1	800/5	960	366
Duqueco – Los Peumos 220kV C1	S/E Duqueco	J2	800/5	960	366
	S/E Los Peumos	J2	1000/1	1200	457
Los Peumos – Temuco 220kV C1	S/E Los Peumos	J1	1000/1	1200	457
	S/E Temuco	J2	600/5	900	343
Temuco - Cautín 220kV C1 y C2	S/E Temuco	J4	600/5	900	343
	S/E Temuco	J3	600/5	900	343
	S/E Cautín	J3	1200/1	1440	549
	S/E Cautín	J4	1200/1	1440	549
Cautín - Ciruelos 220kV C1 y C2	S/E Cautín	J5	1200/1	1440	549
	S/E Cautín	J6	1200/1	1440	549
	S/E Los Ciruelos	J1	600/5	720	274
	S/E Los Ciruelos	J6	800/5	960	366
Ciruelos - Valdivia 220kV C1 y C2	S/E Los Ciruelos	J2	600/5	720	274
	S/E Los Ciruelos	J7	800/5	960	366
	S/E Valdivia	J5	800/1	960	366
	S/E Valdivia	J4	800/1	960	366
Ciruelos – Cerros de Huichahue 220 kV C1y2	S/E Los Ciruelos	J8	800/1	960	366

Línea	Subestación	Paño	Relación de Transformación	Capacidad [A]	Capacidad (MVA)
Ciruelos – Cerros de Huichahue 220 kV C1y2	S/E Los Ciruelos	J9	800/1	960	366
	Cerros de Huichahue	J4/J5	800/1	960	366
	Cerros de Huichahue	J1/J2	800/1	960	366
Cerros de Huichahue – N. Pichirropulli 220 kV C1 y C2	Cerros de Huichahue	J5/J6	800/1	960	366
	Cerros de Huichahue	J2/J3	800/1	960	366
	S/E N. Pichirropulli	J10/J11	800/1	960	366
	S/E N. Pichirropulli	J7/J8	800/1	960	366
Valdivia – Laurel 220 kV C1 y C2	S/E Valdivia	J6	400/1	480	183
	S/E Valdivia	J3	400/1	480	183
	S/E Laurel	J1/J2	1000/1	1200	457
	S/E Laurel	J4/J5	1000/1	1200	457
Laurel – N. Pichirropulli 220 kV C1 y C2	S/E Laurel	J2/J3	1000/1	1200	457
	S/E Laurel	J5/J6	1000/1	1200	457
	S/E Pichirropulli	J1/J2	800/1	960	366
	S/E Pichirropulli	J4/J5	800/1	960	366
N. Pichirropulli – Rahue 220 kV C1 y C2	S/E Pichirropulli	J2/J3	800/1	960	366
	S/E Pichirropulli	J5/J6	800/1	960	366
	S/E Rahue	J2	500/1	600	229
	S/E Rahue	J3	500/1	600	229
Rahue – Frutillar Norte 220kV C1 y C2	S/E Rahue	J1	500/1	600	229
	S/E Rahue	J4	500/1	600	229
	S/E Frutillar Norte	J4	1600/1	1920	731
	S/E Frutillar Norte	J3	1600/1	1920	731
Frutillar Norte – Puerto Montt 220kV C1 y C2	S/E Frutillar Norte	J1	1600/1	1920	731
	S/E Frutillar Norte	J6	1600/1	1920	731
	S/E Puerto Montt	J1	400/1	480	183
	S/E Puerto Montt	J2	400/1	480	183

Capacidad Térmica de TTCC

7.10 Líneas de inyección de Centrales

Capacidad Térmica de Líneas

Línea	Conductor	Capacidad Térmica [MVA] para distintas temperaturas (°C) ambiente									
		0	5	10	15	20	25	30	35	40	45
220 kV Ralco – Charrúa N°1	2xACAR 1200	979	937	892	844	793	738	678	612	537	449
220 kV Ralco – Charrúa N°2	2xACAR 1200	979	937	892	844	793	738	678	612	537	449
220 kV Antuco – Charrúa N°1	AAC 1590 MCM Coreopsis	637	615	593	569	544	517	489	460	427	392
220 kV Antuco – Charrúa N°2	AAC 1590 MCM Coreopsis	637	615	593	569	544	517	489	460	427	392
220 kV Antuco – Trupán	AAC 1590 MCM Coreopsis	637	615	593	569	544	517	489	460	427	637
220 kV Trupán – Charrúa	AAC 1590 MCM Coreopsis	637	615	593	569	544	517	489	460	427	392
220 kV Candelaria - Colbún N°1	1 x ASC "Anemone"	851	820	788	754	718	680	639	595	548	495
220 kV Candelaria - Colbún N°2	1 x ASC "Anemone"	851	820	788	754	718	680	639	595	548	495
220 kV Pehuenche – Ancoa N°1	AAC 1590 MCM Coreopsis	637	615	593	569	544	517	489	460	427	392
220 kV Pehuenche – Ancoa N°2	AAC 1590 MCM Coreopsis	637	615	593	569	544	517	489	460	427	392
220 kV San Luis – Quillota N°1	4xAAC Coreopsis	2484	2393	2302	2195	2088	1974	1860	1722	1585	1425
220 kV San Luis – Quillota N°2	4xAAC Coreopsis	2484	2393	2302	2195	2088	1974	1860	1722	1585	1425

Capacidad Térmica de TTCC

Líneas	Extremo	Paño	TT/CC		
			Razón	Corriente	Potencia
				máxima [A]	máxima [MVA]
220 kV Ralco - Charrúa	Ralco	J1/J2	2500/1	2625	1000
	Charrúa	J16/J24	2400/5	2880	1097
220 kV Antuco – Charrúa 1, 2 y 3	Antuco	J3/J4/J5	600/2,5	1200	457
	Charrúa	J4/J7/J22	600/2,5	720	274
220 kV Colbún - Candelaria	Colbún	J7/J4	2000/1	2400	914
	Candelaria	J3/J4	2000/1	2400	914
220 kV Pehuenche - Ancoa	Pehuenche	J1/J2	2000/1	2400	914
	Ancoa	J4/J5	2000/1	2400	914
220 kV San Luis – Quillota (*)	San Luis	J11/J9	4000/5	4800	1829
	Quillota	J5/J6	4000/5	4800	1829

(*) Según lo informado a la GO, los interruptores de poder de la línea 2x220 kV San Luis – Quillota poseen un límite transitorio de 4200 A para un tiempo de 1 hora. Por lo dicho anteriormente, la limitación por equipos queda fijada por los interruptores de poder a 1600 MVA.

7.11 Anexo Factores de Redistribución

Para efectos de la operación del sistema, se deberán considerar los factores de redistribución de flujos debido a la redundancia de vínculos, relacionados a las diversas contingencias o condiciones operacionales que se presenten. Dichos factores de redistribución corresponden a qué porcentaje relativo del flujo (en MW) de precontingencia por el elemento fallado se redistribuye por los otros vínculos redundantes que permanecen en servicio.

A continuación, se presentan las tablas que resumen los factores de redistribución en las principales líneas del sistema de transmisión enmallado. Estos factores se calculan para cada zona, y si es necesario se consideran diferentes condiciones operativas.

7.11.1 Zona Norte Grande

Tramos	Dirección Flujo Inicial	220 kV Lagunas-Collahuasi.C2	220 kV Encuentro-Collahuasi.C1	220 kV Ana María - Lagunas C1	220 kV Kapatur-O'Higgins.C2	220 kV Kimal-Laberinto C1	220 kV Kimal-María Elena C1	Los Changos - TEN 220 kV C1	220 kV Encuentro - Kimal C1	220 kV Frontera - Ma. Elena C1	220 kV Kapatur-Laberinto.C2	220 kV Miraje-Encuentro C1	Los Changos - Kimal 500kV C1
Los Changos - Kimal 500kV C1	←	-0.1%	-0.6%	0.0%	-23.8%	35.6%	-0.3%	0.1%	-3.4%	-0.4%	-32.0%	4.7%	-
Los Changos - TEN 220 kV C1	←	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Los Changos - TEN 220 kV C2	←	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	99.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Kimal - Nva Chuquicamata 220kV L1	←	-0.1%	-0.2%	-0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-0.1%	-0.1%	0.0%	0.0%	-0.1%
Kimal - Nva Chuquicamata 220kV L2	←	-0.1%	-0.2%	-0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-0.1%	-0.1%	0.0%	0.0%	-0.1%
220 kV Kimal- Laberinto C1	→	-0.2%	-0.8%	-1.2%	1.3%	-	-0.1%	0.0%	-1.8%	-0.6%	11.0%	1.0%	18.4%
220 kV Kimal- Laberinto C2	→	-0.1%	-0.7%	-1.1%	1.3%	20.9%	-0.1%	0.0%	-1.8%	-0.6%	11.2%	1.0%	19.0%
220 kV Crucero-Kimal C1	→	0.1%	0.3%	0.5%	-2.1%	-5.7%	0.1%	0.0%	0.7%	0.3%	-1.8%	-0.5%	-7.3%
220 kV Crucero-Kimal C2	→	0.1%	0.3%	0.5%	-2.1%	-5.7%	0.1%	0.0%	0.7%	0.3%	-1.8%	-0.5%	-7.3%
220 kV Kimal-María Elena C1	←	10.3%	-16.1%	-18.8%	-0.2%	-0.4%	-	0.0%	2.1%	-17.4%	-0.1%	0.1%	-0.6%
220 kV Kimal-María Elena C2	←	10.2%	-16.1%	-18.9%	-0.2%	-0.4%	87.4%	0.0%	2.1%	-17.4%	-0.1%	0.1%	-0.6%
220 kV Encuentro - Kimal C1	→	-10.5%	14.9%	17.4%	-8.4%	-15.6%	5.9%	0.0%	-	16.4%	-3.0%	3.8%	-23.4%
220 kV Encuentro - Kimal C2	→	-10.5%	14.9%	17.4%	-8.4%	-15.6%	5.9%	0.0%	87.4%	16.4%	-3.0%	3.8%	-23.4%
220 kV Encuentro-Collahuasi.C1	→	22.9%	-	14.9%	-0.1%	-0.1%	-2.3%	0.0%	0.9%	-5.7%	0.0%	0.0%	-0.1%
220 kV Encuentro-Collahuasi.C2	→	23.1%	37.3%	15.1%	-0.1%	-0.1%	-2.3%	0.0%	0.9%	-5.7%	0.0%	0.0%	-0.1%
220 kV Encuentro-Ana María C1	←	11.4%	-16.9%	31.6%	0.1%	0.2%	3.8%	0.0%	-1.2%	10.8%	0.0%	-0.1%	0.3%
220 kV Encuentro-Ana María C2	←	11.4%	-16.9%	31.6%	0.1%	0.2%	3.8%	0.0%	-1.2%	10.8%	0.0%	-0.1%	0.3%
220 kV Kapatur-Los Changos.C1	←	1.4%	1.7%	2.8%	-11.6%	18.5%	0.0%	0.0%	-1.6%	0.9%	-15.3%	2.4%	-48.6%
220 kV Kapatur-Los Changos.C2	←	1.4%	1.7%	2.8%	-11.6%	18.5%	0.0%	0.0%	-1.6%	0.9%	-15.3%	2.4%	-48.6%
220 kV Kapatur-O'Higgins.C1	→	0.9%	0.9%	1.5%	53.0%	3.2%	0.0%	0.0%	-1.4%	0.4%	19.9%	2.8%	-26.7%
220 kV Kapatur-O'Higgins.C2	→	0.9%	0.9%	1.5%	-	3.2%	0.0%	0.0%	-1.4%	0.4%	19.9%	2.8%	-26.7%
220 kV Lagunas-Quillagua C1	→	-11.4%	17.9%	21.0%	0.2%	0.4%	6.8%	0.0%	-2.4%	18.8%	0.1%	-0.1%	0.6%
220 kV Frontera - Ma. Elena C1	←	10.4%	-16.2%	-18.9%	-0.2%	-0.4%	-6.2%	0.0%	2.1%	-	-0.1%	0.1%	-0.6%

Tramos	Dirección Flujo Inicial	220 kV Lagunas- Collahuasi.C2	220 kV Encuentro- Collahuasi.C1	220 kV Ana María - Lagunas C1	220 kV Katur- O'Higgins.C2	220 kV Kimal- Laberinto C1	220 kV Kimal- María Elena C1	Los Changos - TEN 220 kV C1	220 kV Encuentro - Kimal C1	220 kV Frontera - Ma. Elena C1	220 kV Katur- Laberinto.C2	220 kV Miraje- Encuentro C1	Los Changos - Kimal 500kV C1
221 kV Frontera - Ma. Elena C2	←	10.2%	-16.1%	-18.8%	-0.2%	-0.4%	-6.1%	0.0%	2.1%	65.1%	-0.1%	0.1%	-0.6%
220 kV Miraje-Encuentro.C1	←	-0.6%	-0.2%	-0.4%	8.1%	7.4%	0.1%	0.0%	2.4%	0.1%	-1.8%	-	16.2%
220 kV Miraje-Encuentro.C2	←	-0.6%	-0.2%	-0.4%	8.1%	7.4%	0.1%	0.0%	2.4%	0.1%	-1.8%	91.0%	16.2%
220 kV Ana María - Lagunas C1	→	-11.4%	16.9%	-	-0.1%	-0.2%	-3.8%	0.0%	1.2%	-10.8%	0.0%	0.1%	-0.3%
221 kV Ana María - Lagunas C2	→	-11.4%	16.9%	36.8%	-0.1%	-0.2%	-3.8%	0.0%	1.2%	-10.8%	0.0%	0.1%	-0.3%
220 kV San Simón - Frontera	←	-9.5%	14.2%	16.1%	0.2%	0.3%	5.5%	0.0%	-1.9%	15.5%	0.1%	-0.1%	0.5%
220 kV Chacaya-Mejillones	→	-0.2%	-0.7%	-1.0%	15.1%	-6.6%	-0.1%	0.0%	-1.2%	-0.5%	-15.1%	1.8%	13.4%
220 kV Mejillones-O'Higgins	→	-0.2%	-0.7%	-1.0%	15.1%	-6.5%	-0.1%	0.0%	-1.2%	-0.5%	-15.1%	1.8%	13.4%
220 kV Laberinto-El Cobre	→	1.0%	0.8%	1.3%	6.6%	-27.9%	-0.1%	0.0%	-3.4%	0.3%	-21.4%	-0.4%	-14.8%
220 kV Lagunas-Collahuasi.C1	→	56.0%	31.8%	-14.4%	0.1%	0.1%	2.3%	0.0%	-0.9%	5.7%	0.0%	0.0%	0.1%
220 kV Lagunas-Collahuasi.C2	→	-	32.3%	-14.7%	0.1%	0.1%	2.3%	0.0%	-0.9%	5.8%	0.0%	0.0%	0.1%
220 kV Atacama-O'Higgins.C1	→	-0.6%	-0.2%	-0.4%	8.0%	7.3%	0.1%	0.0%	2.4%	0.1%	-1.7%	-4.5%	16.0%
220 kV San Simón - Lagunas	→	-9.5%	14.2%	16.1%	0.2%	0.3%	5.5%	0.0%	-1.9%	15.5%	0.1%	-0.1%	0.5%
220 kV Katur-Laberinto.C1	→	0.5%	0.8%	1.3%	11.9%	15.3%	0.1%	0.0%	-0.2%	0.5%	29.6%	-0.3%	-21.8%
220 kV Katur-Laberinto.C2	→	0.5%	0.8%	1.3%	11.9%	15.3%	0.1%	0.0%	-0.2%	0.5%	-	-0.3%	-21.8%

Factores de redistribución sistema Norte Grande, escenario de día.

Tramos	Dirección Flujo Inicial	220 kV Lagunas- Collahuasi C2	220 kV Encuentro- Collahuasi C1	220 kV Ana María - Lagunas C1	220 kV Kapur- O'Higgins.C2	220 kV Kimal- Laberinto C1	220 kV Kimal-María Elena C1	Los Changos - TEN 220 kV C1	220 kV Encuentro - Kimal C1	220 kV Frontera - Ma. Elena C1	220 kV Kapur- Laberinto C2	220 kV Miraje- Encuentro C1	Los Changos - Kimal 500kV C1
Los Changos - Kimal 500kV C1	→	-2.5%	1.6%	1.7%	23.7%	-35.0%	-0.1%	0.0%	-3.5%	-0.4%	32.1%	-5.0%	-
Los Changos - TEN 220 kV C1	←	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Los Changos - TEN 220 kV C2	←	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	99.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Kimal - Nva Chuquicamata 220kV L1	→	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Kimal - Nva Chuquicamata 220kV L2	→	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
220 kV Kimal- Laberinto C1	→	-0.4%	-0.7%	-0.7%	1.2%	-	0.0%	0.0%	1.2%	0.1%	11.0%	1.0%	-18.5%
220 kV Kimal- Laberinto C2	→	-0.3%	-0.7%	-0.7%	1.3%	21.3%	0.0%	0.0%	1.3%	0.1%	11.3%	1.0%	-19.0%
220 kV Crucero-Kimal C1	→	0.1%	0.2%	0.2%	-2.0%	-5.6%	0.0%	0.0%	-0.5%	0.0%	-1.8%	-0.5%	7.2%
220 kV Crucero-Kimal C2	→	0.1%	0.2%	0.2%	-2.0%	-5.6%	0.0%	0.0%	-0.5%	0.0%	-1.8%	-0.5%	7.2%
220 kV Kimal-María Elena C1	→	-10.3%	16.8%	19.7%	0.2%	0.4%	-	0.0%	1.9%	-17.2%	0.1%	0.0%	-0.5%
220 kV Kimal-María Elena C2	→	-10.2%	16.7%	19.6%	0.2%	0.4%	87.9%	0.0%	1.9%	-17.1%	0.1%	0.0%	-0.5%
220 kV Encuentro - Kimal C1	←	9.5%	-15.0%	-17.9%	8.3%	15.9%	5.9%	0.0%	-	16.7%	2.9%	-4.0%	-23.3%
220 kV Encuentro - Kimal C2	←	9.5%	-15.0%	-17.9%	8.3%	15.9%	5.9%	0.0%	89.2%	16.7%	2.9%	-4.0%	-23.3%
220 kV Encuentro- Collahuasi.C1	→	22.9%	-	13.1%	-0.1%	-0.1%	2.4%	0.0%	-0.7%	6.8%	0.0%	0.0%	0.3%
220 kV Encuentro- Collahuasi.C2	→	23.2%	36.0%	13.3%	-0.1%	-0.1%	2.4%	0.0%	-0.7%	6.9%	0.0%	0.0%	0.3%
220 kV Encuentro-Ana María C1	→	-12.0%	17.3%	-31.2%	-0.1%	-0.2%	3.9%	0.0%	-1.2%	10.9%	0.0%	0.0%	0.3%
221 kV Encuentro-Ana María C2	→	-12.0%	17.3%	-31.2%	-0.1%	-0.2%	3.9%	0.0%	-1.2%	10.9%	0.0%	0.0%	0.3%
220 kV Kapatur-Los Changos.C1	←	2.2%	1.3%	0.9%	-11.6%	18.1%	0.3%	0.0%	1.8%	0.9%	-15.3%	2.7%	51.6%
220 kV Kapatur-Los Changos.C2	←	2.2%	1.3%	0.9%	-11.6%	18.1%	0.3%	0.0%	1.8%	0.9%	-15.3%	2.7%	51.6%
220 kV Kapatur- O'Higgins.C1	→	1.4%	0.6%	0.4%	53.0%	4.0%	0.2%	0.0%	1.5%	0.6%	19.8%	2.9%	28.4%
220 kV Kapatur- O'Higgins.C2	→	1.4%	0.6%	0.4%	-	4.0%	0.2%	0.0%	1.5%	0.6%	19.8%	2.9%	28.4%
220 kV Lagunas- Quillagua C1	→	-11.0%	18.0%	21.1%	0.2%	0.4%	-6.8%	0.0%	2.0%	-19.1%	0.1%	0.0%	-0.6%
220 kV Frontera - Ma. Elena C1	→	-10.3%	16.8%	19.6%	0.2%	0.4%	-6.3%	0.0%	1.9%	-	0.1%	0.0%	-0.5%

Tramos	Dirección Flujo Inicial	220 kV Lagunas-Collahuasi C2	220 kV Encuentro-Collahuasi C1	220 kV Ana María - Lagunas C1	220 kV Kapatur-O'Higgins.C2	220 kV Kimal-Laberinto C1	220 kV Kimal-María Elena C1	Los Changos - TEN 220 kV C1	220 kV Encuentro - Kimal C1	220 kV Frontera - Ma. Elena C1	220 kV Kapatur-Laberinto C2	220 kV Miraje-Encuentro C1	Los Changos - Kimal 500kV C1
221 kV Frontera - Ma. Elena C2	→	-10.1%	16.5%	19.4%	0.2%	0.4%	-6.2%	0.0%	1.9%	66.0%	0.1%	0.0%	-0.5%
220 kV Miraje-Encuentro.C1	←	-0.8%	-0.1%	0.1%	8.1%	7.3%	-0.2%	0.0%	-2.1%	-0.6%	-1.8%	-	16.3%
220 kV Miraje-Encuentro.C2	←	-0.8%	-0.1%	0.1%	8.1%	7.3%	-0.2%	0.0%	-2.1%	-0.6%	-1.8%	91.0%	16.3%
220 kV Ana María - Lagunas C1	→	-11.9%	17.1%	-	-0.1%	-0.2%	3.8%	0.0%	-1.1%	10.8%	0.0%	0.0%	0.3%
221 kV Ana María - Lagunas C2	→	-11.9%	17.1%	38.2%	-0.1%	-0.2%	3.8%	0.0%	-1.1%	10.8%	0.0%	0.0%	0.3%
220 kV San Simón - Frontera	←	-8.9%	14.4%	16.9%	0.2%	0.3%	-5.4%	0.0%	1.6%	-15.4%	0.1%	0.0%	-0.5%
220 kV Chacaya-Mejillones	→	-0.3%	-0.5%	-0.4%	15.3%	-6.1%	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	-15.1%	1.9%	-14.0%
220 kV Mejillones-O'Higgins	→	-0.3%	-0.5%	-0.4%	15.3%	-6.1%	0.0%	0.0%	0.8%	0.0%	-15.1%	1.9%	-14.0%
220 kV Laberinto-El Cobre	←	-1.7%	-0.4%	-0.1%	6.5%	28.5%	-0.3%	0.0%	-2.7%	-0.8%	21.5%	0.3%	16.0%
220 kV Lagunas-Collahuasi.C1	→	56.7%	31.9%	-12.4%	0.1%	0.1%	-2.2%	0.0%	0.7%	-6.4%	0.0%	0.0%	-0.2%
220 kV Lagunas-Collahuasi.C2	→	-	32.5%	-12.6%	0.1%	0.1%	-2.3%	0.0%	0.7%	-6.5%	0.0%	0.0%	-0.2%
220 kV Atacama-O'Higgins.C1	←	0.8%	0.1%	-0.1%	-8.0%	-7.3%	0.2%	0.0%	2.1%	0.6%	1.8%	4.5%	16.3%
220 kV San Simón - Lagunas	→	-8.9%	14.4%	16.9%	0.2%	0.3%	-5.4%	0.0%	1.6%	-15.4%	0.1%	0.0%	-0.5%
220 kV Kapatur-Laberinto.C1	→	0.9%	0.6%	0.5%	12.0%	14.1%	0.1%	0.0%	0.3%	0.3%	29.7%	-0.3%	23.2%
220 kV Kapatur-Laberinto.C2	→	0.9%	0.6%	0.5%	12.0%	14.1%	0.1%	0.0%	0.3%	0.3%	-	-0.3%	23.2%

Factores de redistribución sistema Norte Grande, escenario de Noche.

7.11.2 Zona Norte Chico

Tramos	Dirección Flujo Inicial	500 kV Los Changos - Cumbre C2	500 kV Cumbre-N. Cardones C2	500 kV N. Cardones-N. Maitencillo C1	500 kV N. Maitencillo-N. P. de Azúcar C1	500 kV N. P.de Azúcar - Polpaico C1
500 kV Los Changos - Cumbre C1	→	97.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
500 kV Los Changos - Cumbre C2	→	-	-0.1%	0.0%	0.0%	0.0%
500 kV Cumbre-N. Cardones C1	→	-1.6%	88.8%	-1.4%	0.0%	0.0%
500 kV Cumbre-N. Cardones C2	→	-1.4%	-	-1.4%	0.0%	0.0%
500 kV N. Cardones-N. Maitencillo C1	→	-1.2%	-1.4%	-	-0.2%	-0.1%
500 kV N. Cardones-N. Maitencillo C2	→	-1.3%	-1.5%	78.5%	-0.1%	0.0%
500 kV N. Maitencillo-N. P. de Azúcar C1	→	-0.9%	-0.5%	-0.7%	-	-0.2%
500 kV N. Maitencillo-N. P. de Azúcar C2	→	-1.2%	-0.5%	-0.7%	98.7%	-0.1%
500 kV N. P.de Azúcar - Polpaico C1	→	-1.3%	-0.5%	-0.6%	-1.7%	-
500 kV N. P.de Azúcar - Polpaico C2	→	-1.4%	-0.5%	-0.6%	-1.8%	87.7%

Factores de redistribución sistema de 500 kV Norte Chico, escenario de día.

Tramos	Dirección Flujo Inicial	Cardones - San Andrés 220 kV C1	Cardones - Algarrobal 220kV L3	Algarrobal - Maitencillo 220kV L3	Illapa - Carrera Pinto C1 220 kV	San Andrés - C. Pinto 220 kV C2	Pan de Azúcar - Punta Colorada 220kV C1	Don Goyo - Pan de Azúcar 220kV C1	La Cebada - Tap Talinay 220kV	La Cebada - Don Goyo 220kV	La Cebada - Punta Sierra 220kV	Los Vilos - Las Palmas L2	Punta Sierra - Las Palmas C1 220kV
D. Almagro - Illapa 220 kV C2	←	0.0%	0.0%	0.0%	-0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
D. Almagro - Illapa 220 kV C1	←	0.0%	0.0%	0.0%	-0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
D. Almagro - Illapa 220 kV C3	←	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Illapa - Carrera Pinto C1 220 kV	→	6.9%	2.3%	1.3%	-	5.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Illapa - Carrera Pinto C2 220 kV	→	6.9%	2.3%	1.3%	36.8%	5.9%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Illapa - Carrera Pinto C3 220 kV	←	7.5%	2.5%	1.4%	39.9%	6.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
San Andrés - C. Pinto 220 kV C2	→	-7.3%	-2.5%	-1.4%	7.9%	-	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
San Andrés - C. Pinto 220 kV C3	→	-7.3%	-2.5%	-1.4%	7.9%	43.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%

Tramos	Dirección Flujo Inicial	Cardones - San Andrés 220 kV C1	Cardones - Algarrobal 220kV L3	Algarrobal - Maitencillo 220kV L3	Illapa - Carrera Pinto C1 220 kV	San Andrés - C. Pinto 220 kV C2	Pan de Azúcar - Punta Colorada 220kV C1	Don Goyo - Pan de Azúcar 220kV C1	La Cebada - Tap Talinay 220kV	La Cebada - Don Goyo 220kV	La Cebada - Punta Sierra 220kV	Los Vilos - Las Palmas L2	Punta Sierra - Las Palmas C1 220kV
San Andrés - C. Pinto 220 kV C1	→	-6.5%	-2.1%	-1.2%	7.0%	38.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Cardones - San Andrés 220 kV C2	←	39.0%	-2.2%	-1.2%	7.0%	-5.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Cardones - San Andrés 220 kV C3	←	39.0%	-2.2%	-1.2%	7.0%	-5.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Cardones - San Andrés 220 kV C1	←	-	-2.6%	-1.4%	8.4%	-7.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Cardones - Algarrobal 220kV L1	←	-1.2%	25.7%	-9.1%	1.2%	-1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Cardones - Algarrobal 220kV L2	→	-1.4%	24.1%	-10.0%	1.3%	-1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Cardones - Algarrobal 220kV L3	→	-1.4%	-	-9.9%	1.3%	-1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Algarrobal - Maitencillo 220kV L1	→	-1.4%	-17.5%	34.0%	1.3%	-1.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Algarrobal - Maitencillo 220kV L2	←	-1.3%	-16.6%	37.2%	1.3%	-1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Algarrobal - Maitencillo 220kV L3	←	-1.3%	-16.6%	-	1.3%	-1.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Maitencillo - Don Héctor 220kV C1	←	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Maitencillo - Tap El Romero 220kV C2	→	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Pan de Azúcar - Pta Colorada 220kV C1	→	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Pan de Azúcar - Pta Colorada 220kV C2	→	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	98.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Don Goyo - Pan de Azúcar 220kV C1	→	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	-	-28.6%	11.5%	2.7%	15.5%	3.9%
Don Goyo - Pan de Azúcar 220kV C2	←	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	70.1%	-28.6%	11.5%	2.7%	15.5%	3.9%
Tap Talinay - Don Goyo 220kV	←	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	-14.9%	-	-77.2%	2.7%	15.5%	3.9%
La Cebada - Tap Talinay 220kV	←	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-0.4%	14.8%	-	76.6%	-2.7%	-15.4%	-3.9%
La Cebada - Don Goyo 220kV	←	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-0.4%	14.9%	45.9%	-	-2.7%	-15.4%	-3.9%
Tap M. Redondo - La Cebada 220kV	←	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-0.4%	14.9%	-27.0%	-11.7%	94.6%	-15.4%	-3.9%
Tap M. Redondo - Punta Sierra 220kV	←	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-0.4%	14.9%	-27.0%	-11.7%	94.6%	-15.4%	-3.9%
La Cebada - Punta Sierra 220kV	←	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-0.4%	14.9%	-27.0%	-11.7%	-	-15.4%	-3.9%
Punta Sierra - Las Palmas C1 220kV	←	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-0.4%	14.8%	-27.0%	-11.7%	-2.8%	-15.4%	-

Tramos	Dirección Flujo Inicial	Cardones - San Andrés 220 kV C1	Cardones - Algarrobal 220kV L3	Algarrobal - Maitencillo 220kV L3	Illapa - Carrera Pinto C1 220 kV	San Andrés - C. Pinto 220 kV C2	Pan de Azúcar - Punta Colorada 220kV C1	Don Goyo - Pan de Azúcar 220kV C1	La Cebada - Tap Talinay 220kV	La Cebada - Don Goyo 220kV	La Cebada - Punta Sierra 220kV	Los Vilos - Las Palmas L2	Punta Sierra - Las Palmas C1 220kV
Punta Sierra - Las Palmas C2 220kV	←	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-0.4%	14.8%	-27.0%	-11.7%	-2.8%	-15.4%	92.3%
Los Vilos - Las Palmas L1	←	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-0.4%	14.1%	-25.7%	-11.2%	-2.7%	67.4%	-4.0%
Los Vilos - Las Palmas L2	←	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-0.4%	14.1%	-25.7%	-11.2%	-2.7%	-	-4.0%

Factores de redistribución sistema de 220 kV Norte Chico, escenario de día.

Tramos	Dirección Flujo Inicial	500 kV Los Changos - Cumbre C2	500 kV Cumbre-N. Cardones C2	500 kV N. Cardones-N. Maitencillo C1	500 kV N. Maitencillo-N. P. de Azúcar C1	500 kV N. P.de Azúcar - Polpaico C1
500 kV Los Changos - Cumbre C1	→	99.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
500 kV Los Changos - Cumbre C2	→	-	-0.7%	-0.2%	0.0%	0.1%
500 kV Cumbre-N. Cardones C1	→	-0.4%	89.7%	1.8%	-0.1%	-0.2%
500 kV Cumbre-N. Cardones C2	→	-0.3%	-	1.6%	-0.1%	-0.1%
500 kV N. Cardones-N. Maitencillo C1	←	0.2%	-0.1%	-	1.0%	0.2%
500 kV N. Cardones-N. Maitencillo C2	←	0.3%	0.2%	77.7%	1.0%	0.4%
500 kV N. Maitencillo-N. P. de Azúcar C1	→	-0.3%	0.4%	1.0%	-	-1.2%
500 kV N. Maitencillo-N. P. de Azúcar C2	→	-0.5%	-0.1%	0.7%	88.9%	-1.8%
500 kV N. P.de Azúcar - Polpaico C1	→	-0.3%	0.6%	0.1%	-0.3%	-
500 kV N. P.de Azúcar - Polpaico C2	→	-0.4%	0.4%	-0.1%	-0.5%	82.1%

Factores de redistribución sistema de 500 kV NorteChico, escenario de Noche.

Tramos	Dirección Flujo Inicial	Cardones - San Andrés 220 kV C1	Cardones - Algarrobal 220kV L3	Algarrobal - Maitencillo 220kV L3	D. Almagro - Illapa 220 kV C1	Illapa - Carrera Pinto C1 220 kV	San Andrés - C. Pinto 220 kV C2	Pan de Azúcar - Punta Colorada 220kV C1	Don Goyo - Pan de Azúcar 220kV C1	La Cebada - Tap Talinay 220kV	La Cebada - Don Goyo 220kV	La Cebada - Punta Sierra 220kV	Los Vilos - Las Palmas L2	Punta Sierra - Las Palmas C1 220kV
D. Almagro - Illapa 220 kV C2	→	0.0%	0.0%	0.0%	49.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
D. Almagro - Illapa 220 kV C1	→	0.0%	0.0%	0.0%	-	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
D. Almagro - Illapa 220 kV C3	→	0.1%	0.0%	0.0%	50.5%	-0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Illapa - Carrera Pinto C1 220 kV	←	-7.6%	-2.1%	-1.2%	0.0%	-	-6.2%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Illapa - Carrera Pinto C2 220 kV	←	-7.6%	-2.1%	-1.2%	0.0%	37.7%	-6.2%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Illapa - Carrera Pinto C3 220 kV	→	-7.9%	-2.3%	-1.3%	0.0%	40.4%	-6.7%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
San Andrés - C. Pinto 220 kV C2	←	-8.1%	-2.3%	-1.3%	0.0%	-7.7%	-	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
San Andrés - C. Pinto 220 kV C3	←	-8.1%	-2.3%	-1.3%	0.0%	-7.7%	43.3%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
San Andrés - C. Pinto 220 kV C1	←	-7.0%	-2.0%	-1.2%	0.0%	-6.6%	37.7%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Cardones - San Andrés 220 kV C2	→	38.5%	-2.1%	-1.2%	0.0%	-7.0%	-6.1%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Cardones - San Andrés 220 kV C3	→	38.5%	-2.1%	-1.2%	0.0%	-7.0%	-6.1%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Cardones - San Andrés 220 kV C1	←	-	-2.5%	-1.4%	0.0%	-8.2%	-7.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Cardones - Algarrobal 220kV L1	←	-0.8%	26.2%	-9.1%	0.0%	-1.0%	-0.7%	2.3%	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%	0.2%	0.1%
Cardones - Algarrobal 220kV L2	←	-0.8%	23.7%	-10.1%	0.0%	-1.1%	-0.8%	2.6%	0.1%	-0.1%	0.1%	0.0%	0.2%	0.1%
Cardones - Algarrobal 220kV L3	←	-0.9%	-	-10.2%	0.0%	-1.1%	-0.8%	2.6%	0.1%	-0.1%	0.1%	0.0%	0.2%	0.1%
Algarrobal - Maitencillo 220kV L1	←	-0.8%	-17.1%	33.4%	0.0%	-1.1%	-0.8%	2.6%	0.1%	-0.1%	0.1%	0.0%	0.2%	0.1%
Algarrobal - Maitencillo 220kV L2	←	-0.8%	-16.1%	36.9%	0.0%	-1.1%	-0.8%	2.5%	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%	0.2%	0.1%
Algarrobal - Maitencillo 220kV L3	←	-0.8%	-16.1%	-	0.0%	-1.1%	-0.8%	2.5%	0.1%	0.0%	0.1%	0.0%	0.2%	0.1%
Maitencillo - Don Héctor 220kV C1	←	0.1%	2.2%	1.3%	0.0%	0.2%	0.1%	-25.1%	-1.8%	0.2%	-1.5%	-0.4%	-2.2%	-0.5%
Maitencillo - Tap El Romero 220kV C2	→	0.1%	2.2%	1.3%	0.0%	0.2%	0.1%	-25.1%	-1.8%	0.2%	-1.5%	-0.4%	-2.2%	-0.5%
Pan de Azúcar - Punta Colorada 220kV C1	→	0.0%	2.2%	1.2%	0.0%	0.1%	0.1%	-	-1.7%	0.2%	-1.4%	-0.4%	-2.1%	-0.5%
Pan de Azúcar - Punta Colorada 220kV C2	→	0.0%	2.2%	1.2%	0.0%	0.1%	0.1%	50.1%	-1.7%	0.2%	-1.4%	-0.4%	-2.1%	-0.5%

Tramos	Dirección Flujo Inicial	Cardones - San Andrés 220 kV C1	Cardones - Algarrobal 220kV L3	Algarrobal - Maitencillo 220kV L3	D. Almagro - Illapa 220 kV C1	Illapa - Carrera Pinto C1 220 kV	San Andrés - C. Pinto 220 kV C2	Pan de Azúcar - Punta Colorada 220kV C1	Don Goyo - Pan de Azúcar 220kV C1	La Cebada - Tap Talinay 220kV	La Cebada - Don Goyo 220kV	La Cebada - Punta Sierra 220kV	Los Vilos - Las Palmas L2	Punta Sierra - Las Palmas C1 220kV
Don Goyo - Pan de Azúcar 220kV C1	→	0.0%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-2.4%	-	0.6%	-11.4%	-2.7%	-15.2%	-3.9%
Don Goyo - Pan de Azúcar 220kV C2	←	0.0%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-2.4%	69.7%	0.6%	-11.4%	-2.7%	-15.2%	-3.9%
Tap Talinay - Don Goyo 220kV	←	0.0%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-2.4%	-15.1%	-	77.2%	-2.7%	-15.2%	-3.9%
La Cebada - Tap Talinay 220kV	←	0.0%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-2.4%	-15.1%	-	77.0%	-2.7%	-15.2%	-3.9%
La Cebada - Don Goyo 220kV	←	0.0%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-2.4%	-15.1%	67.9%	-	-2.7%	-15.2%	-3.9%
Tap Monte Redondo - La Cebada 220kV	←	0.0%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-2.4%	-15.1%	-16.1%	-11.5%	94.7%	-15.2%	-3.9%
Tap Monte Redondo - Punta Sierra 220kV	←	0.0%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-2.4%	-15.1%	-16.1%	-11.5%	94.7%	-15.2%	-3.9%
La Cebada - Punta Sierra 220kV	←	0.0%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-2.4%	-15.1%	-16.1%	-11.5%	-	-15.2%	-3.9%
Punta Sierra - Las Palmas C1 220kV	←	0.0%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-2.4%	-15.0%	-16.0%	-11.5%	-2.7%	-15.2%	-
Punta Sierra - Las Palmas C2 220kV	←	0.0%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-2.4%	-15.0%	-16.0%	-11.5%	-2.7%	-15.2%	92.2%
Los Vilos - Las Palmas L1	←	0.0%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-2.4%	-14.9%	-15.9%	-11.4%	-2.7%	69.4%	-3.9%
Los Vilos - Las Palmas L2	←	0.0%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	-2.4%	-14.9%	-15.9%	-11.4%	-2.7%	-	-3.9%

Factores de redistribución sistema de 220 kV NorteChico, escenario de Noche.

7.11.3 Zona Centro Sur 500 kV

Tramos	Dirección Flujo Inicial	Polpaico - Lo Aguirre 500 kV L2	Lo Aguirre - Alto Jahuel 500 kV L2	A.Jahuel - Ancoa 500 kV C2	Ancoa - Entre Ríos 500kV C1	Entre Ríos - Charrúa 500kV C1	Ancoa - Charrúa 500kV
Alto Jahuel - Ancoa 500 kV C1	←	0.1%	0.4%	30.5%	0.0%	0.0%	0.0%
Alto Jahuel - Ancoa 500 kV C2	←	0.2%	0.5%	-	-0.1%	0.1%	0.0%
Alto Jahuel - Ancoa 500 kV C3	←	0.2%	0.4%	31.4%	0.1%	-0.1%	0.0%
Alto Jahuel - Ancoa 500 kV C4	←	0.2%	0.4%	31.4%	0.1%	-0.1%	0.0%
Ancoa - Entre Ríos 500kV C1	←	0.0%	0.2%	0.6%	-	-4.7%	53.8%
Ancoa - Entre Ríos 500kV C2	←	0.0%	0.1%	0.3%	52.8%	-4.4%	46.3%
Entre Ríos - Charrúa 500kV C1	←	0.0%	0.1%	0.3%	-22.7%	-	48.7%
Entre Ríos - Charrúa 500kV C2	←	0.0%	0.1%	0.3%	-23.0%	85.1%	49.2%
Polpaico - Lo Aguirre 500 kV C1	→	92.6%	-3.5%	-0.2%	-0.3%	0.3%	-0.2%
Polpaico - Lo Aguirre 500 kV C2	→	-	-3.5%	-0.2%	-0.3%	0.3%	-0.2%
Lo Aguirre - Alto Jahuel 500 kV C1	→	-2.3%	86.7%	0.1%	-0.4%	0.4%	-0.2%
Lo Aguirre - Alto Jahuel 500 kV C2	→	-2.3%	-	0.1%	-0.4%	0.4%	-0.2%
Ancoa - Charrúa 500kV	←	0.1%	0.1%	0.3%	47.4%	9.0%	-
Alto Jahuel - Arra. Chena 220 kV L2	→	-0.7%	-2.6%	0.0%	-0.1%	0.2%	-0.1%
Alto Jahuel - Arra. Chena 220 kV L1	→	-0.7%	-2.6%	0.0%	-0.1%	0.2%	-0.1%
Alto Jahuel - Chena 220 kV C1	→	-0.6%	-2.0%	0.1%	-0.1%	0.1%	0.0%
Alto Jahuel - Tap Santa Marta 220 kV C2	→	-0.6%	-2.2%	0.1%	-0.1%	0.1%	0.0%
Chena - Tap Santa Marta 220 kV C2	←	-0.6%	-2.2%	0.1%	-0.1%	0.1%	0.0%
Cerro Navia - Arra. Chena 220 kV - L2	→	1.2%	4.8%	-0.2%	0.2%	-0.2%	0.1%
Cerro Navia - Arra. Chena 220 kV -L1	→	1.1%	4.2%	-0.2%	0.2%	-0.2%	0.1%
Polpaico - Lampa 220 kV - L1	→	2.3%	1.9%	0.1%	0.2%	-0.2%	0.1%
Polpaico - Lampa 220 kV - L2	→	2.3%	1.9%	0.1%	0.2%	-0.2%	0.1%

Factores de redistribución sistema de 500 kV zona centro.

7.11.4 Zona V Región

Tramos	Dirección Flujo Inicial	Polpaico - Quillota 220 kV C2	Quillota - San Luis 220kV - L2	Polpaico - Nogales 220 kV C2	Quillota - Nogales 220 kV C1	Quillota - San Pedro 110 kV	San Luis - Agua Santa 220 kV L2	Ventanas - Nogales 220 kV C2	Agua Santa 220/110/60 kV
Polpaico - Nogales 220 kV C1	←	-22.5%	-0.2%	41.0%	19.7%	-1.8%	-0.6%	-2.0%	-3.6%
Polpaico - Nogales 220 kV C2	←	-22.5%	-0.2%	-	19.7%	-1.8%	-0.6%	-2.0%	-3.6%
Polpaico - Quillota 220 kV C1	→	47.4%	-0.4%	-24.7%	20.7%	-13.9%	-1.2%	-1.2%	-7.9%
Polpaico - Quillota 220 kV C2	→	-	-0.4%	-24.7%	20.7%	-13.9%	-1.2%	-1.2%	-7.9%
Quillota - San Luis 220 kV - L1	→	-1.4%	96.1%	-0.7%	-2.0%	18.6%	-7.5%	-2.7%	-50.2%
Quillota - San Luis 220kV - L2	→	-1.4%	-	-0.7%	-2.0%	18.6%	-7.5%	-2.7%	-50.2%
Quillota - Nogales 220 kV C1	←	22.1%	-0.6%	23.3%	-	-17.6%	-2.1%	-5.5%	-14.4%
Quillota - Nogales 220 kV C2	←	22.1%	-0.6%	23.3%	48.0%	-17.6%	-2.1%	-5.5%	-14.4%
Polpaico - Quilapilún 220 kV L2	→	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Polpaico - Quilapilún kV L1	→	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
San Luis - Agua Santa 220 kV L1xxx	→	-1.4%	-2.0%	-0.7%	-2.0%	18.6%	85.1%	-2.7%	-50.2%
San Luis - Agua Santa 220 kV L2	→	-1.4%	-2.0%	-0.7%	-2.0%	18.6%	-	-2.7%	-50.2%
Ventanas - Nogales 220 kV C1	→	-1.6%	-0.7%	-2.7%	-4.7%	-19.5%	-2.7%	84.9%	-18.4%
Ventanas - Nogales 220 kV C2	→	-1.6%	-0.7%	-2.7%	-4.7%	-19.5%	-2.7%	-	-18.4%
Agua Santa - Miraflores 110 kV C1	→	-1.4%	-2.0%	-0.7%	-2.0%	18.4%	-7.8%	-2.7%	-50.2%
Agua Santa - Miraflores 110 kV C2	→	-1.4%	-2.0%	-0.7%	-2.0%	18.4%	-7.8%	-2.7%	-50.2%
Cerro Navia - Tap Batuco 110 kV C1	→	2.7%	0.2%	-1.3%	0.7%	12.4%	1.0%	-0.8%	6.3%
Cerro Navia - Tap Batuco 110 kV C2	→	2.7%	0.2%	-1.3%	0.8%	12.6%	1.0%	-0.8%	6.5%
Las Vegas - Santiago Solar 110 kV C1	←	2.6%	0.2%	-1.4%	0.7%	12.2%	1.0%	-0.8%	6.2%
Santiago Solar - Punta Peuco 110 kV C1	→	-2.7%	-0.2%	1.4%	-0.8%	-12.5%	-1.0%	0.8%	-6.4%
Santiago Solar - Punta Peuco 110 kV C2	→	-2.7%	-0.2%	1.3%	-0.8%	-12.5%	-1.0%	0.8%	-6.5%

Tramos	Dirección Flujo Inicial	Polpaico - Quillota 220 kV C2	Quillota - San Luis 220kV - L2	Polpaico - Nogales 220 kV C2	Quillota - Nogales 220 kV C1	Quillota - San Pedro 110 kV	San Luis - Agua Santa 220 kV L2	Ventanas - Nogales 220 kV C2	Agua Santa 220/110/60 kV
Miraflores - Tap Quilpué 110 kV C2	→	-0.3%	-0.9%	0.3%	0.1%	14.5%	-3.4%	0.5%	-22.2%
Quillota - San Pedro 110 kV	→	-5.8%	2.1%	-1.2%	-6.8%	-	8.3%	-8.0%	55.7%
Ventanas - Torquemada 110 kV C1	→	1.0%	0.9%	1.1%	2.2%	-0.3%	3.4%	3.4%	22.9%
Ventanas - Torquemada 110 kV C2	→	1.0%	0.9%	1.1%	2.2%	-0.3%	3.4%	3.4%	22.9%
Tap Quilpue - Tap Achupallas 110 kV C1	→	0.5%	1.3%	-0.4%	-0.2%	-21.5%	5.3%	-0.8%	34.7%
San Pedro - Pachacama 110 kV C1	→	-2.7%	-0.2%	1.4%	-0.7%	-12.4%	-1.0%	0.8%	-6.4%
San Pedro - Pachacama 110 kV C2	→	-2.7%	-0.2%	1.4%	-0.8%	-12.4%	-1.0%	0.8%	-6.4%
San Pedro - Tap Peñablanca 110 kV	→	0.3%	0.9%	-0.3%	-0.1%	-14.5%	3.5%	-0.5%	23.2%
San Pedro - Tap Quilpue 110 kV C1	→	0.5%	1.3%	-0.4%	-0.2%	-21.6%	5.4%	-0.8%	36.1%
Ventanas - Tap Maitenes 110 kV C1	→	0.6%	-0.2%	1.6%	2.5%	19.8%	-0.7%	4.1%	-4.6%
Ventanas - Tap Maitenes 110 kV C2	→	0.6%	-0.2%	1.6%	2.5%	19.8%	-0.7%	4.1%	-4.6%
Agua Santa 220/110/60 kV	→	-2.7%	-3.9%	-1.4%	-4.0%	37.0%	-15.5%	-5.4%	-

Factores de redistribución sistema zona V Región.

7.11.5 Zona Centro 220 kV

Tramos	Dirección Flujo Inicial	Lampa - Cerro Navia 220 kV L1	Polpaico - Lampa 220 kV L1	Alto Jahuel - Arra. Chena 220 kV L1	Alto Jahuel - Arra. Chena 220 kV L2	Ancoa - Tap Santa Isabel 220 kV L1	Colbún - Ancoa 220kV	Maipo - Alto Jahuel 220 kV C2	La Candelaria - Maipo 220 kV L1	Candelaria - Puente Negro 220 kV C1
Alto Jahuel - Arra. Chena 220 kV L1	→	6.4%	3.3%	-	0.2%	-0.7%	-4.1%	0.0%	-1.5%	-2.4%
Alto Jahuel - Arra. Chena 220 kV L2	→	6.4%	3.3%	26.0%	-	-0.7%	-4.1%	0.0%	-1.5%	-2.4%
Cerro Navia - Arra. Chena 220 kV L2	→	-14.2%	-7.3%	11.3%	-0.4%	1.2%	7.9%	0.0%	2.6%	4.6%
Cerro Navia - Arra. Chena 220 kV L1	→	-12.4%	-6.4%	9.9%	-0.8%	1.1%	6.9%	0.0%	2.2%	4.0%
Polpaico - Lampa 220 kV L1	→	-29.2%	-	3.6%	-0.1%	0.5%	2.9%	0.0%	1.0%	1.8%
Polpaico - Lampa 220 kV L2	→	-29.2%	70.3%	3.6%	-0.1%	0.5%	2.9%	0.0%	1.0%	1.8%
Lampa - Cerro Navia 220 kV L1	←	-	-14.9%	3.6%	-0.1%	0.5%	2.9%	0.0%	1.0%	1.8%
Lampa - Cerro Navia 220 kV L2	←	41.7%	-14.9%	3.6%	-0.1%	0.5%	2.9%	0.0%	1.0%	1.8%
Lo Aguirre - Alto Melipilla 220 L1	→	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Lo Aguirre - Alto Melipilla 220 kV L2	→	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Alto Jahuel - Chena 220 kV C1	←	4.7%	2.5%	19.2%	0.3%	-0.5%	-3.2%	0.0%	-1.2%	-1.8%
Alto Jahuel - Tap Santa Marta 220 kV C2	←	5.2%	2.7%	20.9%	0.3%	-0.5%	-3.4%	0.0%	-1.3%	-2.0%
Alto Jahuel - Los Almendros 220kV - L1	←	1.2%	0.6%	-2.3%	0.0%	0.2%	1.1%	0.0%	0.6%	0.6%
Alto Jahuel - Los Almendros 220kV - L2	←	1.2%	0.6%	-2.3%	0.0%	0.2%	1.1%	0.0%	0.6%	0.6%
Cerro Navia - Lo Aguirre 220 kV L1	←	9.0%	4.7%	5.0%	-0.4%	0.8%	5.3%	0.0%	1.6%	3.0%
Cerro Navia - Lo Aguirre 220 kV L2	←	8.6%	4.6%	4.8%	-0.6%	0.8%	5.5%	0.0%	1.6%	3.1%
Polpaico - Nogales 220 kV C1	→	-1.4%	-0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Polpaico - Nogales 220 kV C2	→	-1.4%	-0.8%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Polpaico - Quillota 220 kV C1	←	1.5%	0.7%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%
Polpaico - Quillota 220 kV C2	←	1.5%	0.7%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%
Quillota - Nogales 220 kV C1	→	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.1%	0.1%
Quillota - Nogales 220 kV C2	→	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.1%	0.1%

Tramos	Dirección Flujo Inicial	Lampa - Cerro Navia 220 kV L1	Polpaico - Lampa 220 kV L1	Alto Jahuel - Arra. Chena 220 kV L1	Alto Jahuel - Arra. Chena 220 kV L2	Ancoa -Tap Santa Isabel 220 kV L1	Colbún - Ancoa 220kV	Maipo - Alto Jahuel 220 kV C2	La Candelaria - Maipo 220 kV L1	Candelaria - Puente Negro 220 kV C1
Los Almendros - T82 110 kV L1	→	1.6%	0.7%	0.4%	-0.1%	0.1%	0.8%	0.0%	-0.2%	0.5%
Los Almendros - T82 110 kV L2	→	1.6%	0.7%	0.4%	-0.1%	0.1%	0.8%	0.0%	-0.2%	0.5%
C.Navia - Tap Pudahuel 110kV L1	→	-0.1%	-0.2%	0.0%	-0.1%	0.2%	1.6%	0.0%	0.4%	0.9%
C.Navia - Tap Pudahuel 110kV L2	→	-0.1%	-0.2%	0.0%	-0.1%	0.2%	1.6%	0.0%	0.4%	0.9%
Polpaico - El Manzano 220kV C1	→	7.7%	3.7%	0.0%	-0.1%	0.3%	2.2%	0.0%	0.6%	1.3%
Polpaico - El Manzano 220kV C2	←	7.8%	3.7%	0.0%	-0.1%	0.3%	2.2%	0.0%	0.6%	1.3%
Polpaico - Las Tortolas 220kV	←	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Tap Los Dominicos-Los Almendros 110kV L1	→	-2.8%	-1.3%	1.9%	0.1%	-0.2%	-1.9%	0.0%	-0.4%	-1.1%
Tap Los Dominicos-Los Almendros 110kV L2	→	-2.7%	-1.3%	1.9%	0.0%	-0.2%	-1.8%	0.0%	-0.4%	-1.0%
Alto Jahuel - Tap Buin 110kV L2	→	0.0%	0.1%	2.2%	0.1%	-0.1%	-1.5%	0.0%	0.5%	-0.9%
Alto Jahuel - Tap Buin 110kV L1	→	0.0%	0.1%	2.2%	0.1%	-0.1%	-1.5%	0.0%	0.5%	-0.9%
Chena - Lo Espejo 110 kV L2	→	-2.3%	-1.2%	-6.3%	-0.1%	0.2%	1.6%	0.0%	0.1%	0.9%
Chena - Lo Espejo 110 kV L1	→	-2.3%	-1.2%	-6.3%	-0.1%	0.2%	1.6%	0.0%	0.1%	0.9%
Chena - Tap Sta Marta 110kV L2	→	0.1%	0.2%	0.0%	0.1%	-0.2%	-1.6%	0.0%	-0.4%	-0.9%
Chena - Tap Sta Marta 110kV L1	→	0.1%	0.2%	0.0%	0.1%	-0.2%	-1.6%	0.0%	-0.4%	-0.9%
El Salto - San Cristobal 110 kV L2	→	4.9%	2.4%	1.9%	0.0%	0.1%	0.3%	0.0%	0.1%	0.2%
El Salto - San Cristobal 110 kV L1	→	4.9%	2.4%	1.9%	0.0%	0.1%	0.3%	0.0%	0.1%	0.2%
El Salto - T18b 110kV L2	→	2.7%	1.3%	-1.9%	0.0%	0.2%	1.8%	0.0%	0.4%	1.0%
El Salto - T18b 110kV L1	→	2.8%	1.3%	-1.9%	-0.1%	0.3%	1.9%	0.0%	0.4%	1.1%
Cerro Navia - Tap Batuco 110 kV C2	→	-1.9%	-0.9%	-0.3%	0.0%	-0.1%	-0.4%	0.0%	-0.1%	-0.2%
Cerro Navia - Tap Batuco 110 kV C1	→	-1.9%	-0.9%	-0.3%	0.0%	-0.1%	-0.4%	0.0%	-0.1%	-0.2%
C.Navia - Tap Lo Boza 110kV L2	→	-4.8%	-2.3%	-1.9%	0.0%	-0.1%	-0.3%	0.0%	-0.1%	-0.2%
C.Navia - Tap Lo Boza 110 KV L1	→	-4.8%	-2.3%	-1.9%	0.0%	-0.1%	-0.3%	0.0%	-0.1%	-0.2%

Tramos	Dirección Flujo Inicial	Lampa - Cerro Navia 220 kV L1	Polpaico - Lampa 220 kV L1	Alto Jahuel - Arra. Chena 220 kV L1	Alto Jahuel - Arra. Chena 220 kV L2	Ancoa - Tap Santa Isabel 220 kV L1	Colbún - Ancoa 220kV	Maipo - Alto Jahuel 220 kV C2	La Candelaria - Maipo 220 kV L1	Candelaria - Puente Negro 220 kV C1
Maipo - Alto Jahuel 220 kV C1	→	0.9%	0.5%	-0.9%	0.0%	1.7%	-46.5%	99.7%	-17.6%	-25.6%
Maipo - Alto Jahuel 220 kV C2	→	0.9%	0.5%	-0.9%	0.0%	1.7%	-46.5%	-	-17.6%	-25.6%
La Candelaria - Maipo 220 kV L1	←	0.9%	0.5%	-0.9%	0.0%	1.7%	-46.4%	-0.2%	-	-25.7%
La Candelaria - Maipo 220 kV L2	←	0.9%	0.5%	-0.9%	0.0%	1.7%	-46.4%	-0.2%	64.9%	-25.7%
Candelaria - Puente Negro 220 kV C1	←	1.0%	0.6%	-0.7%	0.0%	1.8%	48.8%	-0.1%	-14.5%	-
Candelaria - Puente Negro 220 kV C2	←	1.0%	0.6%	-0.7%	0.0%	1.8%	49.4%	-0.1%	-15.0%	45.5%
Puente Negro - Colbún 220 kV C1	→	1.0%	0.6%	-0.7%	0.0%	1.8%	49.4%	-0.1%	-15.0%	-27.2%
Puente Negro - Colbún 220 kV C2	→	1.0%	0.6%	-0.7%	0.0%	1.8%	49.4%	-0.1%	-15.0%	-27.2%
Ancoa -Tap Santa Isabel 220 kV L1	←	0.3%	0.2%	-0.2%	0.0%	-	3.2%	0.0%	0.9%	1.8%
Ancoa -Tap Santa Isabel 220 kV L2	←	0.3%	0.2%	-0.2%	0.0%	84.5%	4.3%	0.0%	1.2%	2.4%
Colbún - Ancoa 220kV	←	2.1%	1.2%	-1.5%	0.1%	3.8%	-	-0.2%	-30.8%	-55.5%

Factores de redistribución sistema de 220 kV zona centro.

7.11.6 Zona Concepción

Tramos	Dirección Flujo Inicial	Charrua - Hualpen 220 kV	Charrúa - Concepción 220 kV	Charrúa - Concepción 154 kV	Hualpen - Lagunillas 220 kV(1)	Charrúa - Lagunillas 220 kV
Charrua - Hualpen 220 kV	→	-	36.2%	28.8%	38.1%	-53.8%
Charrúa - Concepción 154 kV	→	28.6%	31.6%	-	2.8%	-15.9%
Charrúa - Concepción 220 kV	→	37.5%	-	45.0%	5.1%	-29.5%
Charrúa - Lagunillas 220 kV	←	-40.1%	-33.9%	-26.8%	43.6%	-
Concepción - San Vicente 154 kV L1	←	-30.4%	31.9%	25.3%	-6.1%	20.3%
Concepción - San Vicente 154 kV L2	←	-30.4%	31.9%	25.3%	-6.1%	20.3%
Coronel - Quiñenco 154 kV	←	-0.5%	5.3%	4.4%	5.1%	4.4%
Fopaco - Lagunillas 154 kV	←	-16.3%	21.3%	17.0%	50.6%	26.0%
Hualpen - Lagunillas 220 kV	←	54.7%	7.2%	5.4%	-	69.1%
Hualpén - Mapal 154 kV	←	-16.6%	21.1%	16.8%	49.9%	25.8%
Lagunillas - Quiñenco 154 kV	→	-0.4%	5.3%	4.4%	5.1%	4.4%
Mapal - Fopaco 154 kV	←	-16.4%	21.2%	16.9%	50.2%	25.9%
Petroquimicas - Hualpen 154 kV	←	-30.6%	32.1%	25.4%	-6.1%	20.3%
San Vicente - Hualpen 154 kV	←	-30.5%	32.0%	25.3%	-6.1%	20.3%
San Vicente - Petroquimicas 154 kV	←	-30.6%	32.0%	25.3%	-6.1%	20.3%

Factores de redistribución sistema zona Concepción – Escenario con Bocamina 2.

Tramos	Dirección Flujo Inicial	Charrua - Hualpen 220 kV	Charrúa - Concepción 220 kV	Charrúa - Concepción 154 kV	Hualpen - Lagunillas 220 kV(1)	Charrúa - Lagunillas 220 kV
Charrua - Hualpen 220 kV	→	-	37.0%	29.3%	39.0%	55.0%
Charrúa - Concepción 154 kV	→	17.9%	31.9%	-	2.9%	17.4%
Charrúa - Concepción 220 kV	→	31.8%	-	45.2%	5.6%	30.8%
Charrúa - Lagunillas 220 kV	→	53.5%	34.8%	27.5%	-46.3%	-
Concepción - San Vicente 154 kV L1	→	22.7%	-31.7%	-25.4%	6.0%	20.7%
Concepción - San Vicente 154 kV L2	→	22.7%	-31.7%	-25.4%	6.0%	20.7%
Coronel - Quiñenco 154 kV	←	-1.9%	5.3%	4.2%	4.2%	-4.4%
Fopaco - Lagunillas 154 kV	←	-2.9%	21.0%	16.7%	50.1%	-26.3%
Hualpen - Lagunillas 220 kV	←	56.3%	7.2%	5.8%	-	68.1%
Hualpén - Mapal 154 kV	←	-2.9%	20.9%	16.6%	50.0%	26.3%
Lagunillas - Quiñenco 154 kV	→	-1.9%	5.4%	4.2%	4.2%	-4.5%
Mapal - Fopaco 154 kV	←	-2.9%	20.9%	16.6%	50.0%	-26.3%
Petroquimicas - Hualpen 154 kV	←	-22.5%	31.8%	25.3%	-5.9%	-20.6%
San Vicente - Hualpen 154 kV	←	-22.5%	31.7%	25.3%	-5.9%	-20.6%
San Vicente - Petroquimicas 154 kV	←	-22.5%	31.7%	25.3%	-5.9%	-20.6%

Factores de redistribución sistema zona Concepción – Escenario sin Bocamina 2.

7.11.7 Zona Sur

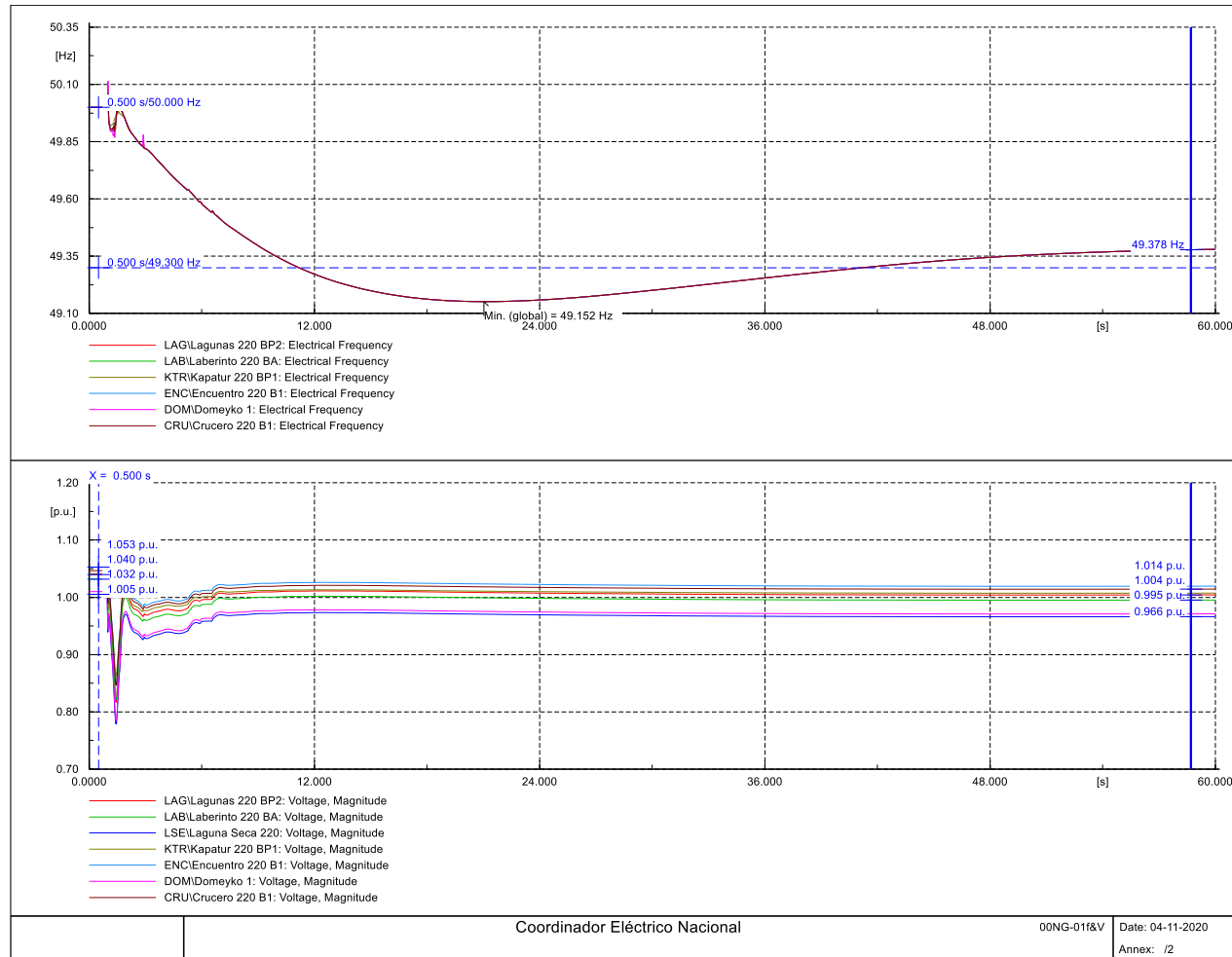
Tramos	Dirección Flujo Inicial	Mulchen - Río Malleco 220 kV C2	Río Malleco - Cautín 220 kV C1	Charrúa - Mulchen 220 kV C2	Cautín - Río Toltén C2 220 kV	Cautín - Río Toltén C2 220 kV	Laurel - Pichirropulli C2 220 kV	Ciruelos - C. de Huichahue 220kV L1	Valdivia - Laurel C2 220 kV	Los Ciruelos - Valdivia C2 220 kV	Pichirropulli- Tap Pichirrahue C2 220 kV	Pichirropulli- Tap Pichirrahue C1 220 kV	Rahue - Frutillar Norte 220kV L2
Charrúa - El Rosal 220 kV	→	10.4%	22.2%	16.6%	0.1%	0.8%	3.0%	0.3%	0.3%	0.3%	38.9%	0.3%	1.0%
Charrúa - Mulchen 220 kV C1	→	-5.1%	-10.8%	83.1%	0.3%	0.7%	0.6%	0.2%	0.1%	0.2%	53.6%	0.4%	0.5%
Charrúa - Mulchen 220 kV C2	→	-5.1%	-10.8%	-	0.3%	0.7%	0.6%	0.2%	0.1%	0.2%	53.6%	0.4%	0.5%
Duqueco - Tap El Rosal 220 kV	→	10.3%	22.0%	16.5%	0.0%	0.8%	3.1%	0.3%	0.3%	0.3%	38.6%	0.3%	1.0%
Mulchen - Río Malleco 220 kV C1	→	89.8%	-10.8%	-8.5%	0.3%	0.7%	0.5%	0.2%	0.1%	0.2%	53.5%	0.4%	0.5%
Mulchen - Río Malleco 220 kV C2	←	-	-10.8%	-8.5%	0.3%	0.7%	0.5%	0.2%	0.1%	0.2%	53.5%	0.4%	0.5%
Río Malleco - Cautín 220 kV C1	→	-5.4%	-	-8.5%	0.3%	0.7%	0.5%	0.2%	0.1%	0.2%	53.0%	0.4%	0.5%
Río Malleco - Cautín 220 kV C2	→	-5.4%	78.6%	-8.5%	0.3%	0.7%	0.5%	0.2%	0.1%	0.2%	53.0%	0.4%	0.5%
Cautín - Río Toltén C1 220 kV	→	0.1%	0.3%	0.3%	98.9%	-0.9%	-1.4%	-0.2%	-0.1%	-0.3%	67.9%	-0.1%	-0.3%
Cautín - Río Toltén C2 220 kV	→	0.1%	0.3%	0.3%	-	-	-1.4%	-0.2%	-0.1%	-0.3%	67.9%	-0.1%	-0.3%
Río Toltén - Ciruelos C1 220 kV	→	0.1%	0.3%	0.3%	-0.8%	93.9%	-1.1%	-0.1%	-0.1%	-0.3%	67.5%	-0.1%	-0.2%
Río Toltén - Ciruelos C2 220 kV	→	0.1%	0.3%	0.3%	-0.8%	-95.6%	-1.1%	-0.1%	-0.1%	-0.3%	67.5%	-0.1%	-0.2%
Los Ciruelos - Valdivia C1 220 kV	→	0.0%	0.0%	0.0%	-0.4%	-1.1%	-27.0%	19.4%	-3.9%	61.0%	28.2%	0.3%	0.7%
Los Ciruelos - Valdivia C2 220 kV	→	0.0%	0.0%	0.0%	-0.4%	-1.1%	-27.0%	19.4%	-3.9%	-	28.2%	0.3%	0.7%
Temuco - Cautín 220 kV C1	←	-5.4%	-11.5%	-8.7%	0.8%	1.5%	1.8%	0.3%	0.2%	0.6%	-15.9%	0.5%	0.7%
Temuco - Cautín 220 kV C2	→	-5.4%	-11.5%	-8.7%	0.8%	1.5%	1.8%	0.3%	0.2%	0.6%	-15.9%	0.5%	0.7%
Valdivia - Laurel C1 220 kV	→	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	-25.2%	19.2%	92.9%	-18.9%	26.9%	-0.7%	0.5%
Valdivia - Laurel C2 220 kV	→	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	-25.2%	19.2%	-	-18.9%	26.9%	-0.7%	0.5%
Laurel - Pichirropulli C1 220 kV	→	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	49.6%	19.2%	-3.6%	-18.9%	26.9%	-0.7%	0.5%
Laurel - Pichirropulli C2 220 kV	←	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	-	19.2%	-3.6%	-18.9%	26.9%	-0.7%	0.5%
Ciruelos - C. de Huichahue 220kV L1	→	0.0%	0.2%	0.2%	-0.4%	-0.4%	26.2%	-	3.8%	19.2%	38.1%	-0.4%	-0.8%
Ciruelos - C. de Huichahue 220kV L2	→	0.0%	0.2%	0.2%	-0.4%	-0.4%	26.2%	61.0%	3.8%	19.2%	38.1%	-0.4%	-0.8%
C. de Huichahue - Pichirropulli 220kV L1	→	0.0%	0.2%	0.2%	-0.4%	-0.4%	26.1%	-19.5%	3.8%	19.1%	38.0%	-0.4%	-0.8%
C. de Huichahue - Pichirropulli 220kV L2	→	0.0%	0.2%	0.2%	-0.4%	-0.4%	26.1%	-19.5%	3.8%	19.1%	38.0%	-0.4%	-0.8%

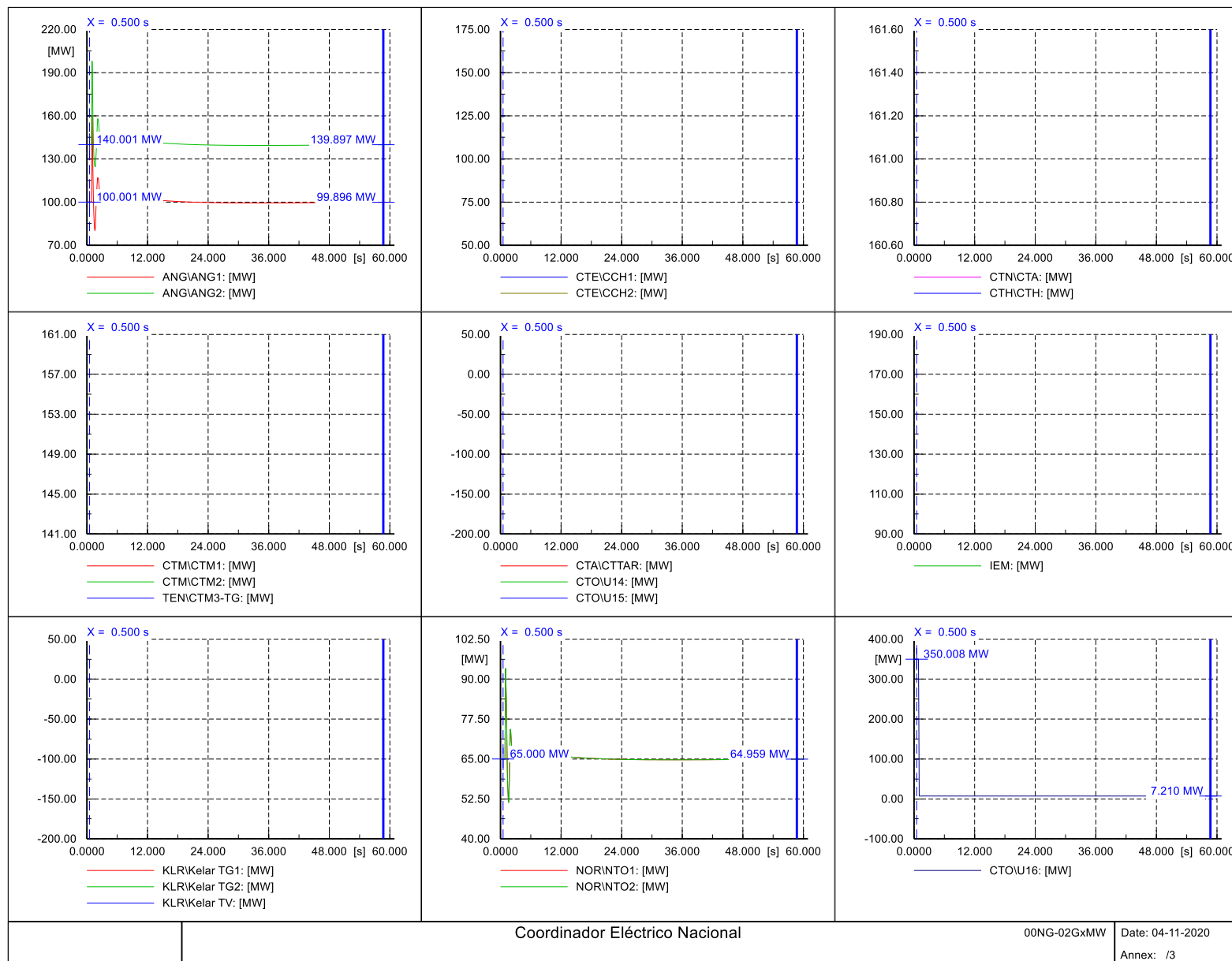
Tramos	Dirección Flujo Inicial	Mulchen - Río Malleco 220 kV C2	Río Malleco - Cautín 220 kV C1	Charrúa - Mulchen 220 kV C2	Cautín - Río Toltén C2 220 kV	Cautín - Río Toltén C2 220 kV	Laurel - Pichirropulli C2 220 kV	Ciruelos - C. de Huichahue 220kV L1	Valdivia - Laurel C2 220 kV	Los Ciruelos - Valdivia C2 220 kV	Pichirropulli- Tap Pichirrahue C2 220 kV	Pichirropulli- Tap Pichirrahue C1 220 kV	Rahue - Frutillar Norte 220kV L2
Pichirropulli-Tap Pichirrahue C1 220 kV	→	0.0%	0.1%	0.2%	-0.3%	-0.4%	0.8%	-0.3%	0.2%	0.1%	229.5%	-	-0.2%
Pichirropulli-Tap Pichirrahue C2 220 kV	→	0.0%	0.1%	0.2%	-0.3%	-0.4%	0.8%	-0.3%	0.2%	0.1%	-	97.7%	-0.2%
Rahue - Tap Pichirrahue C1 220 kV	→	0.0%	0.2%	0.2%	-0.3%	-0.4%	1.0%	-0.3%	0.2%	0.2%	226.6%	99.7%	-0.3%
Rahue - Tap Pichirrahue C2 220 kV	→	0.0%	0.1%	0.2%	-0.3%	-0.4%	0.7%	-0.3%	0.2%	0.1%	234.7%	96.8%	-0.5%
Rahue - Frutillar Norte 220kV L1	→	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	100%
Rahue - Frutillar Norte 220kV L2	→	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	0.0%	-
Frutillar Norte - Tap Aurora 220kV	→	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	-0.3%	-0.1%	-0.5%
Tap Aurora - Puerto Montt 220 kV	←	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.1%	0.5%
Frutillar Norte - Puerto Montt 220kV L2	←	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.0%
Puerto Montt - Melipulli 220 kV L1	→	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.2%
Puerto Montt - Melipulli 220 kV L2	→	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.0%	0.2%

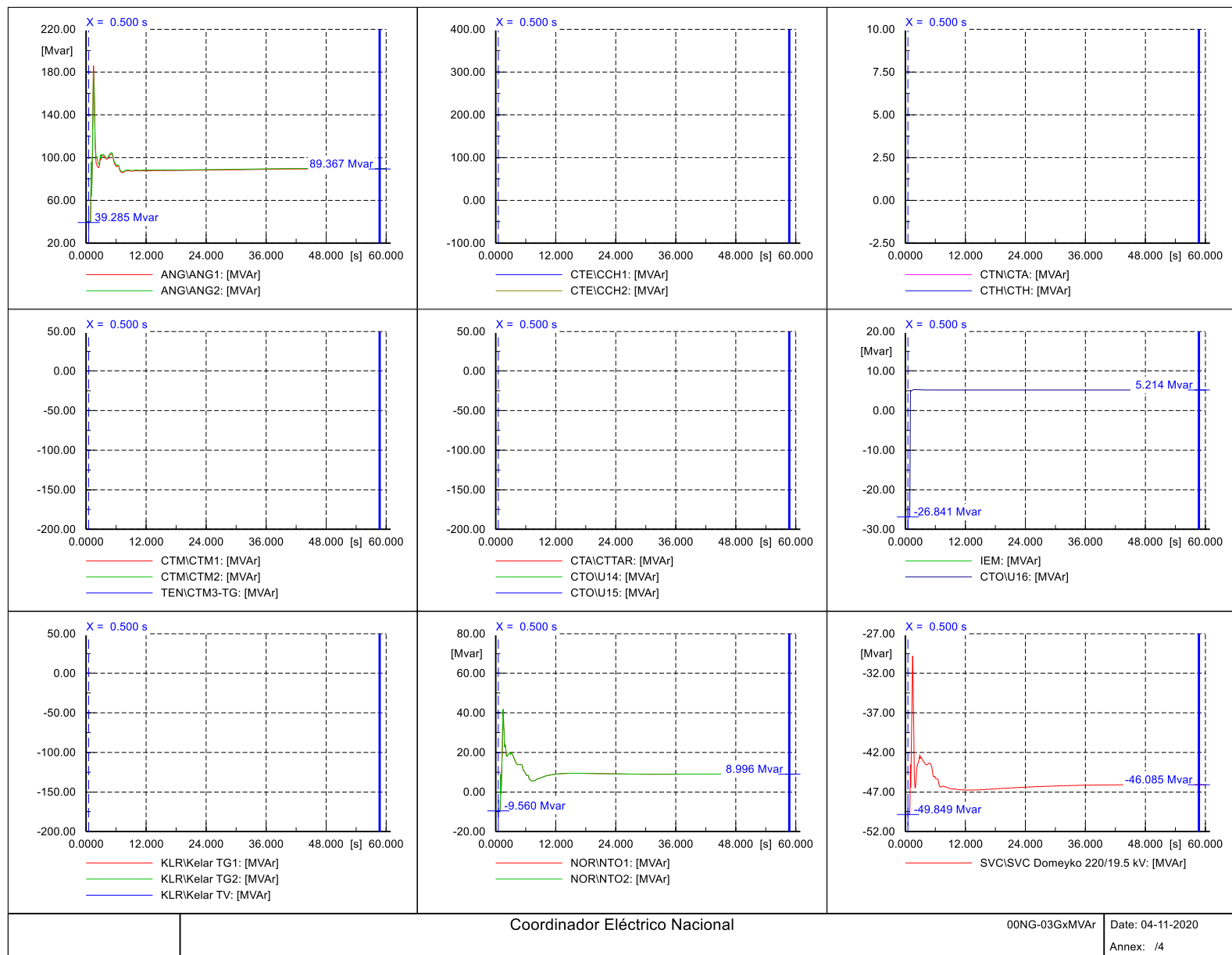
Factores de redistribución sistema de zona Sur.

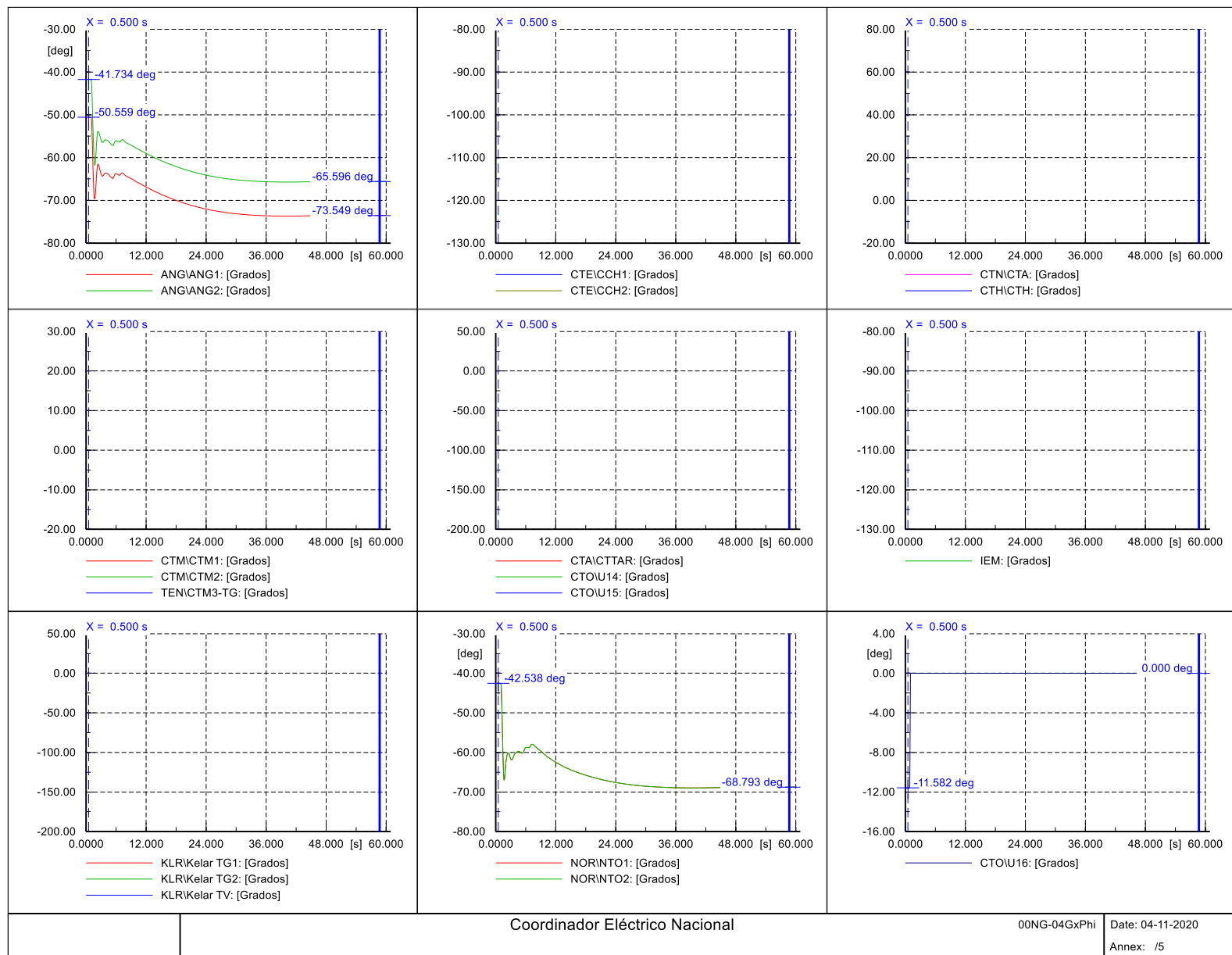
7.12 Anexo Simulaciones Dinámicas

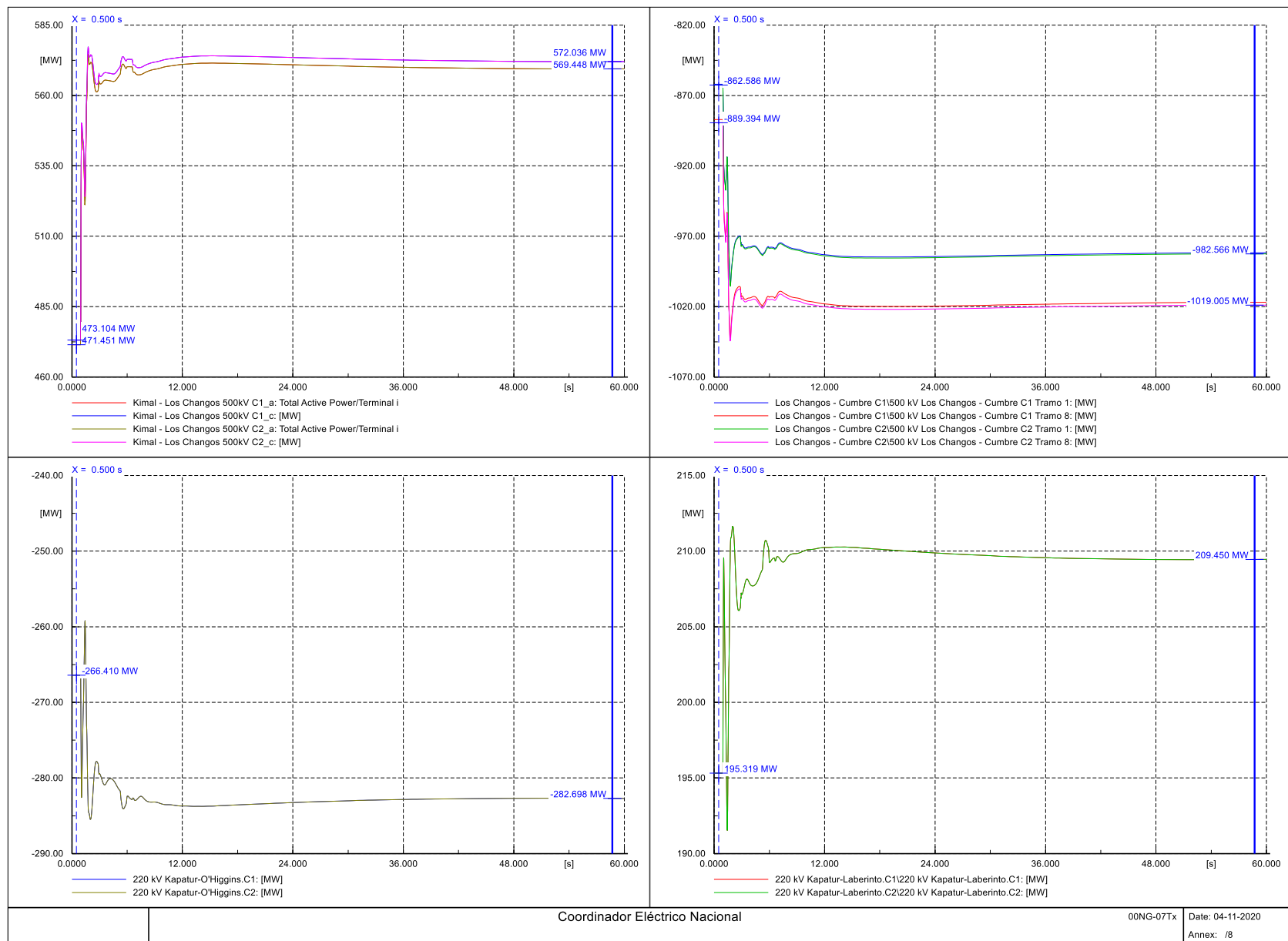
7.12.1 Zona Norte Grande: Caso A: Salida intempestiva de la unidad U16, con transferencia de 1780 MW por Los Changos – Cumbres 500 kV

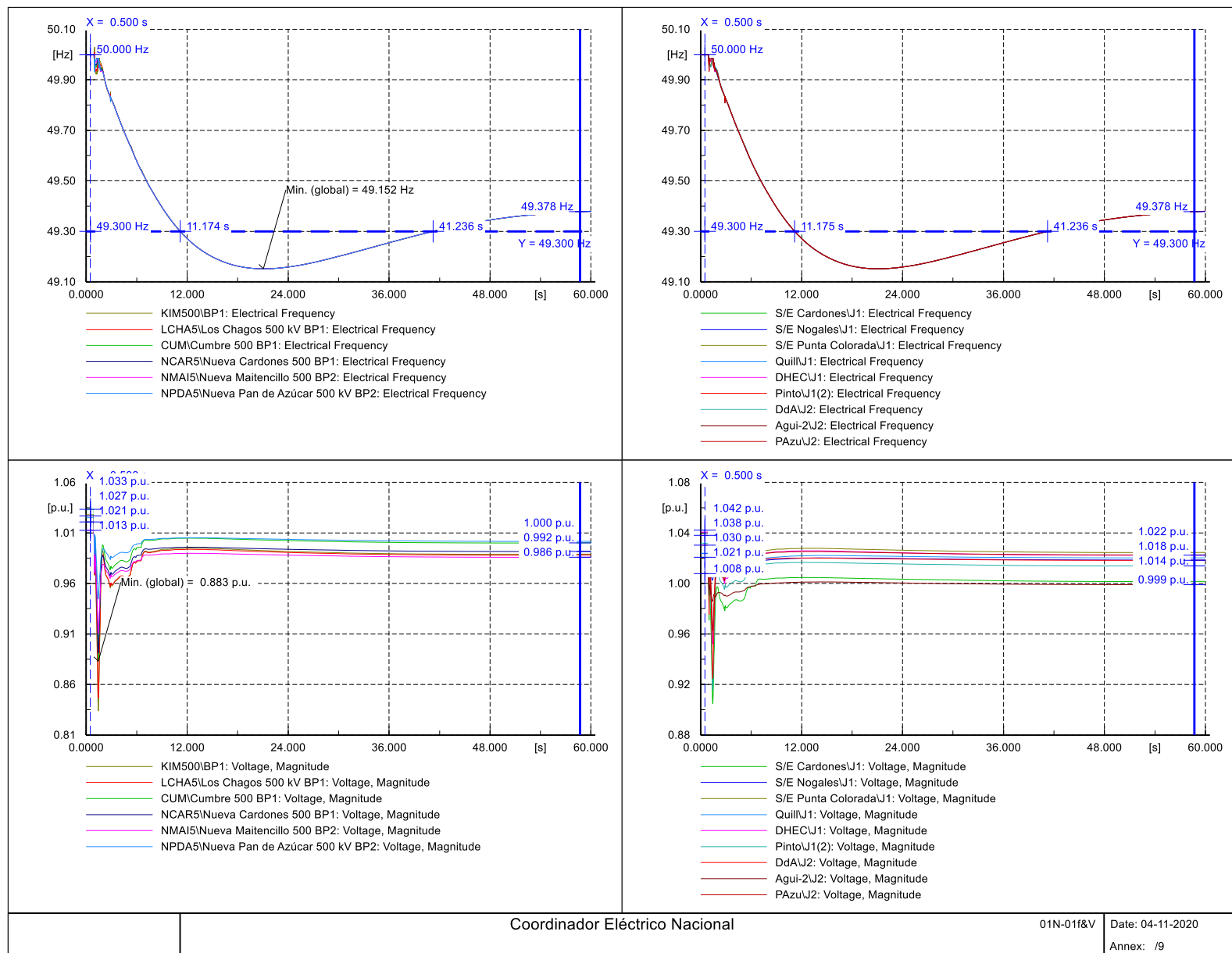






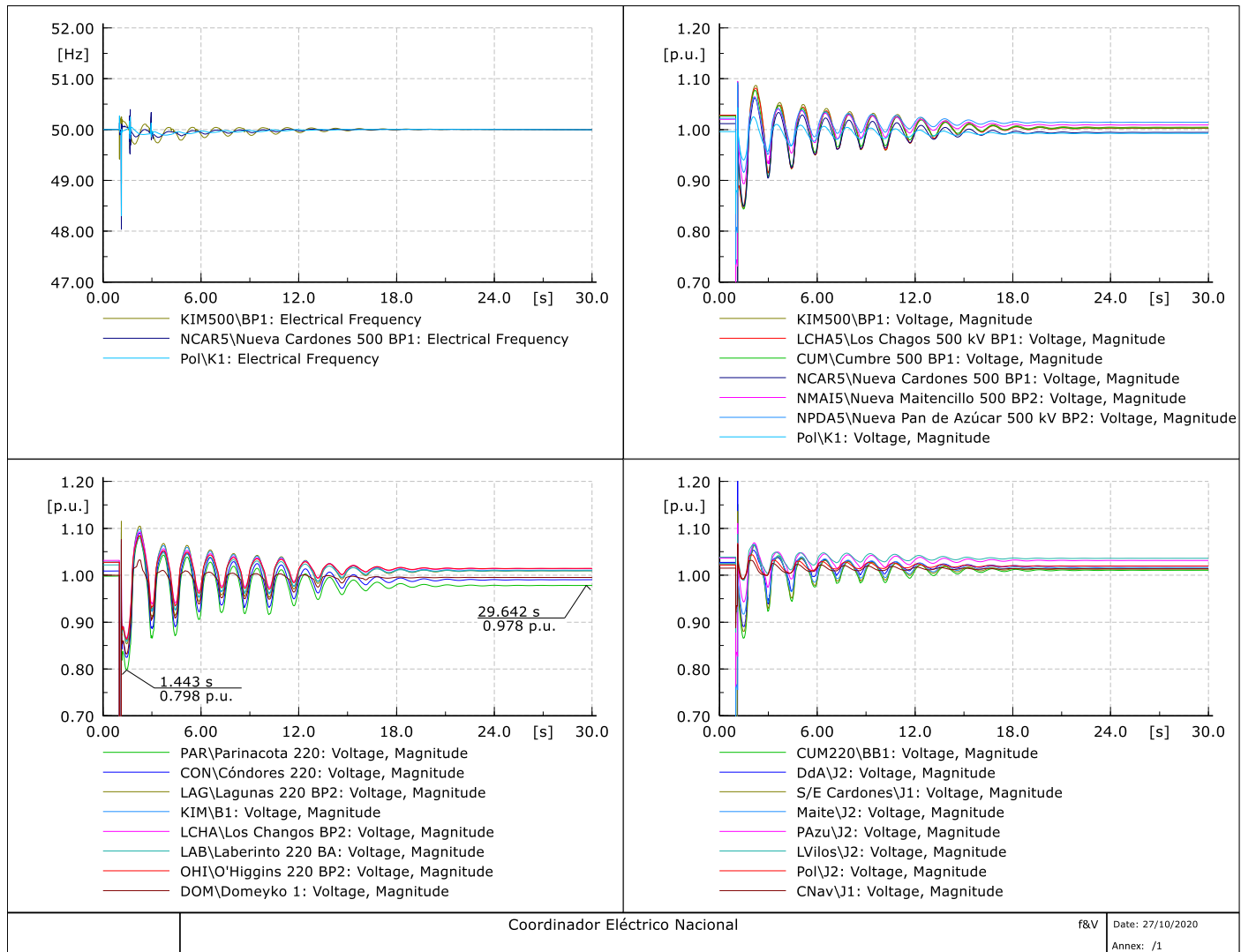


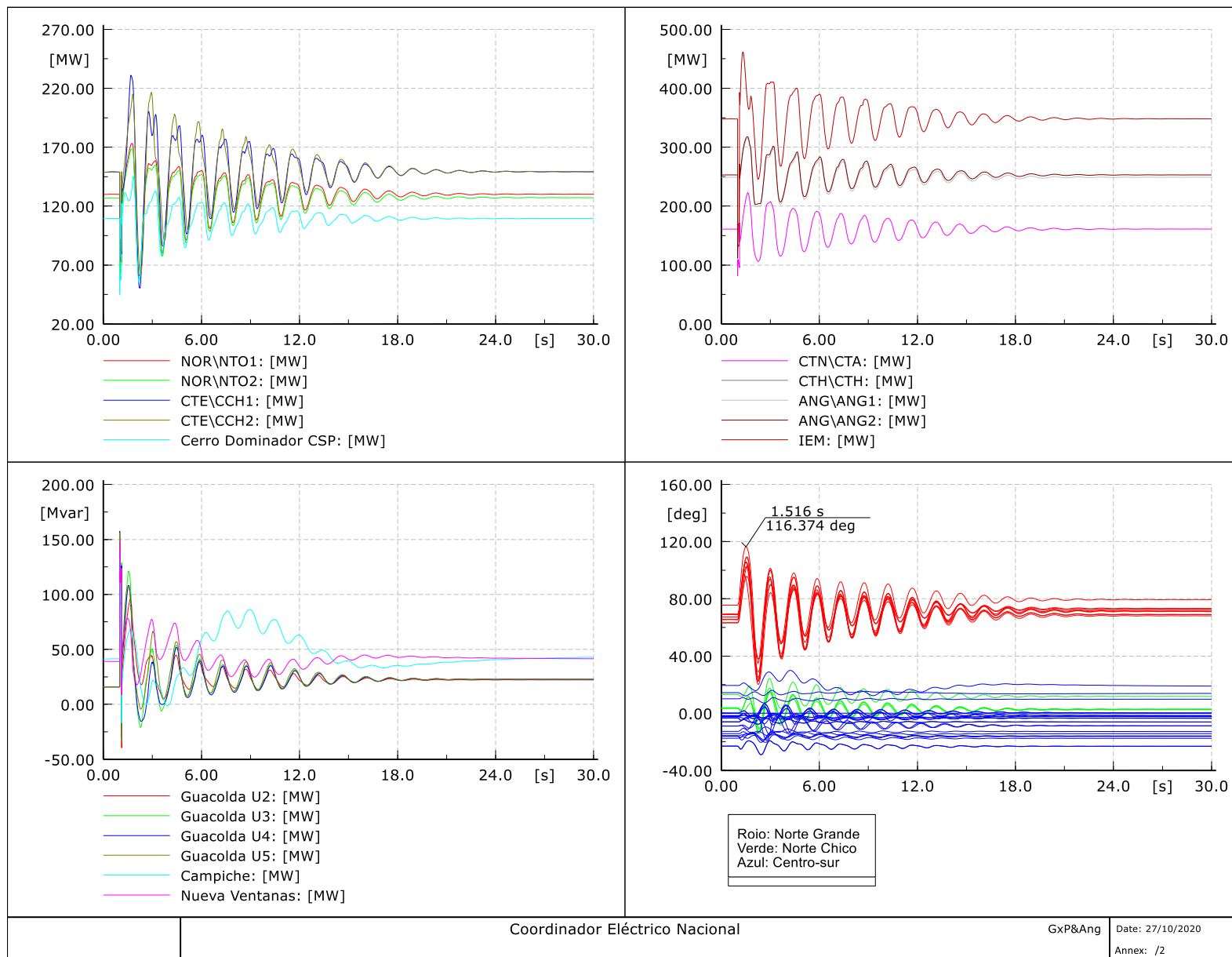


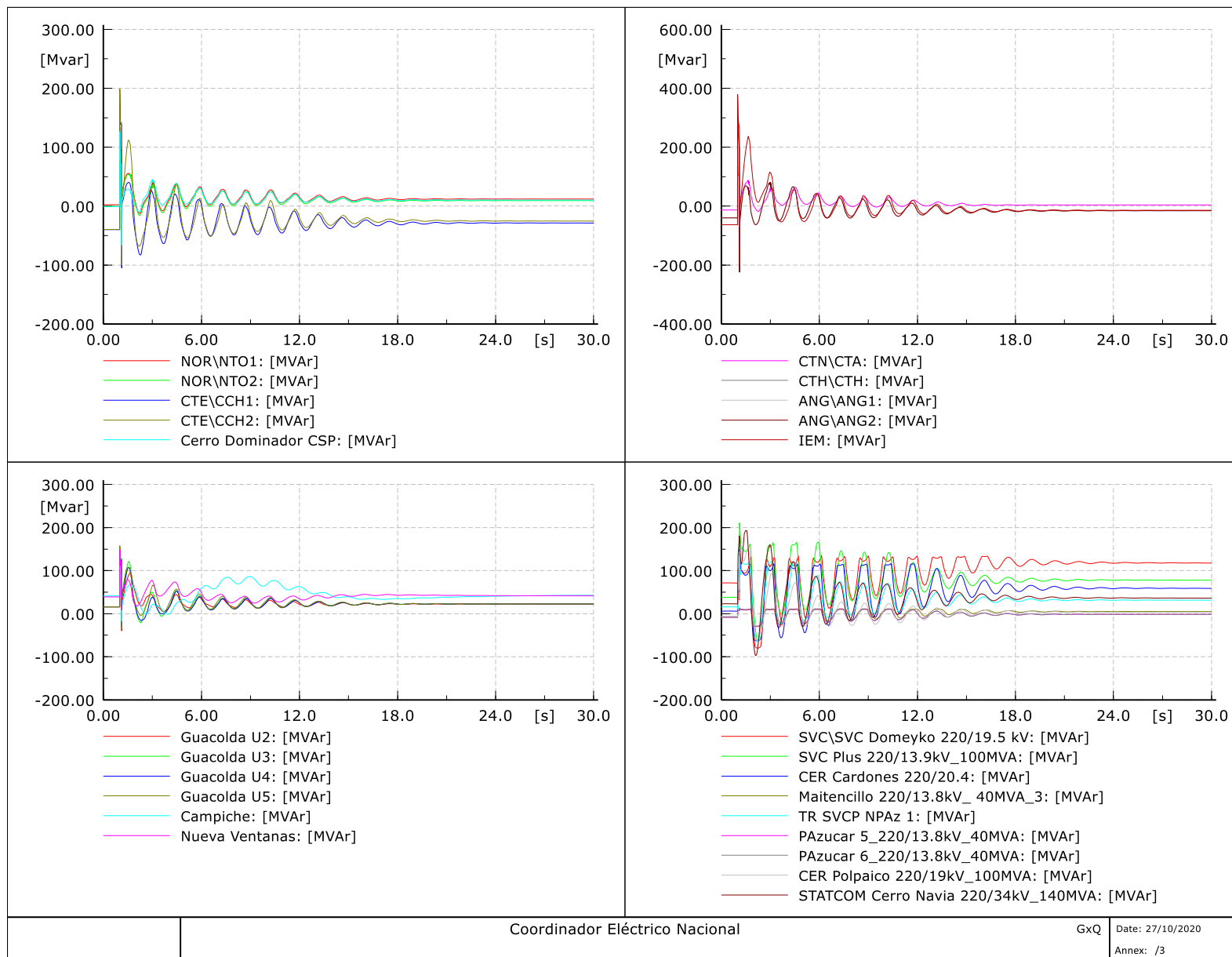


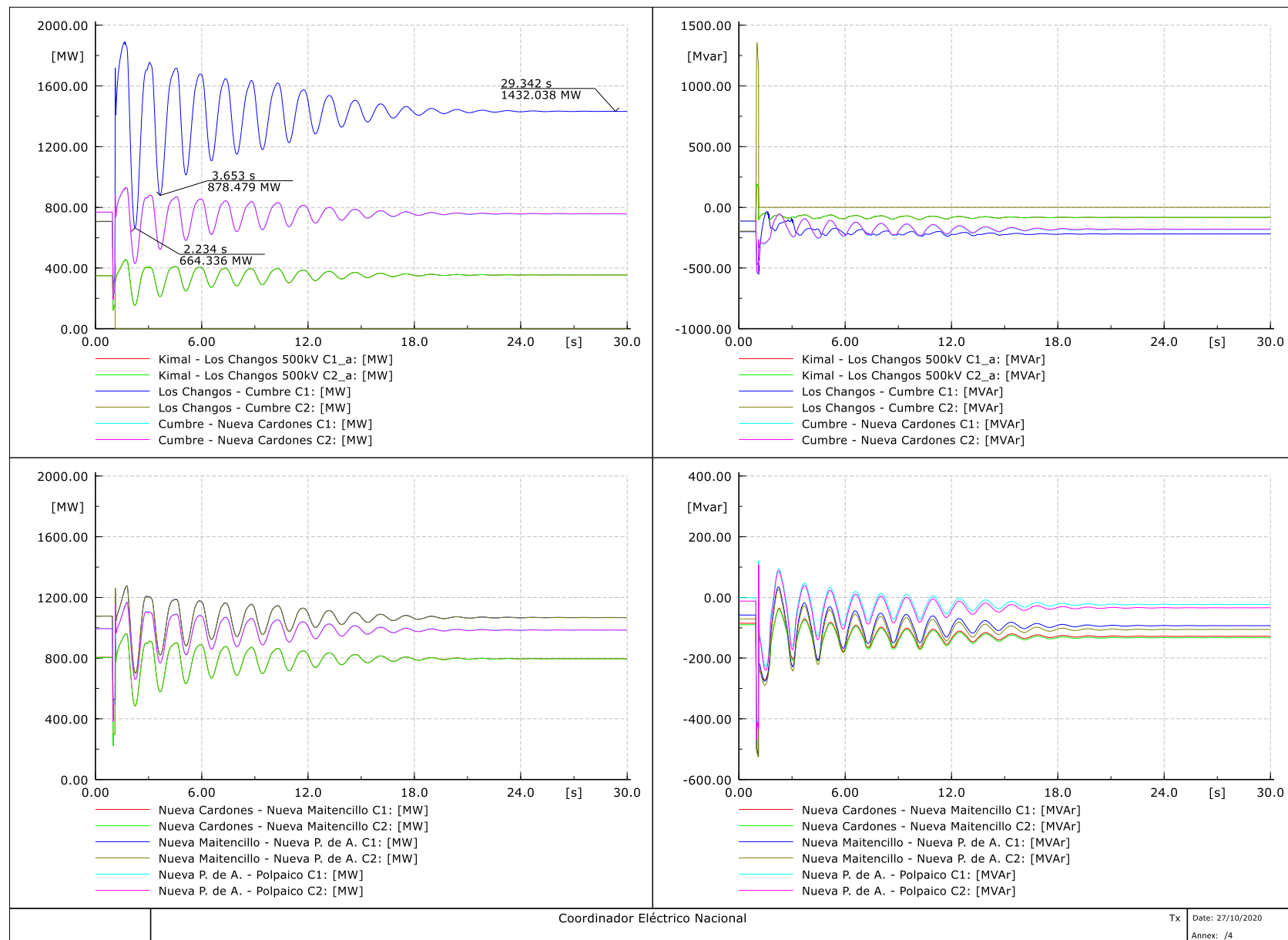
7.12.2 Zona Norte Chico Caso A: Fallas Los Chagos – Cumbre 500 kV y Nva. P. Azúcar – Polpaico 500 kV con transferencias Norte → Sur

Zona Norte Chico Caso A: Falla de un circuito Los Chagos – Cumbre 500 kV





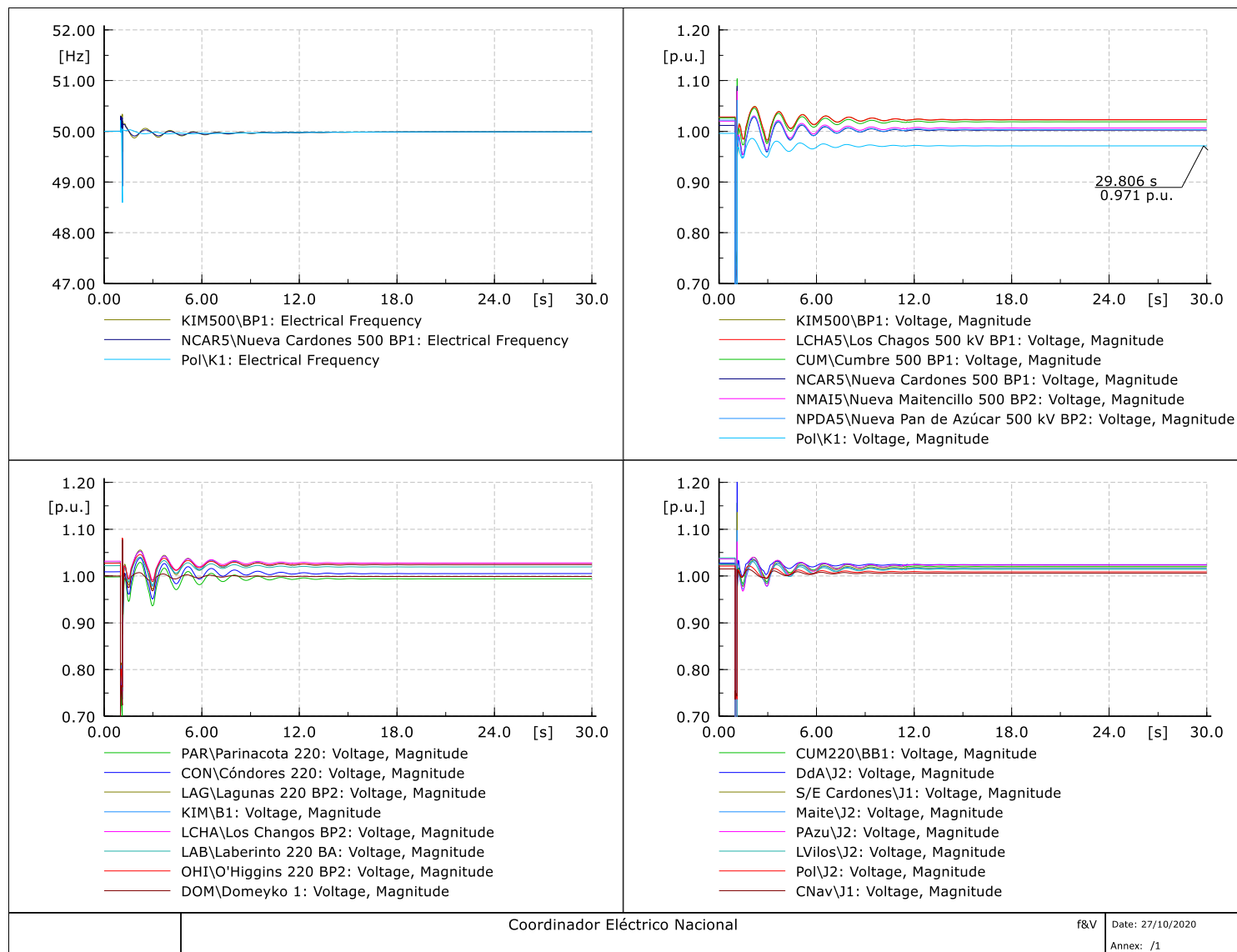


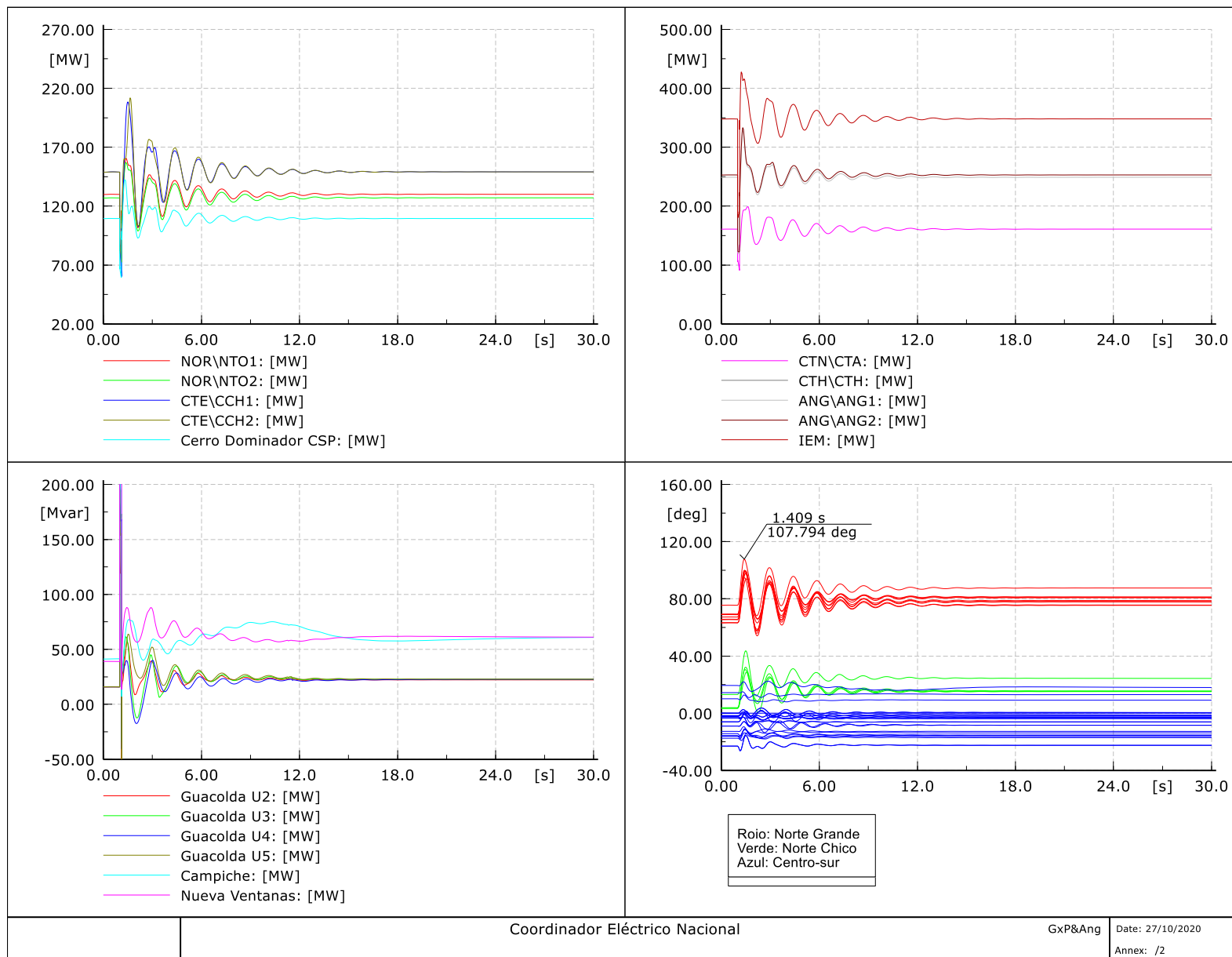


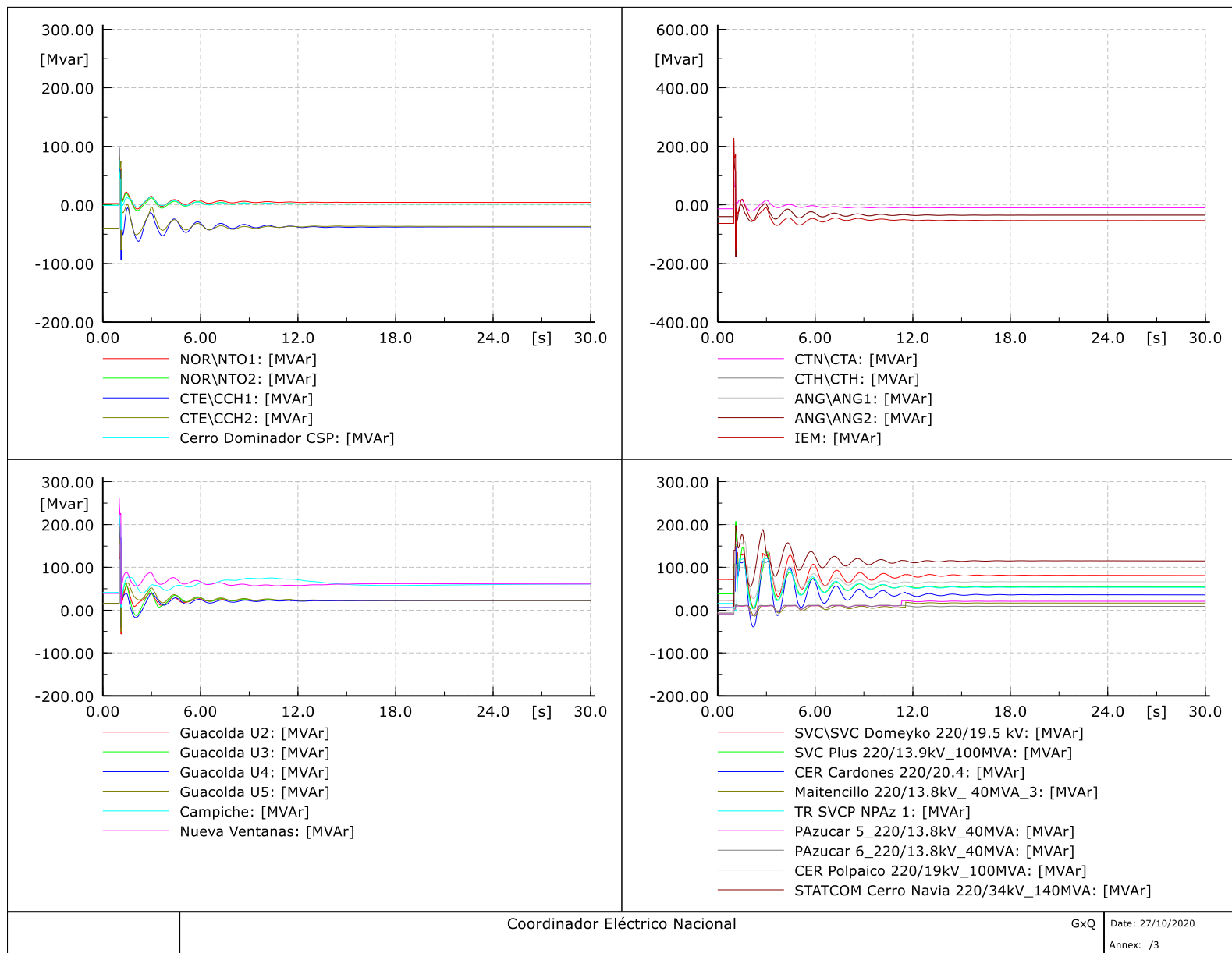
Coordinador Eléctrico Nacional

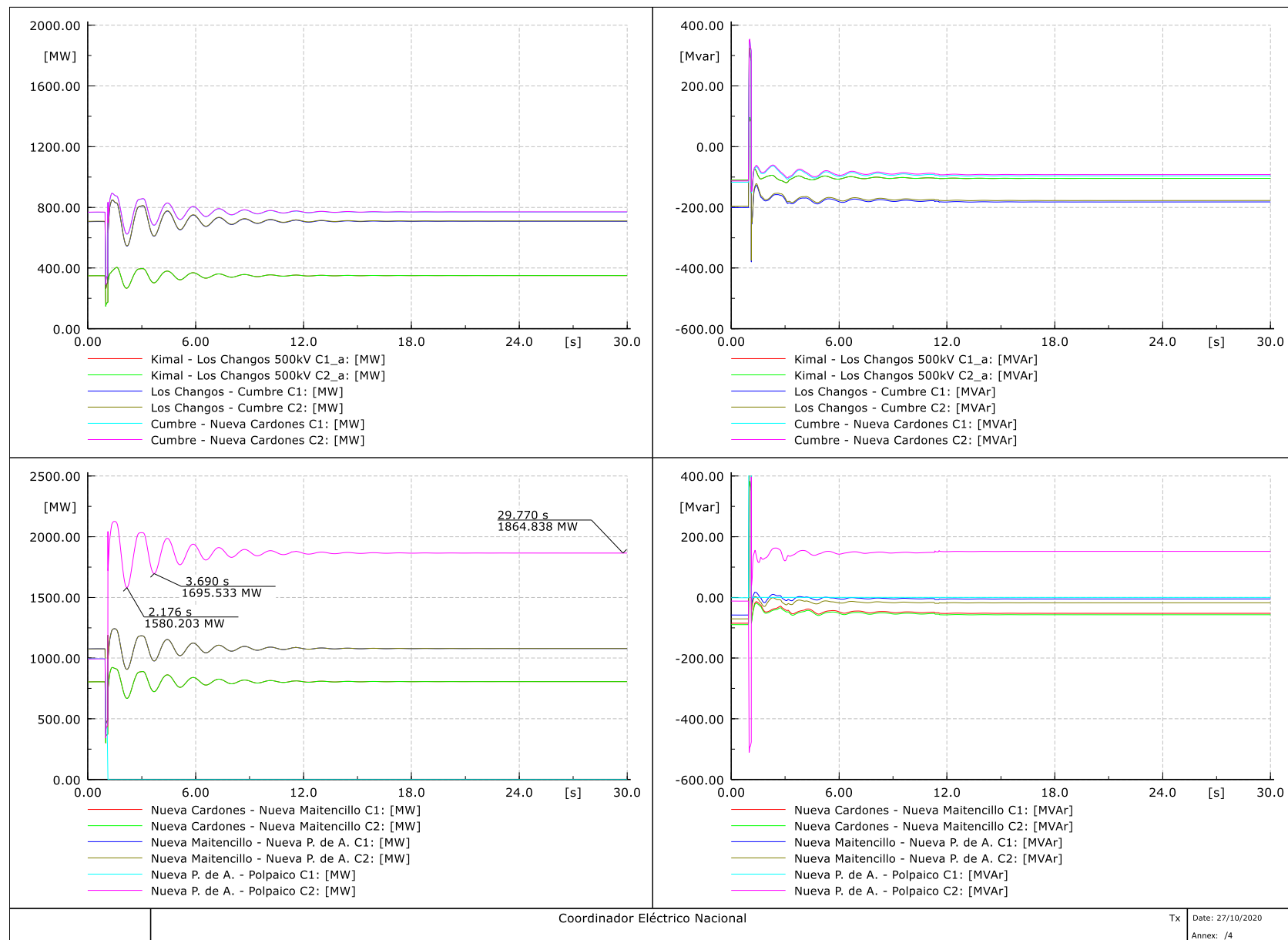
Tx Date: 27/10/2020
Annex: /4

Zona Norte Chico Caso A: Falla de un circuito Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV



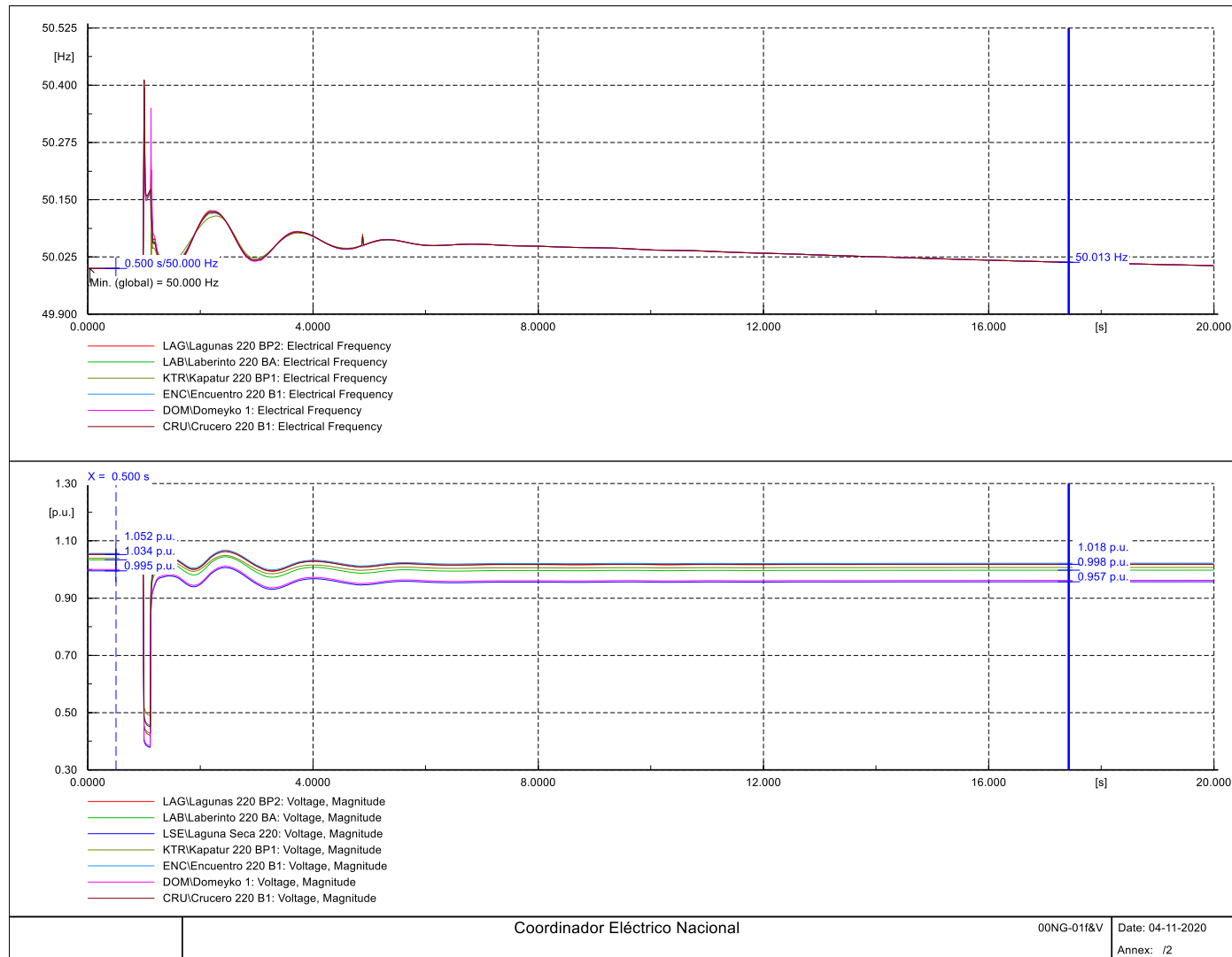


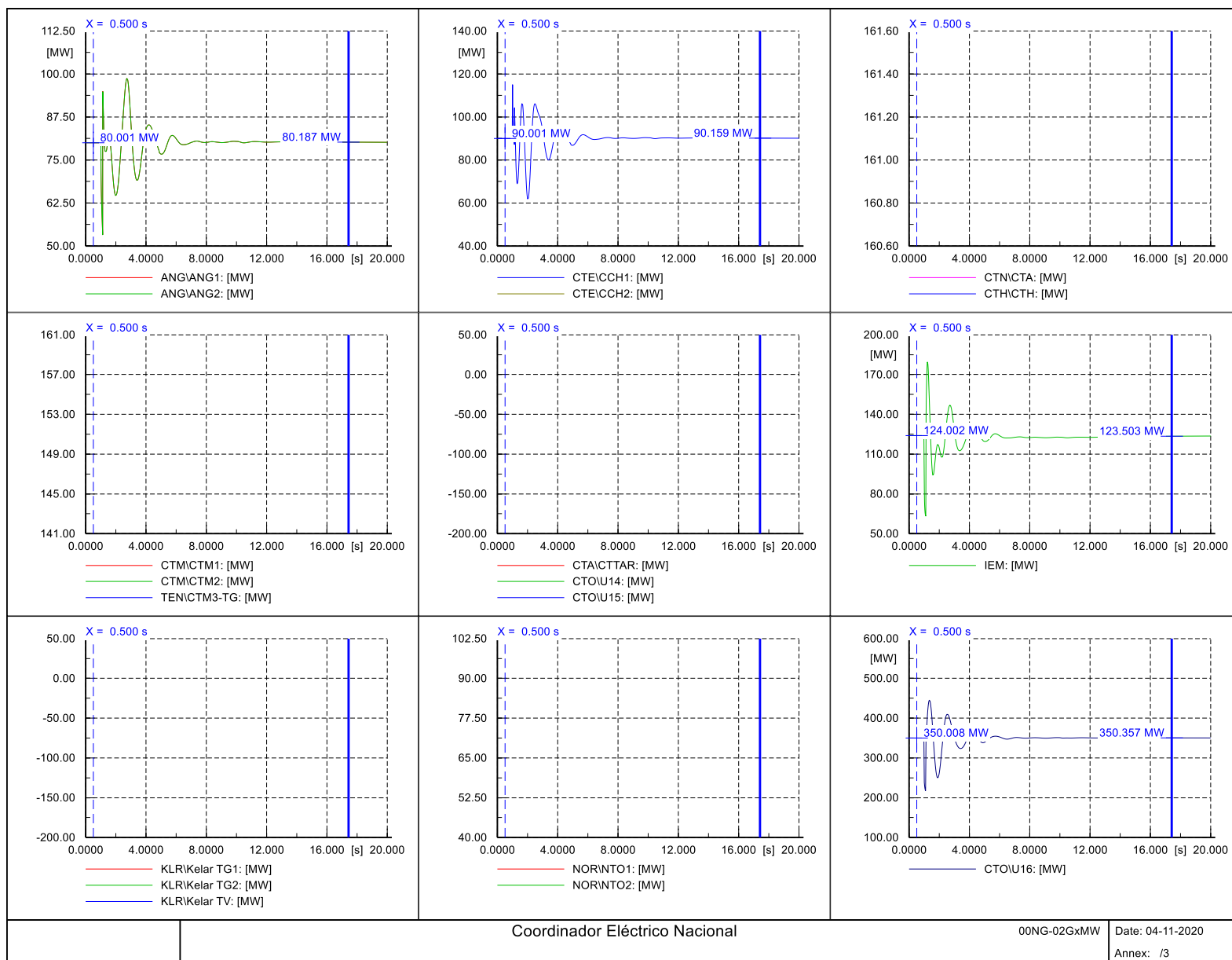


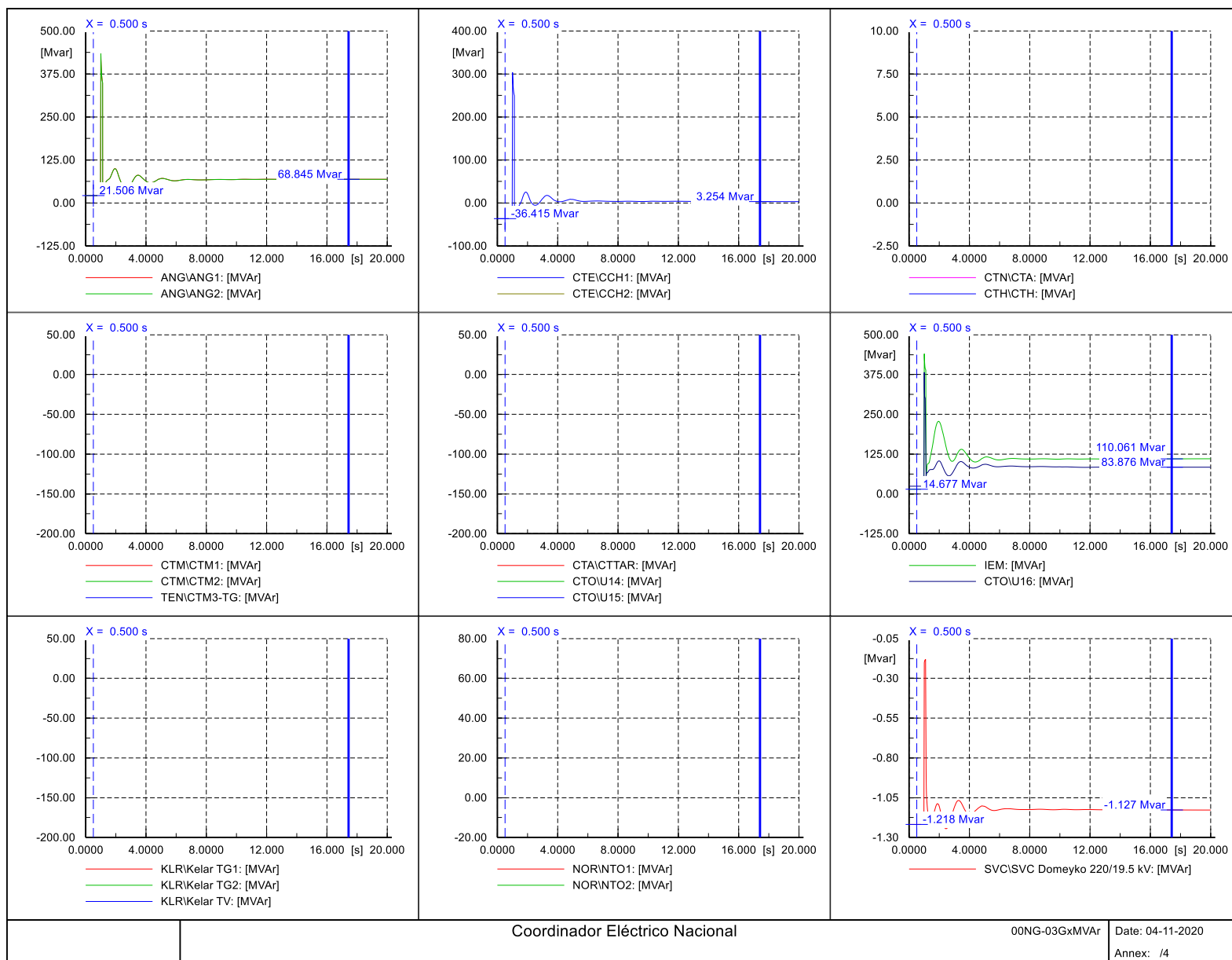


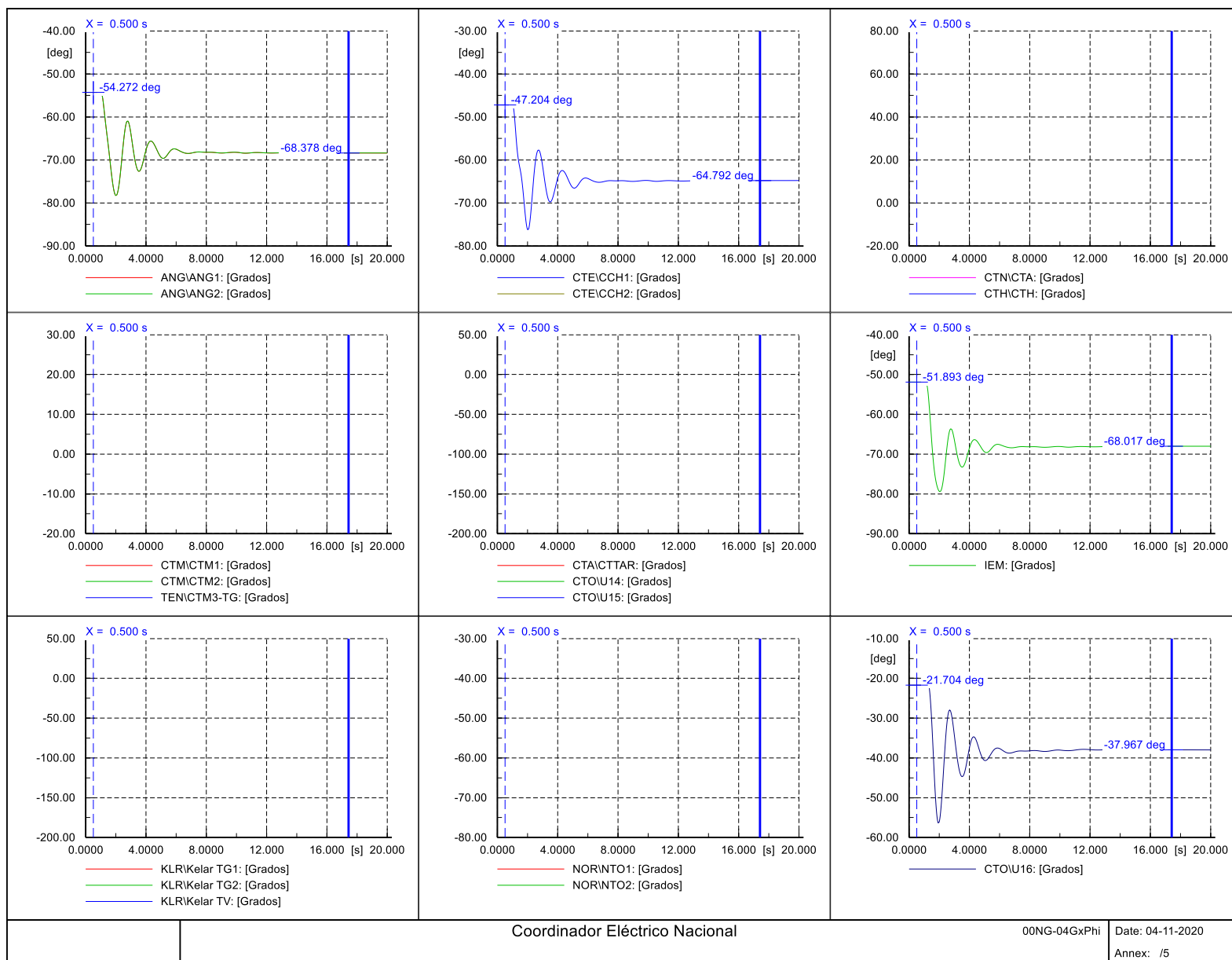
7.12.3 Zona Norte Chico Caso B: Fallas Los Changos – Cumbre 500 kV y Nva. P. Azúcar – Polpaico 500 kV con transferencias Sur → Norte

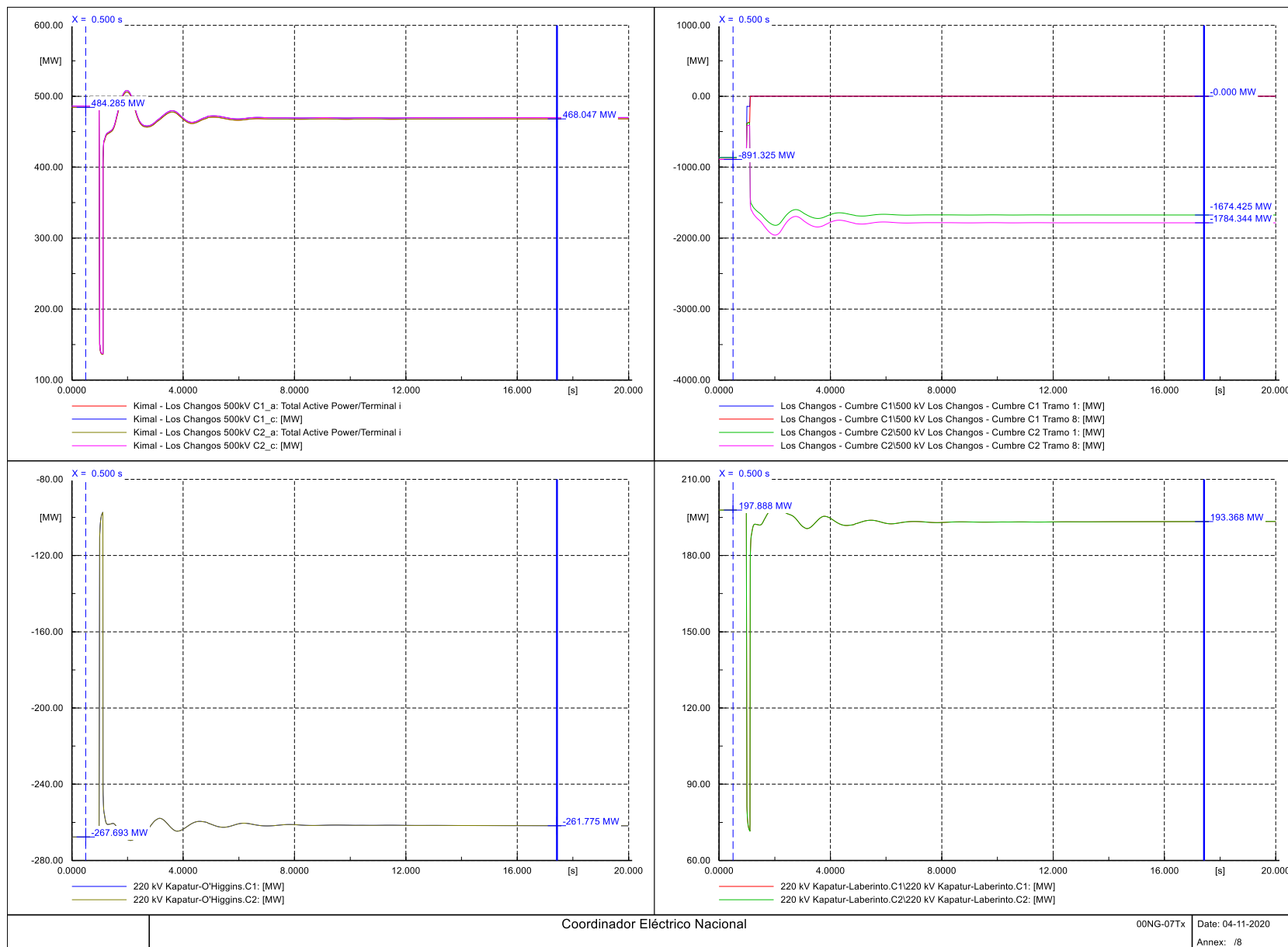
Zona Norte Chico Caso B: Falla de un circuito Los Changos – Cumbre 500 kV

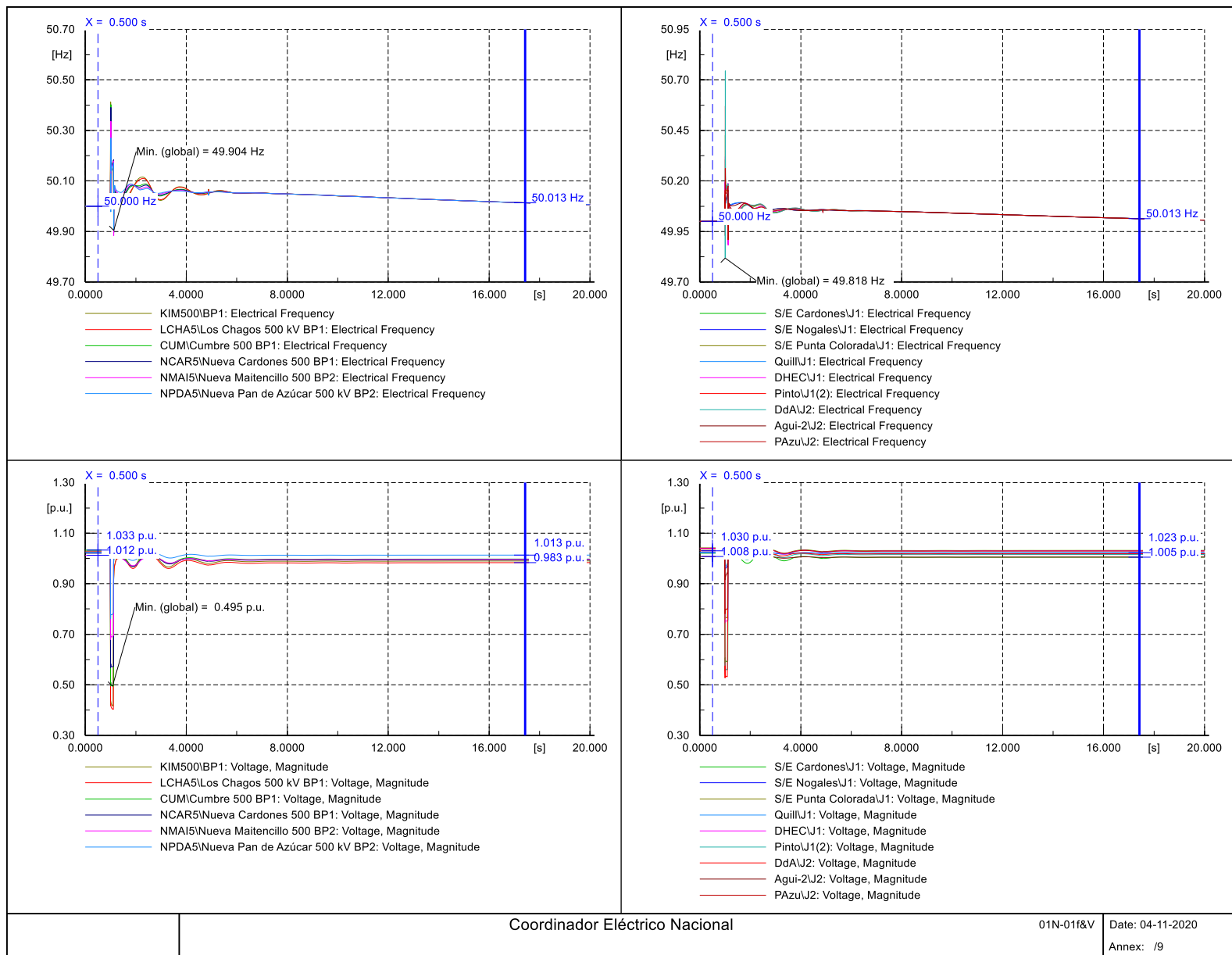


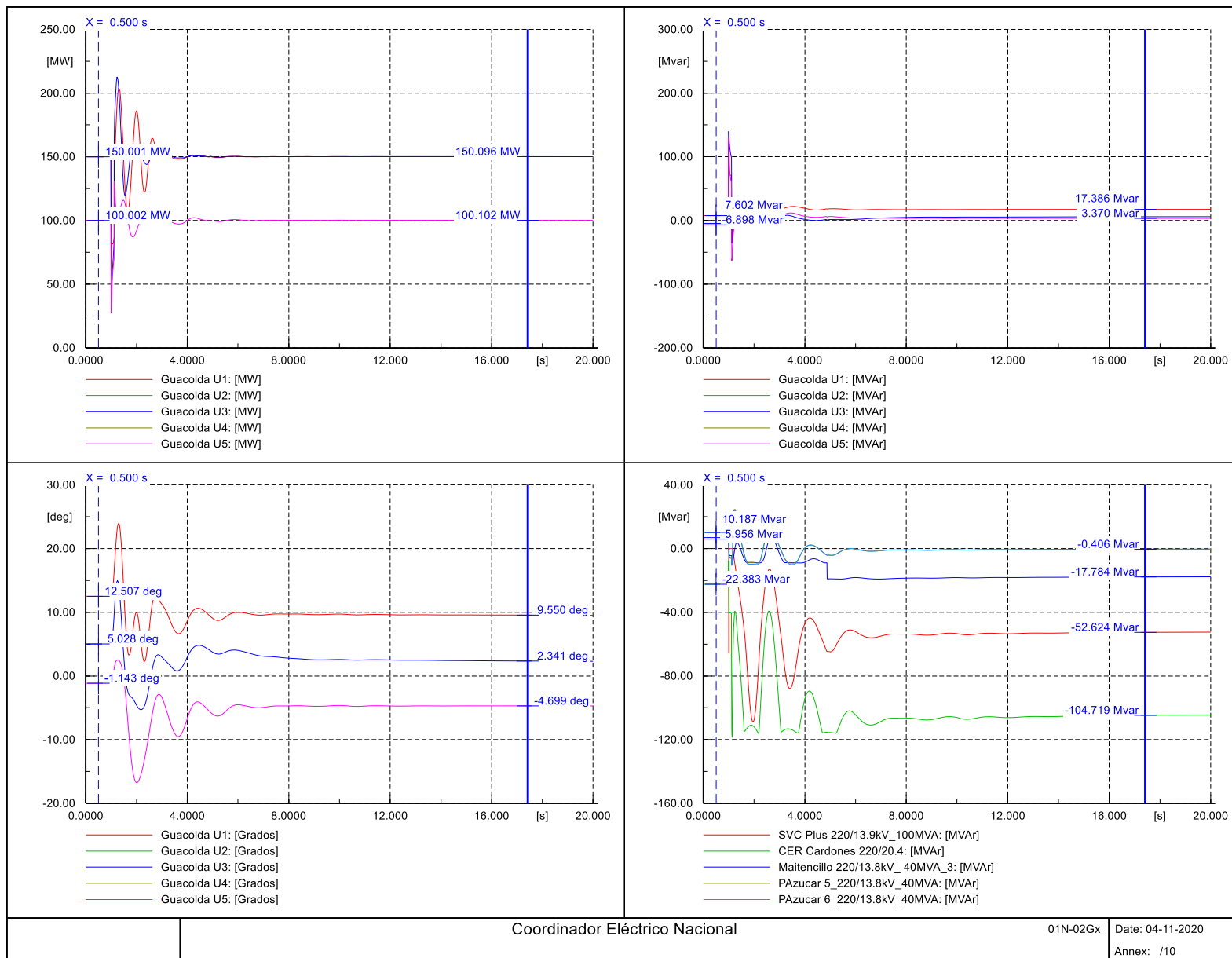


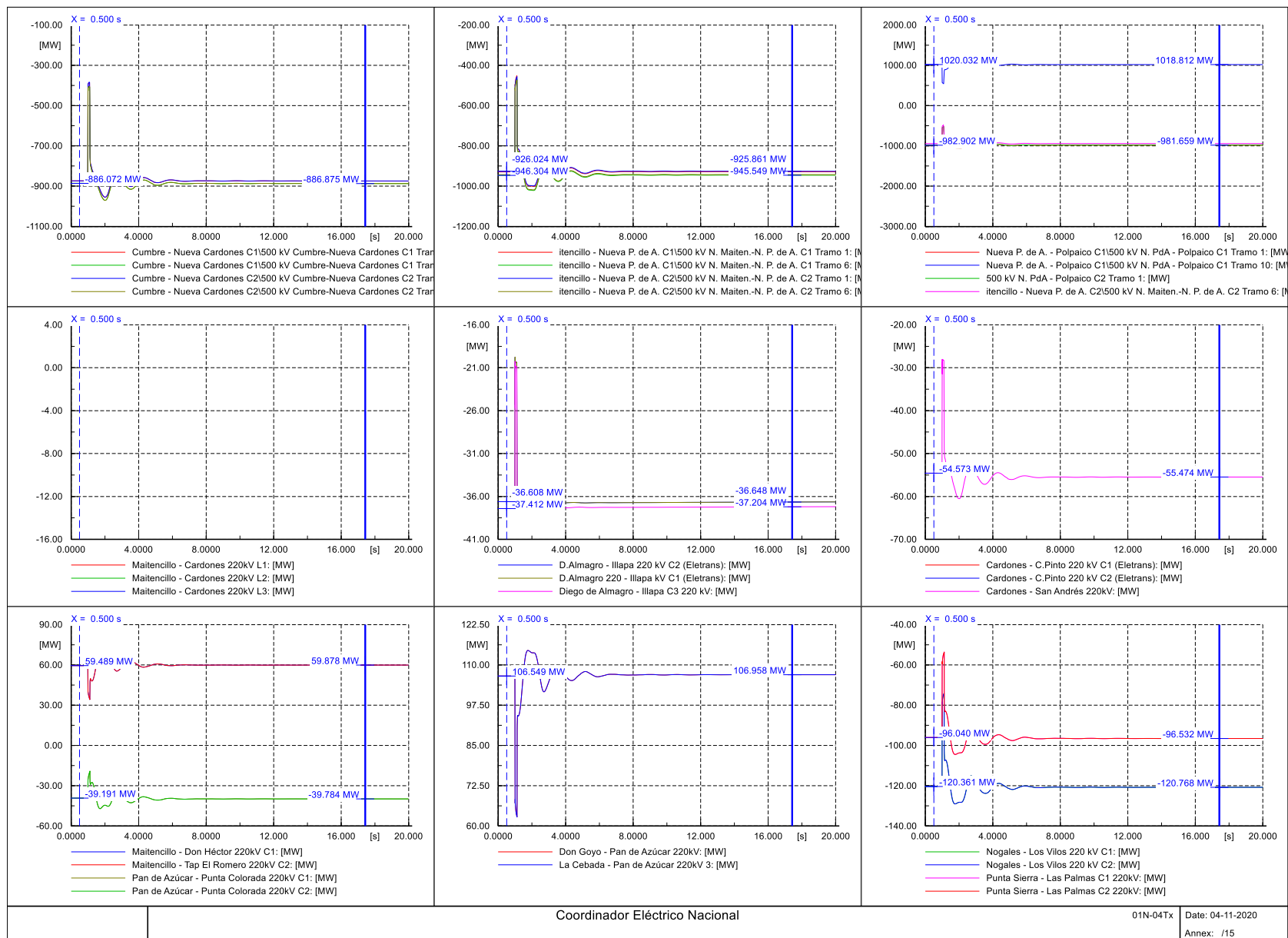




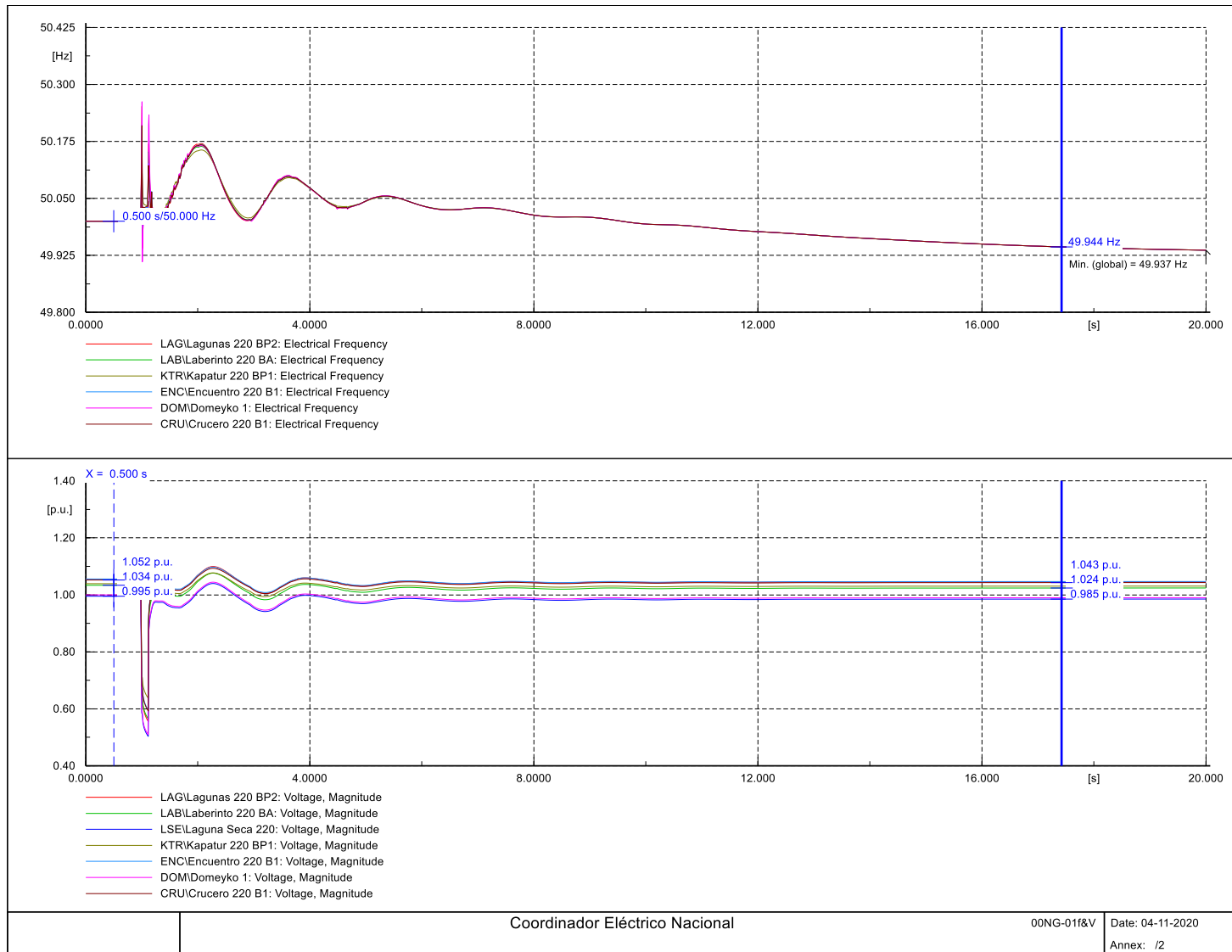


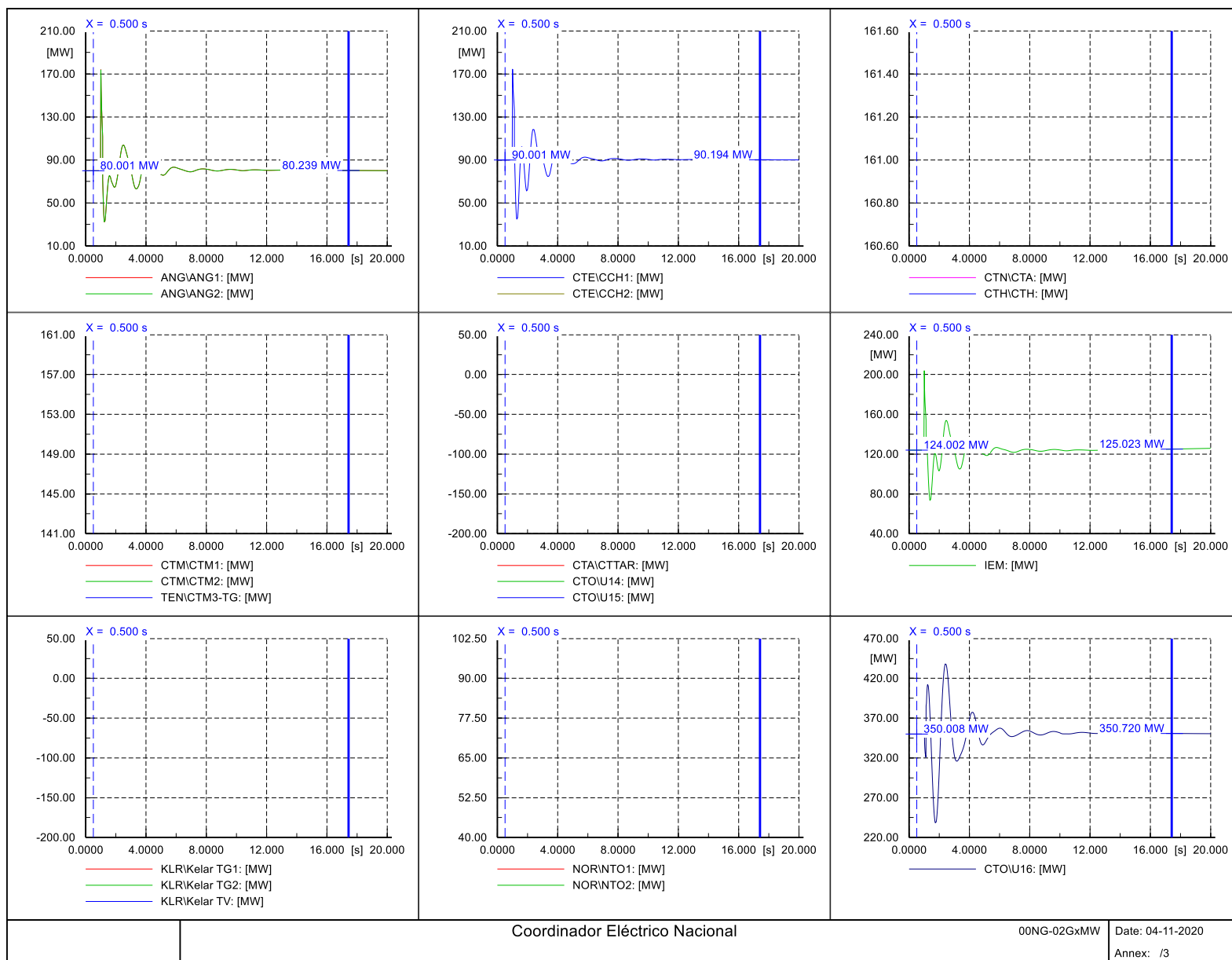


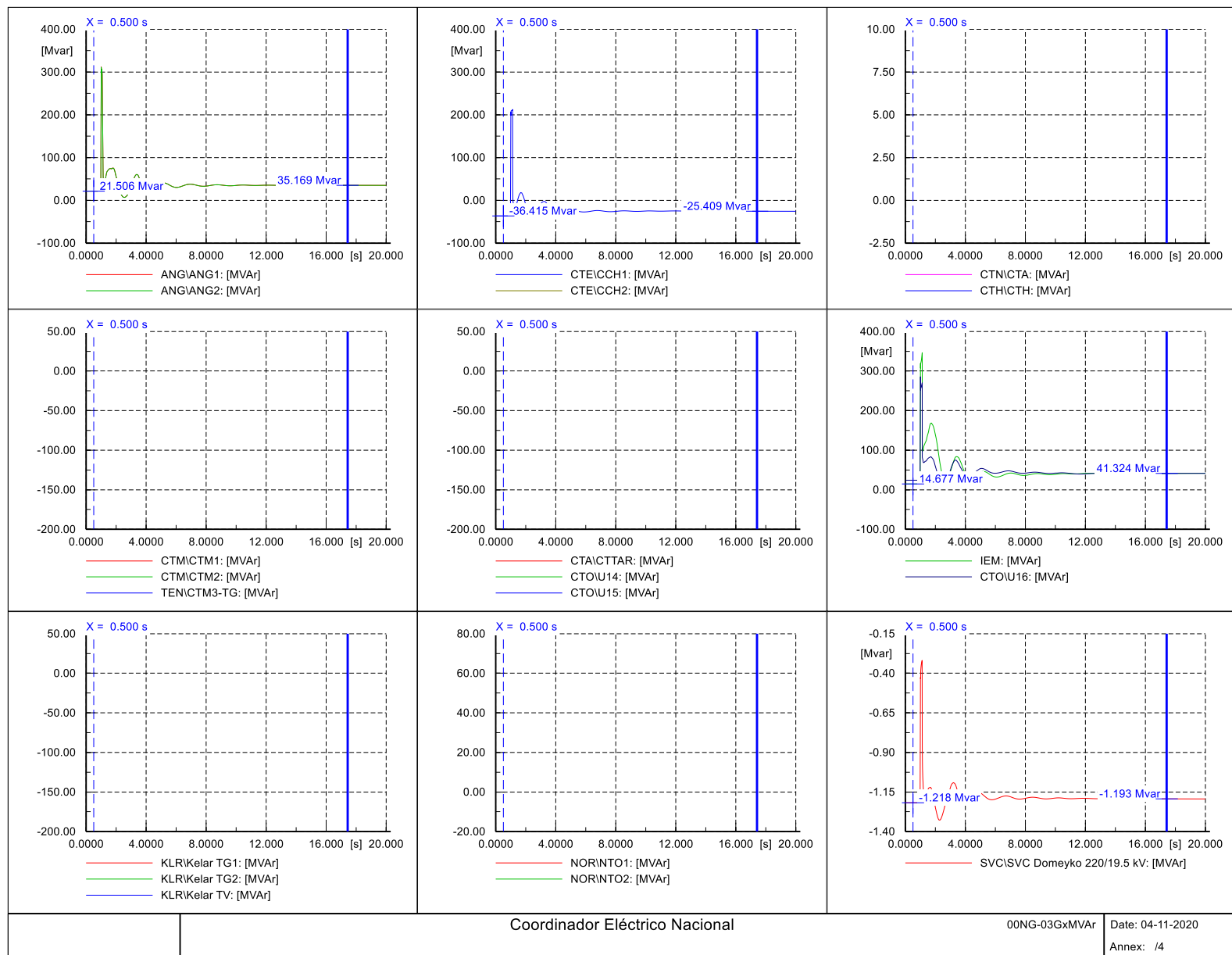


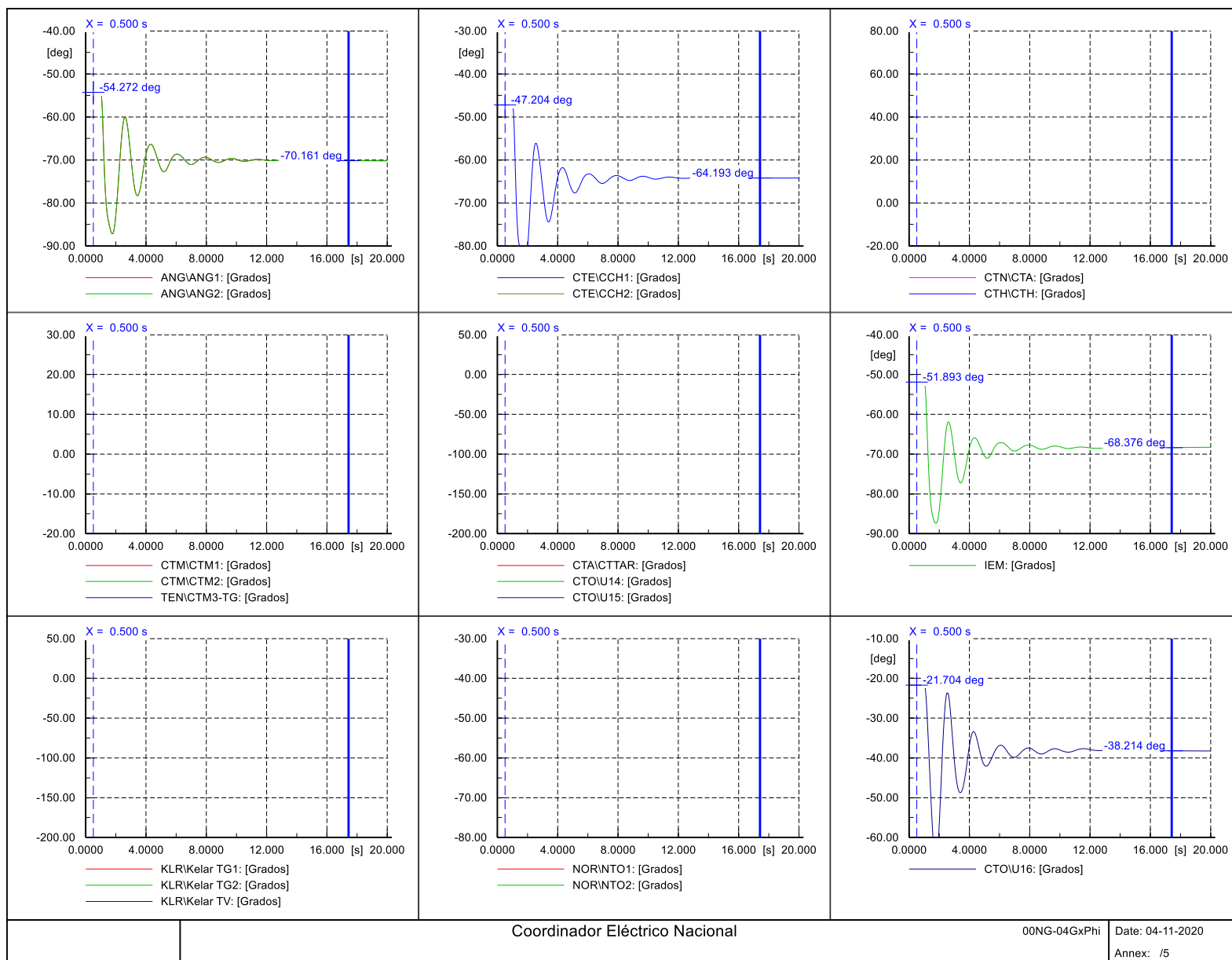


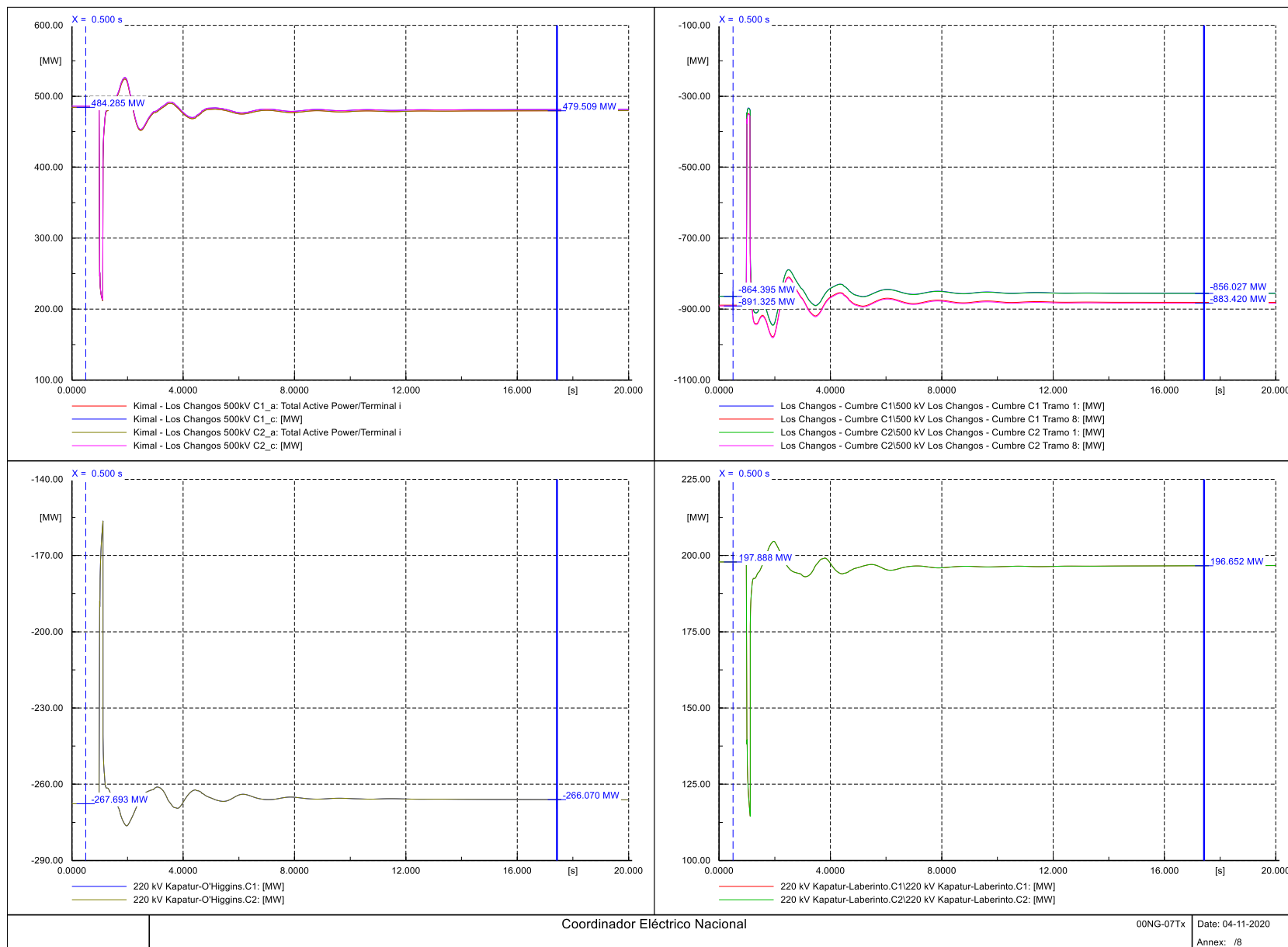
Zona Norte Chico Caso B: Falla de un circuito Nueva Pan de Azúcar – Polpaico 500 kV

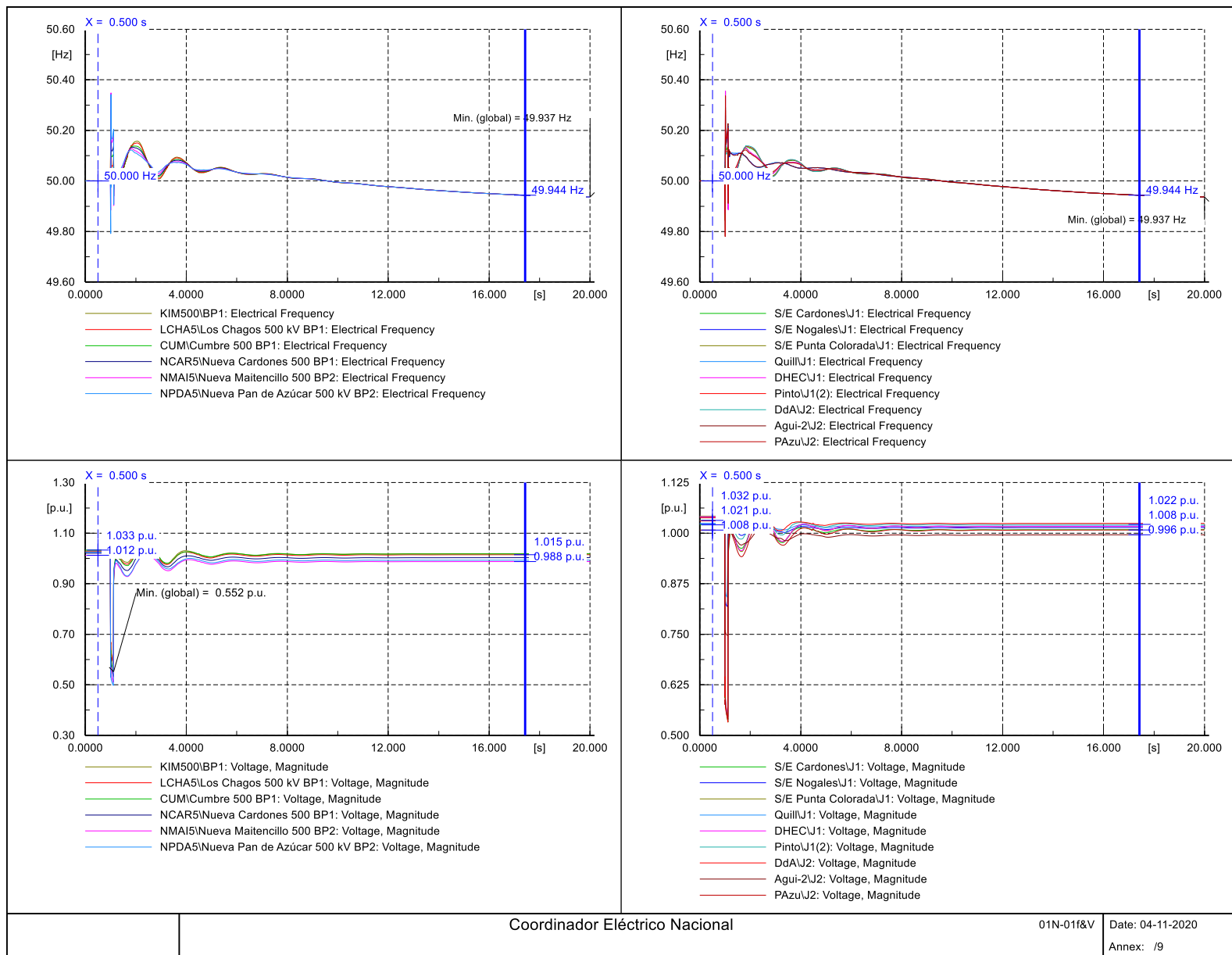


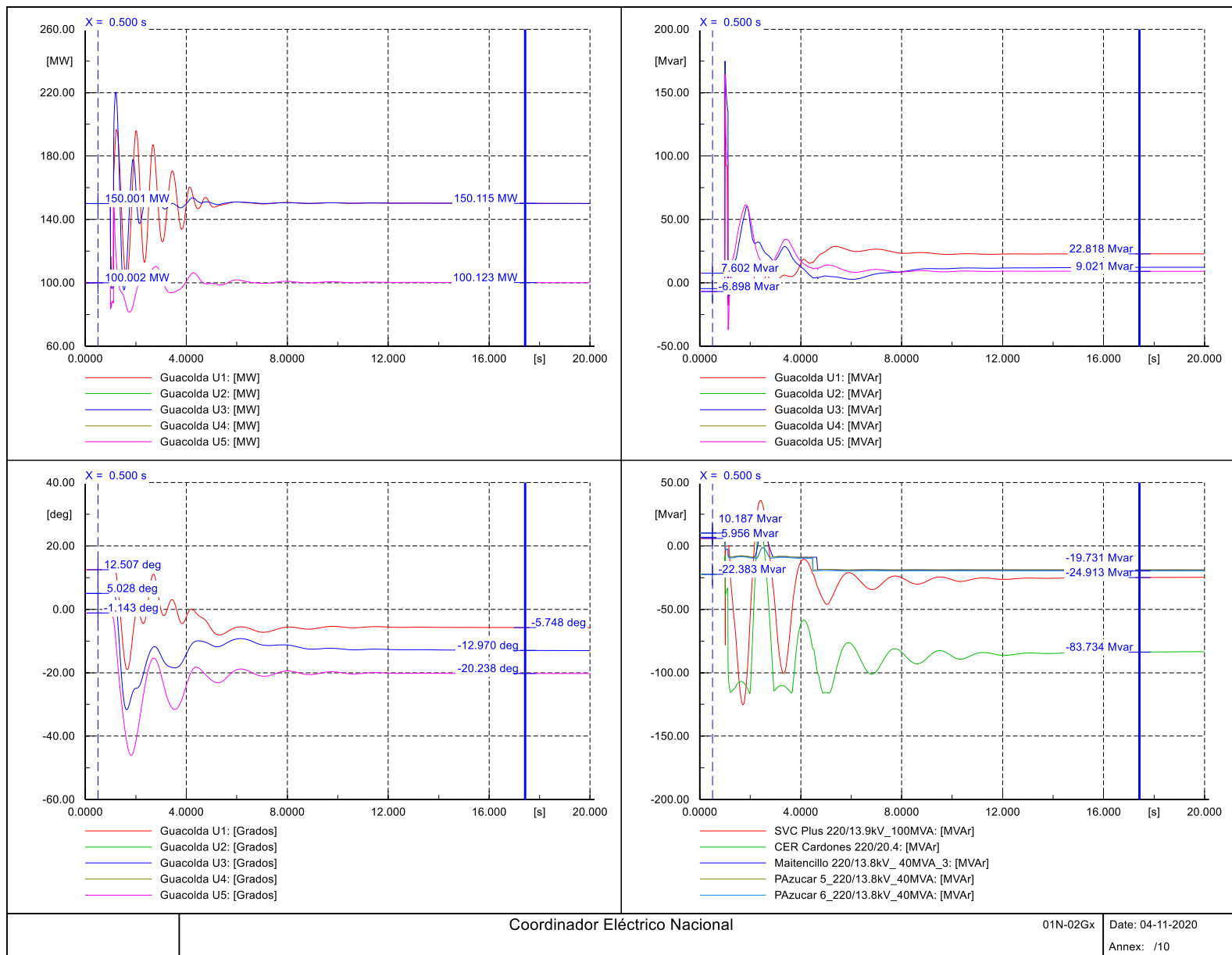


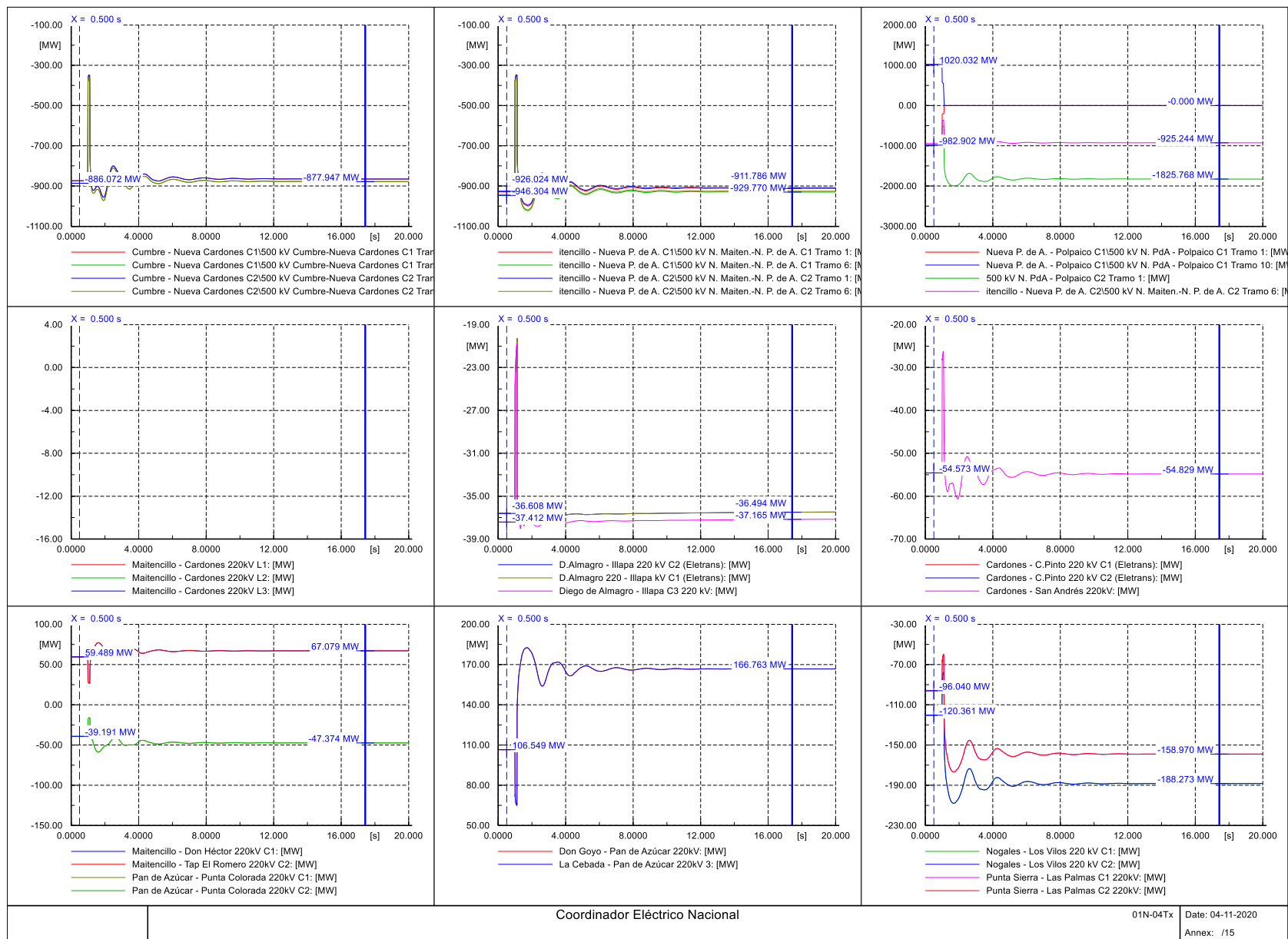




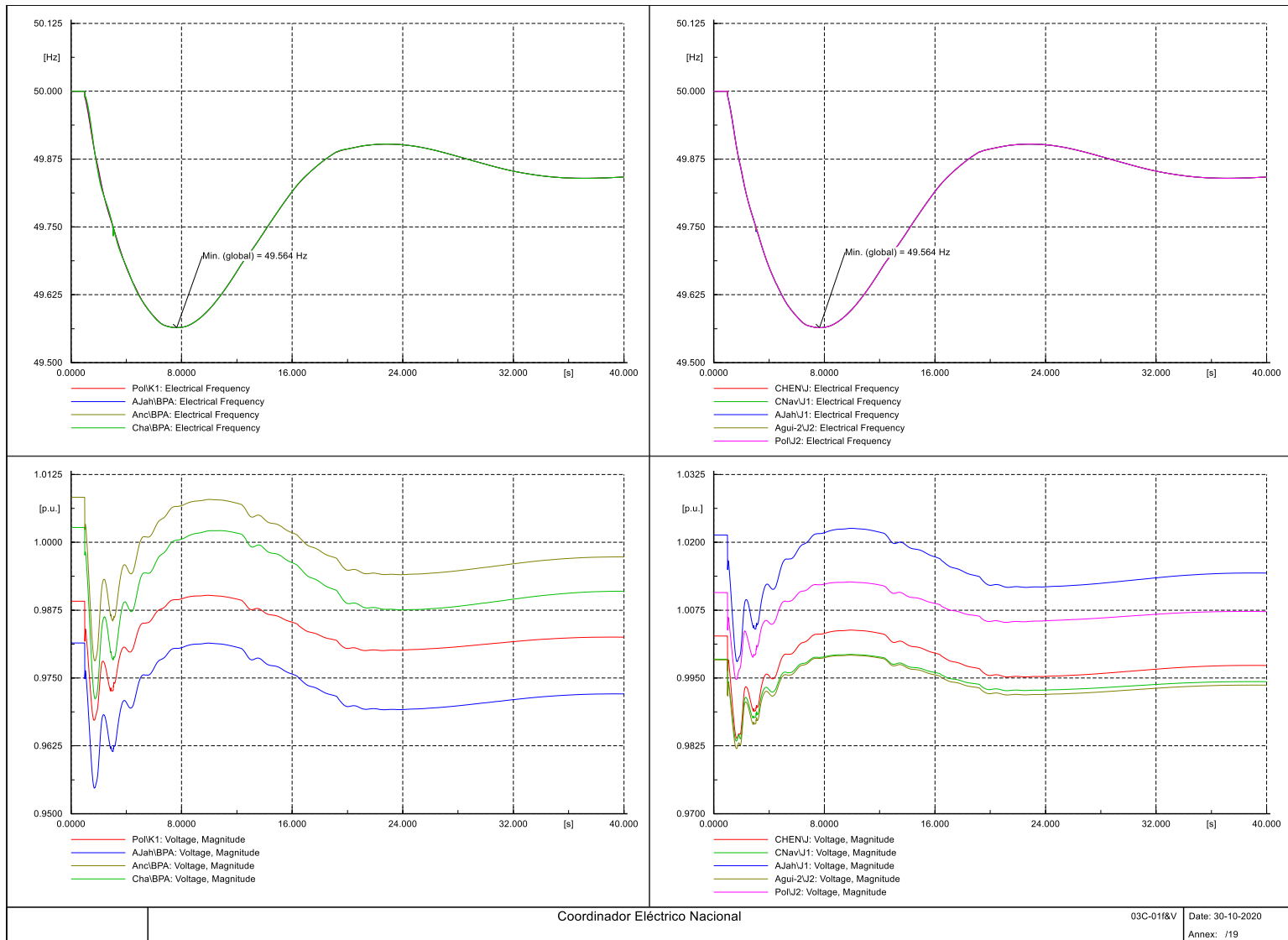


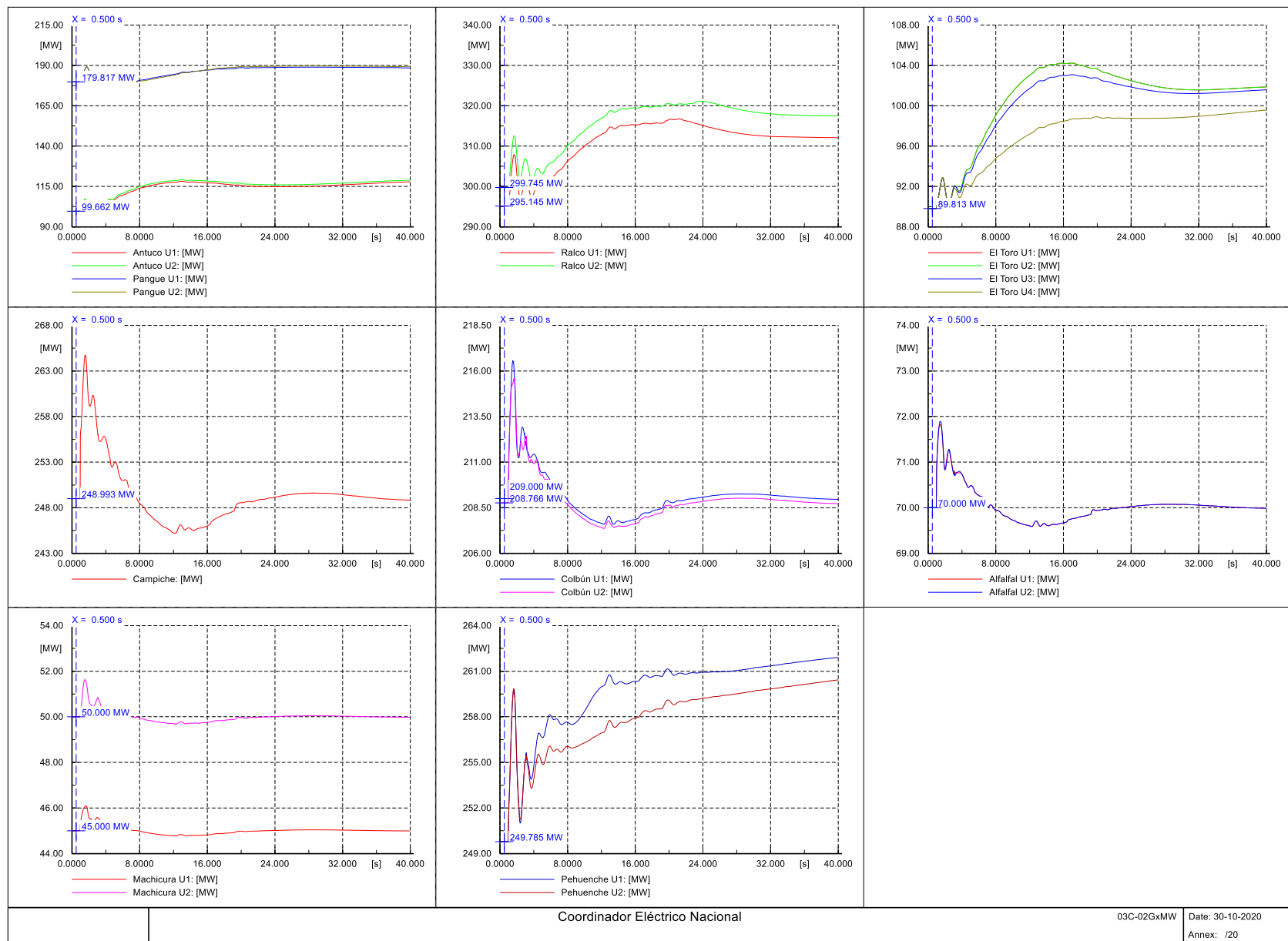


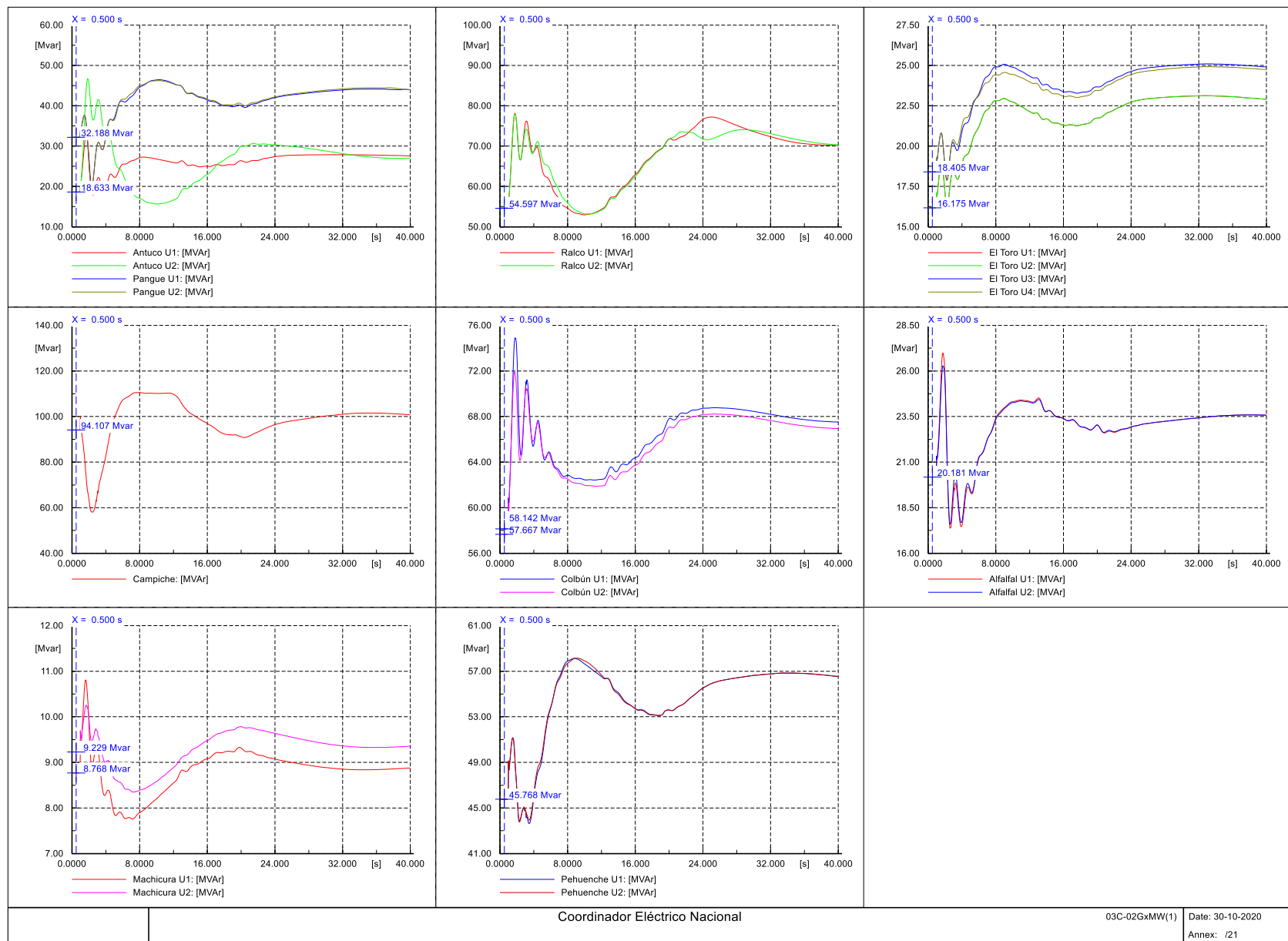


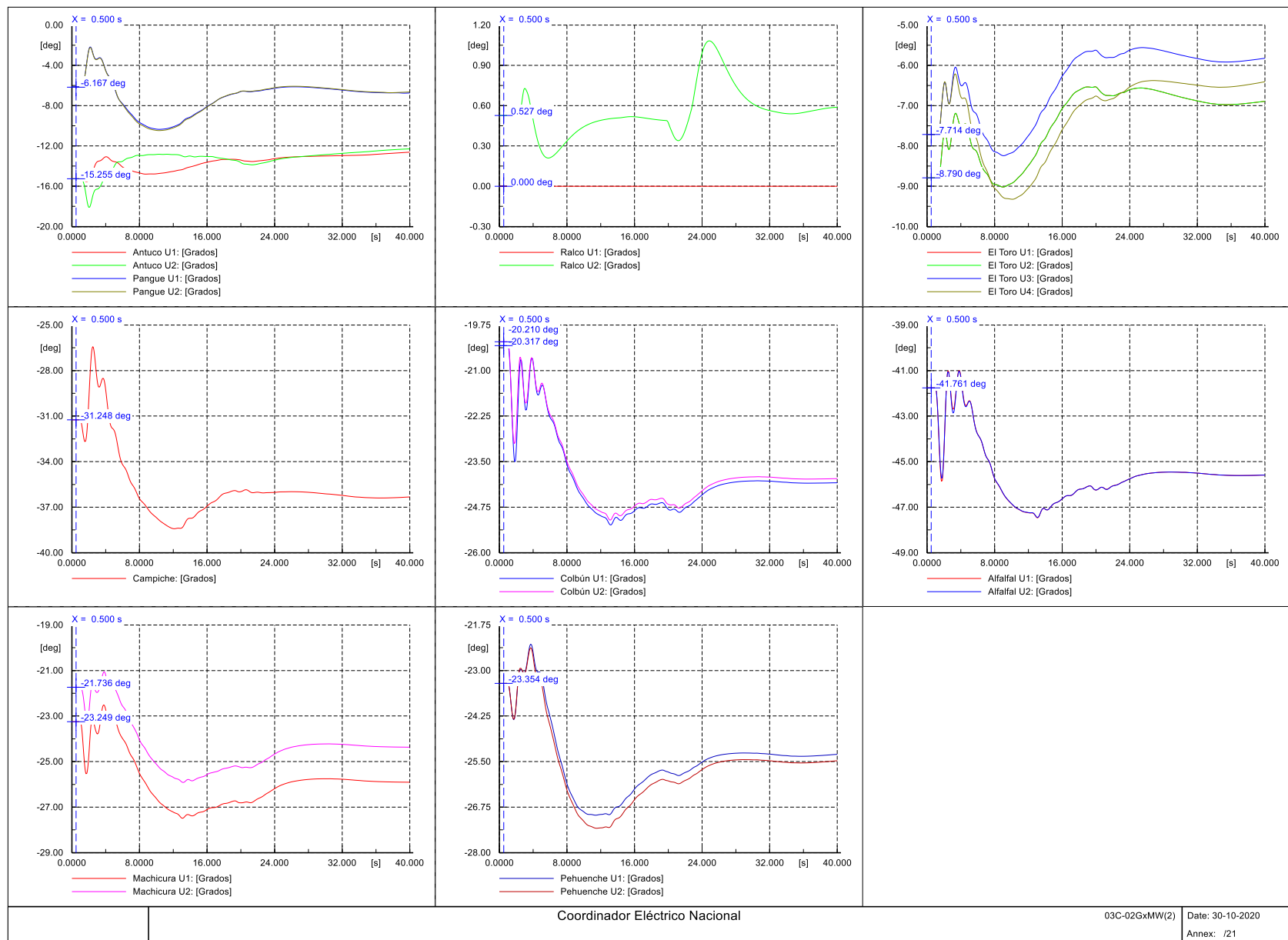


7.12.4 Zona Centro 500 kV Caso A: Salida Intempestiva de U16 de Central Tocopilla 380 MW







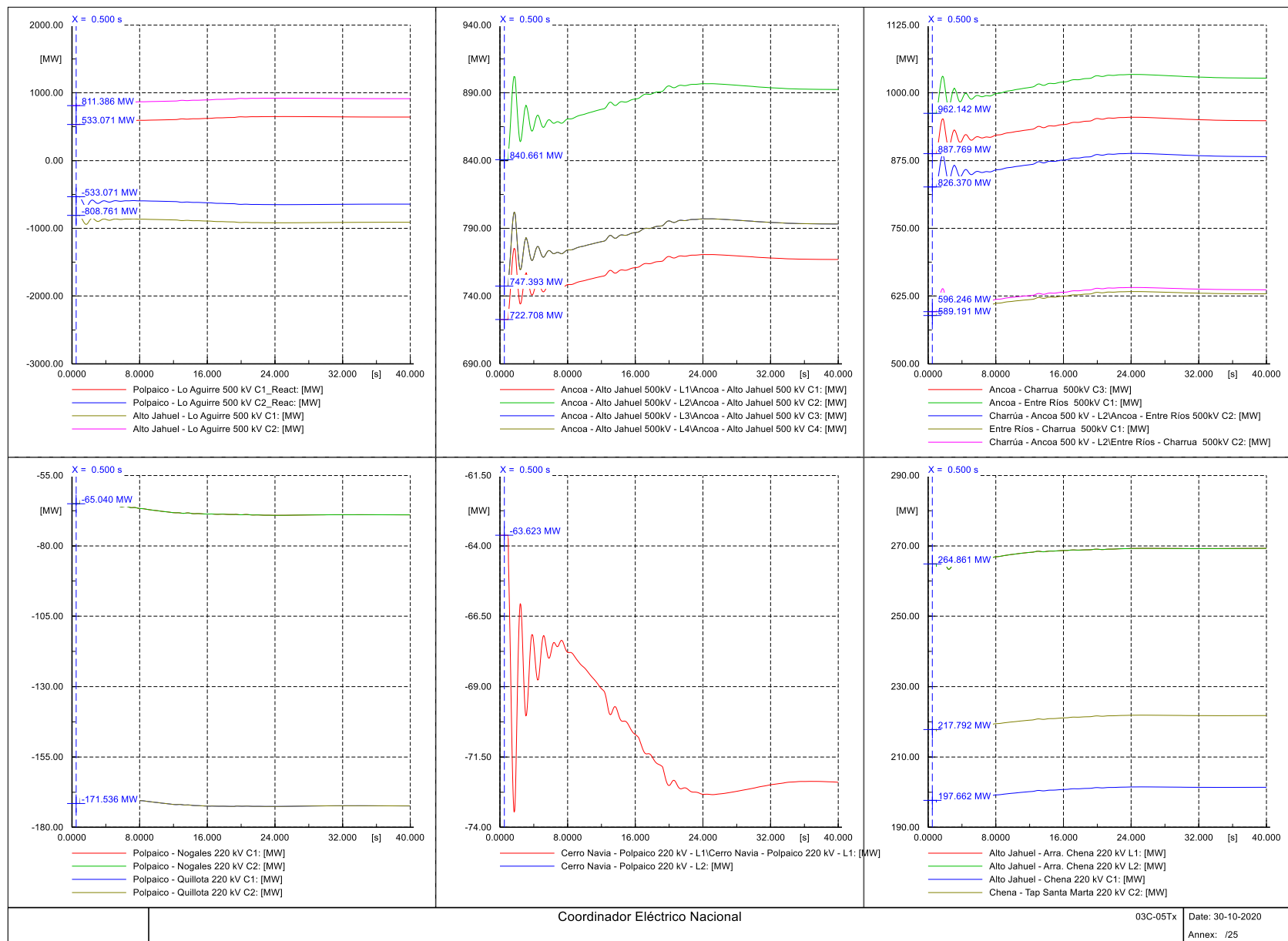


Coordinador Eléctrico Nacional

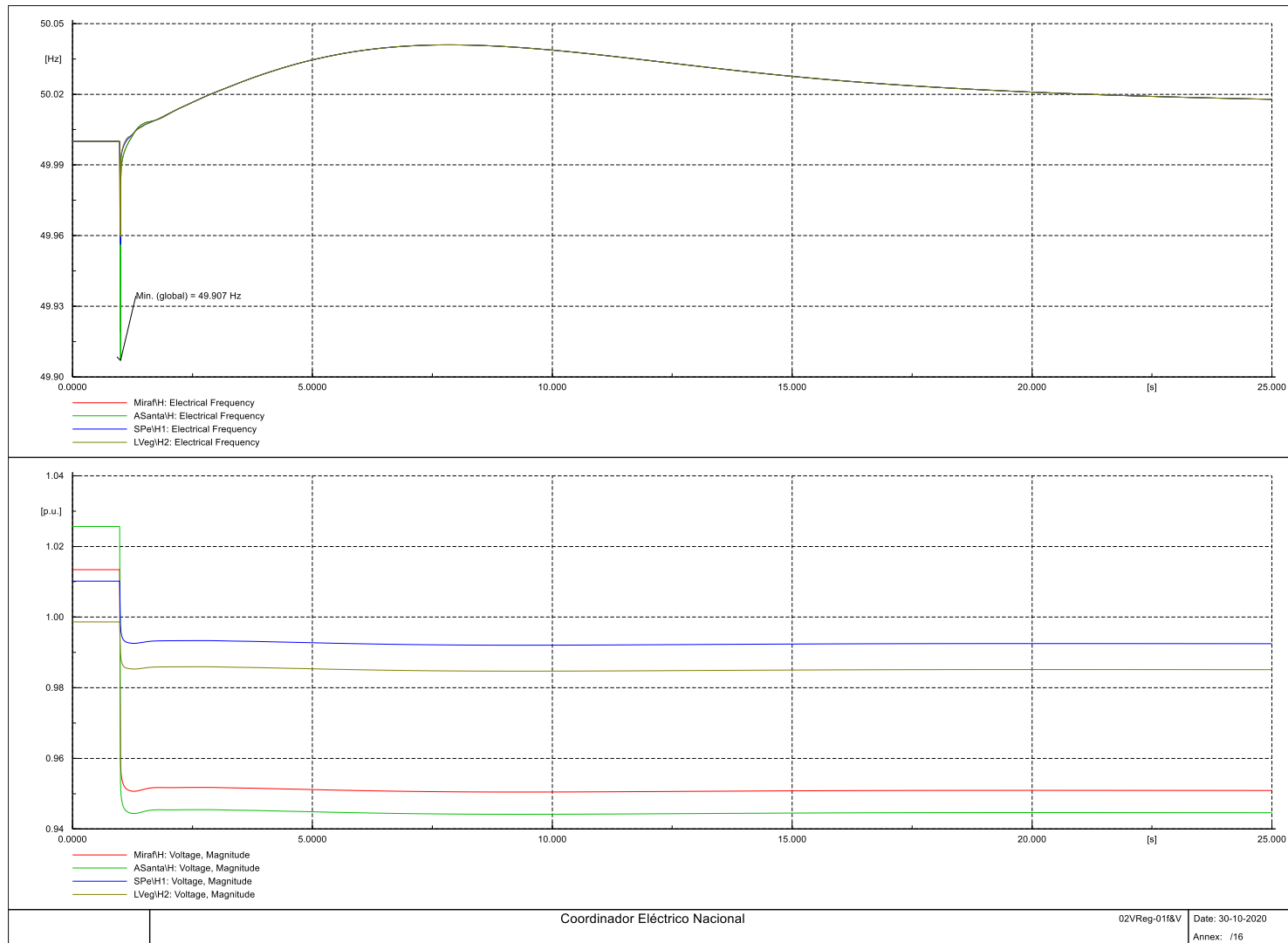
03C-02GxMW(2)

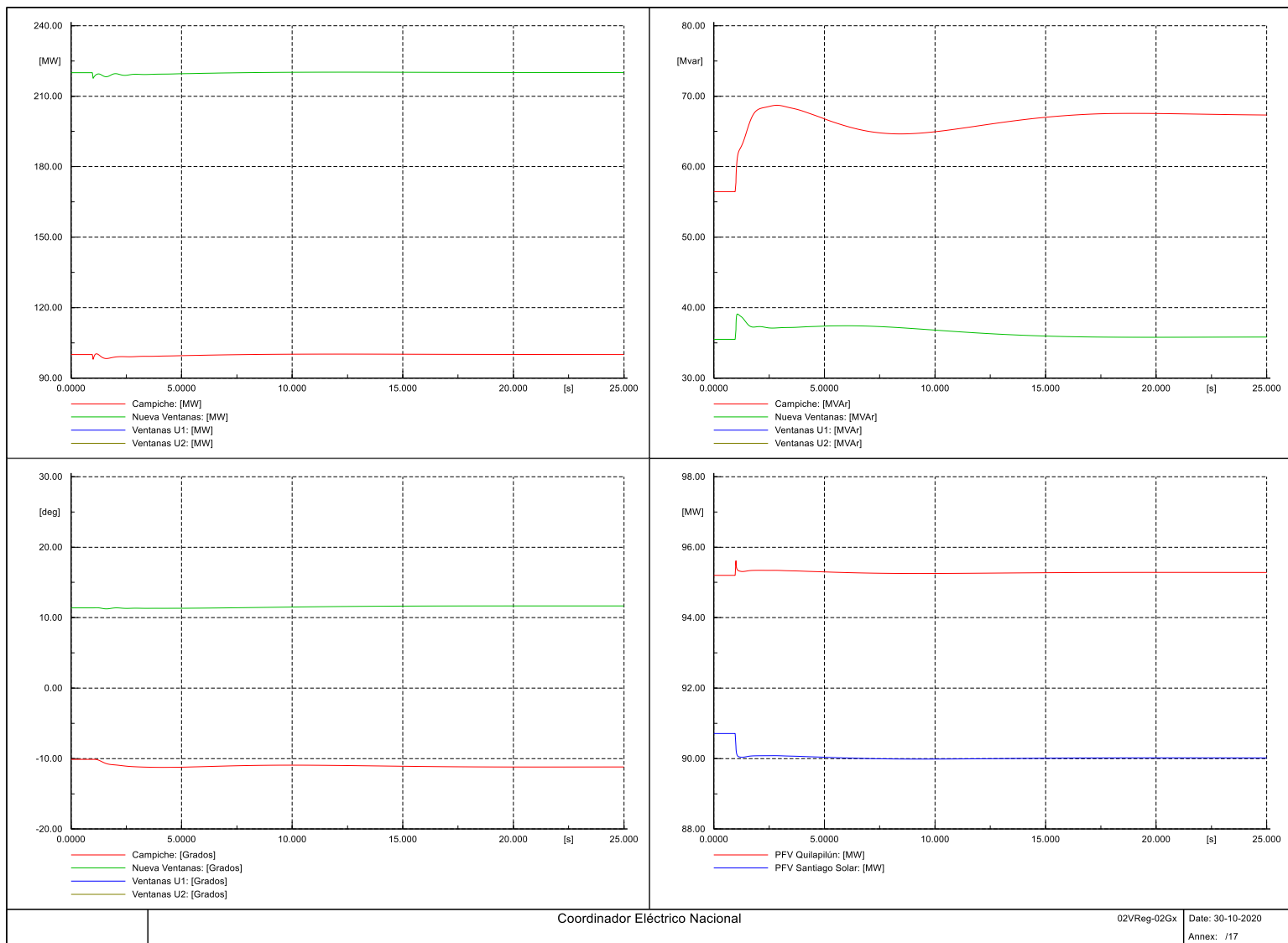
Date: 30-10-2020

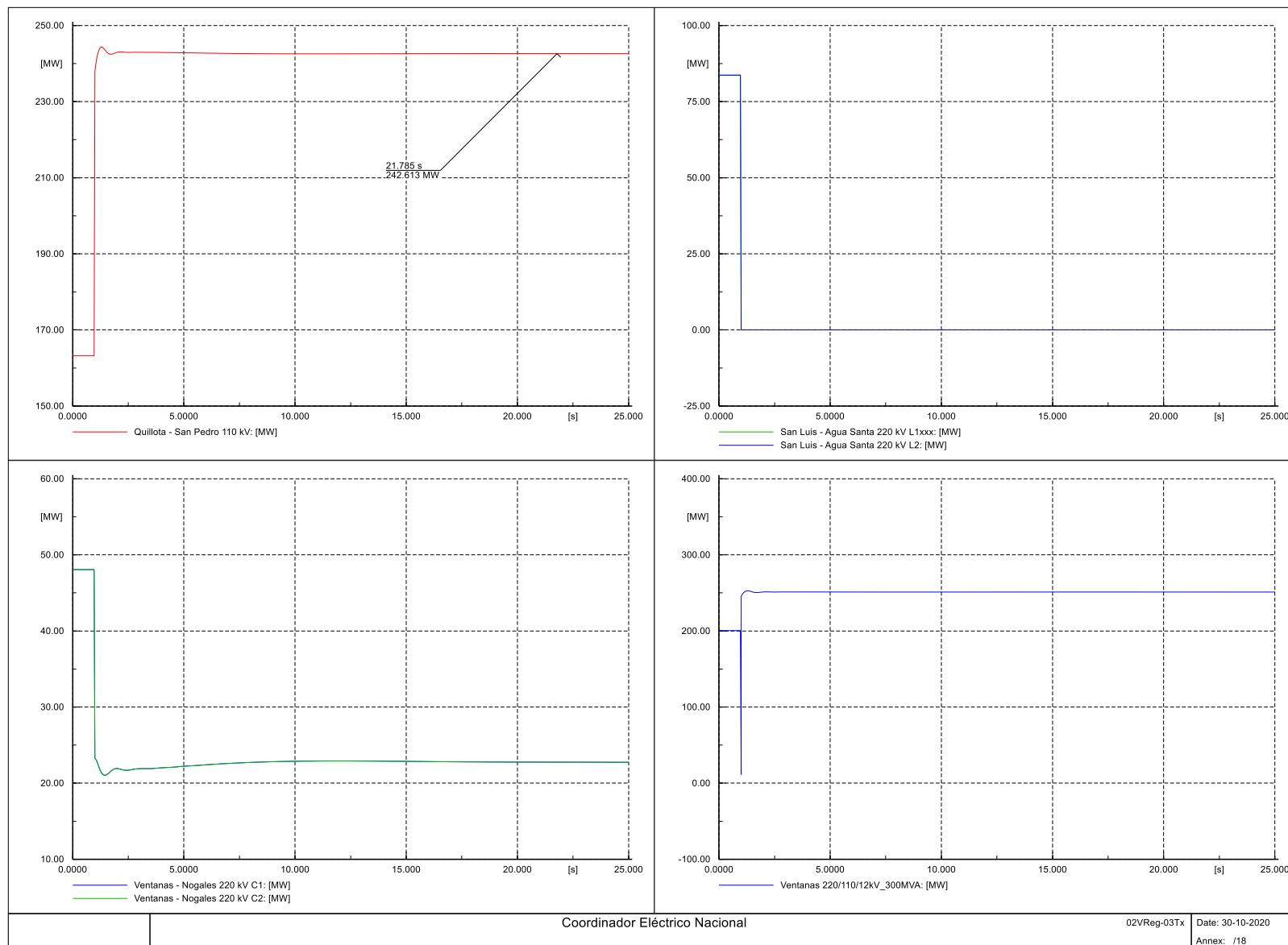
Annex: /21



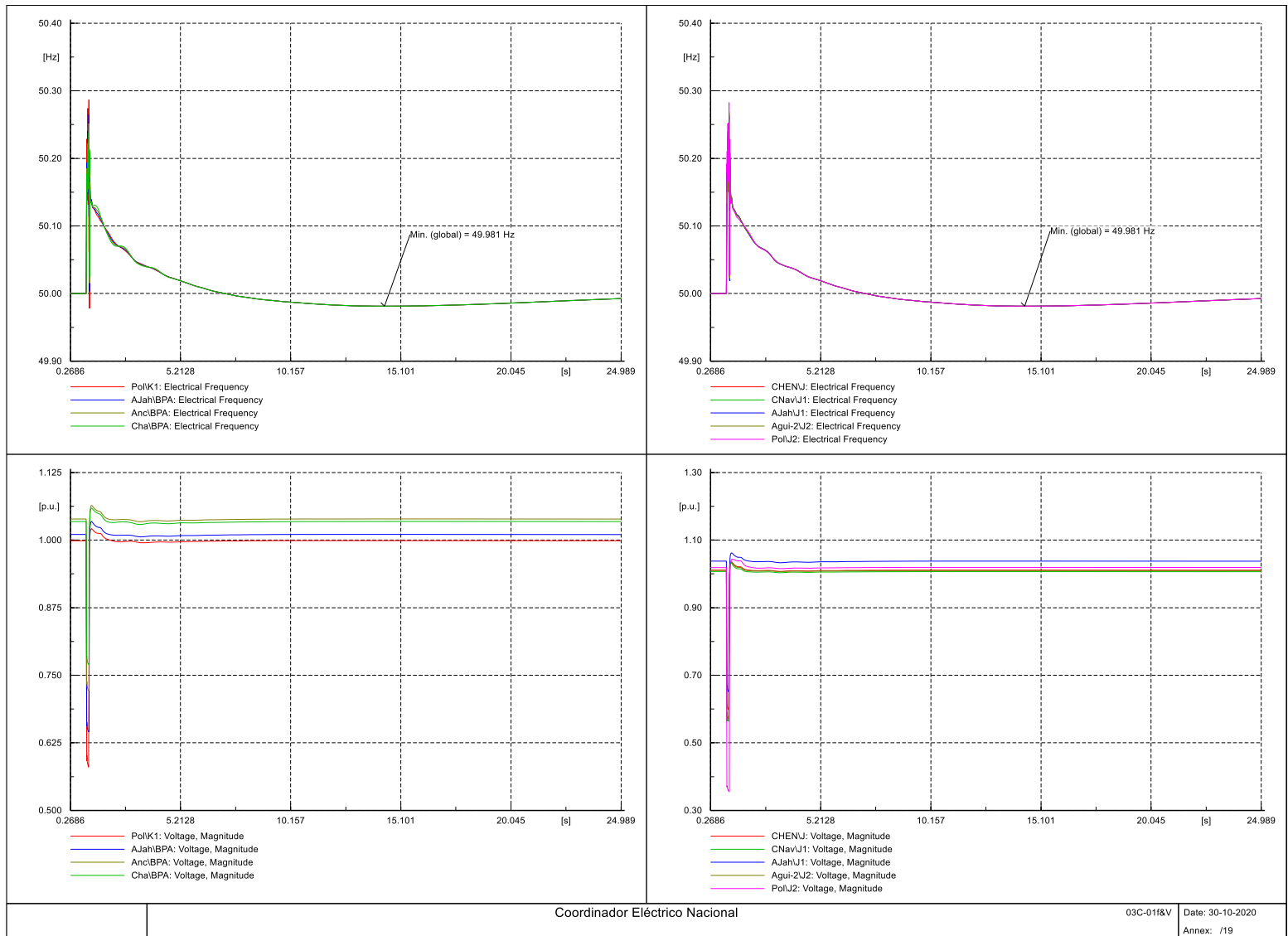
7.12.5 Zona V Región: Falla Transformado Agua Santa 200/110 kV

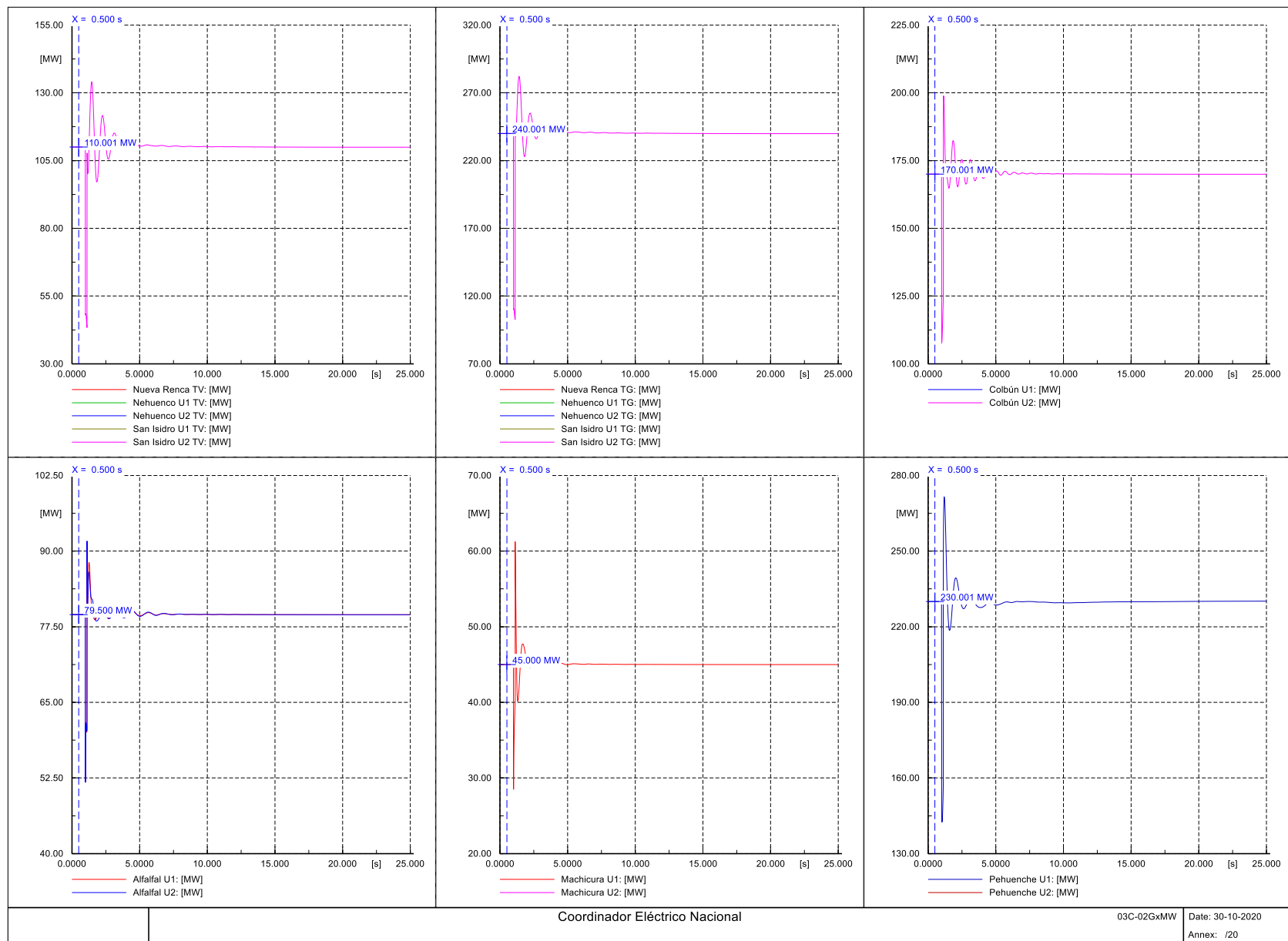


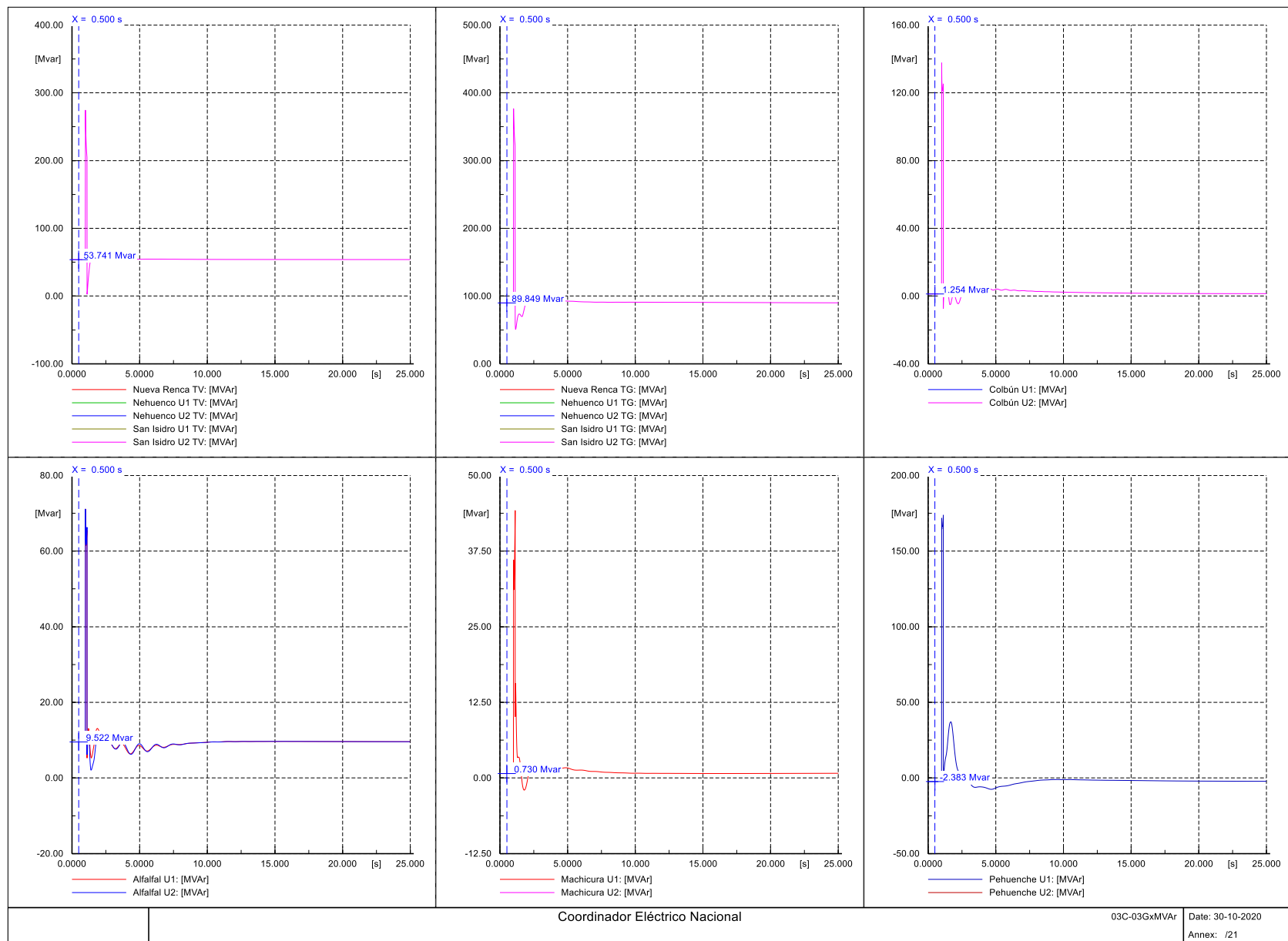


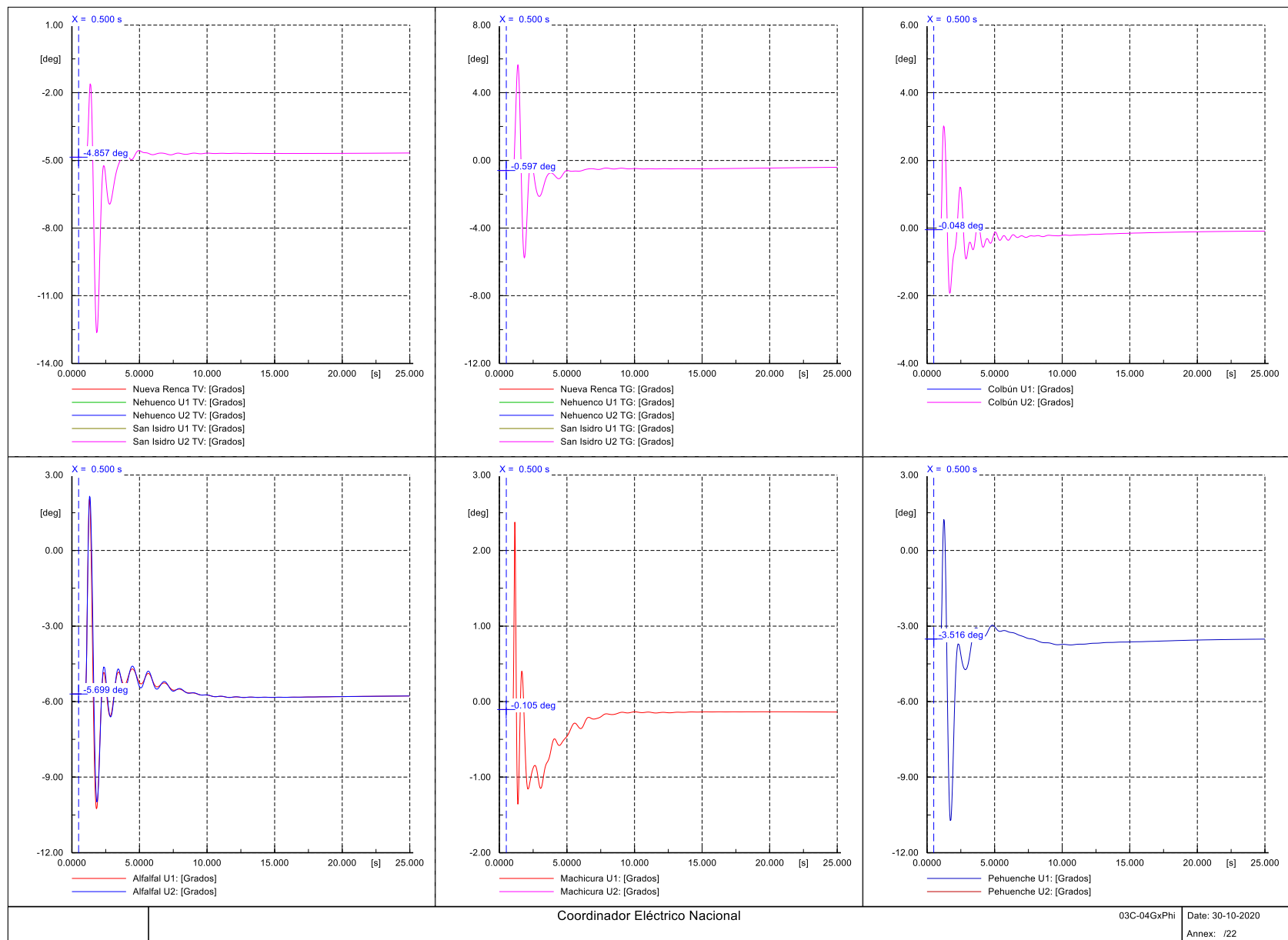


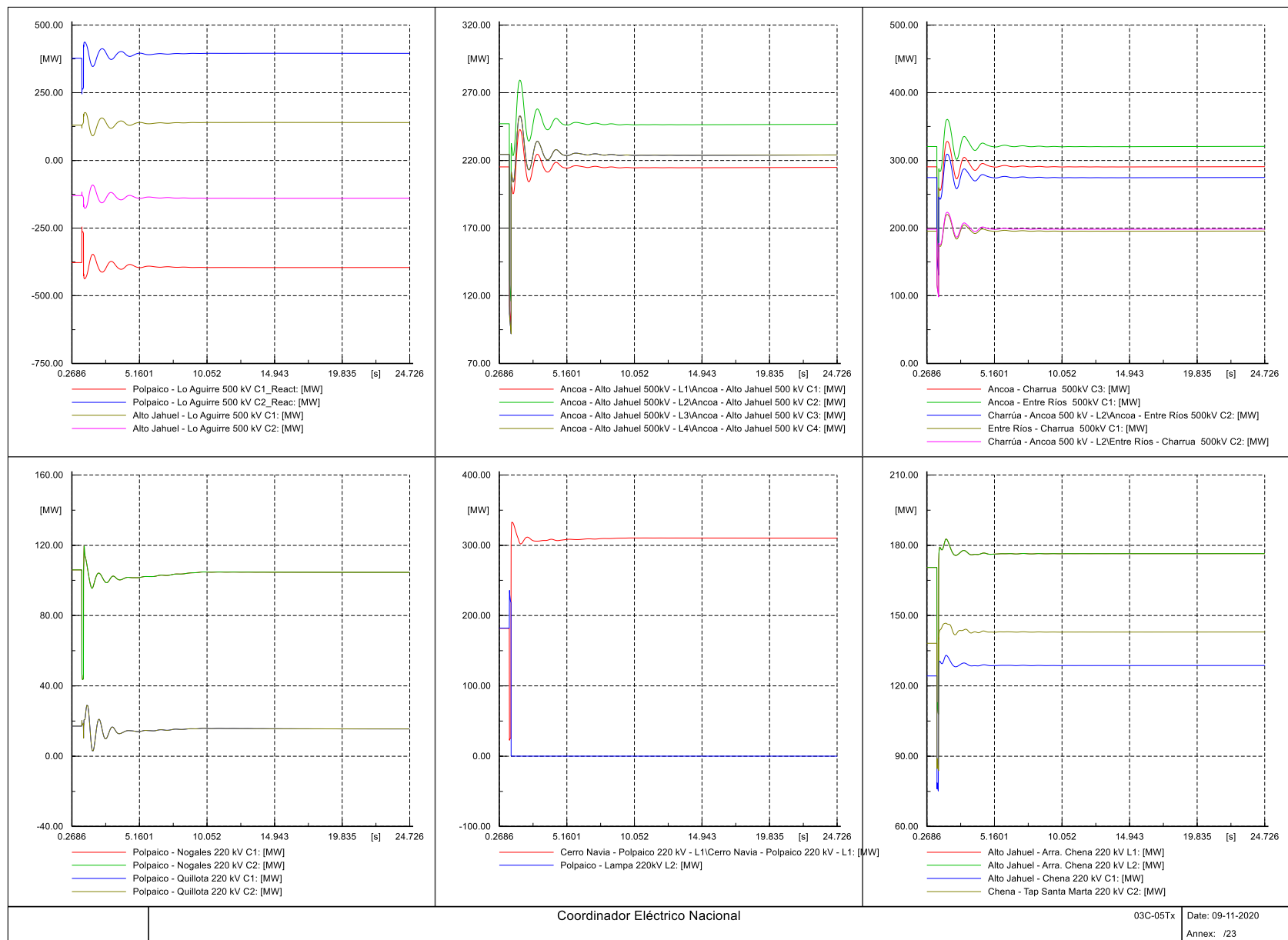
7.12.6 Zona Centro 220 kV: Falla Línea Polpaico – Lampa L2 220kV



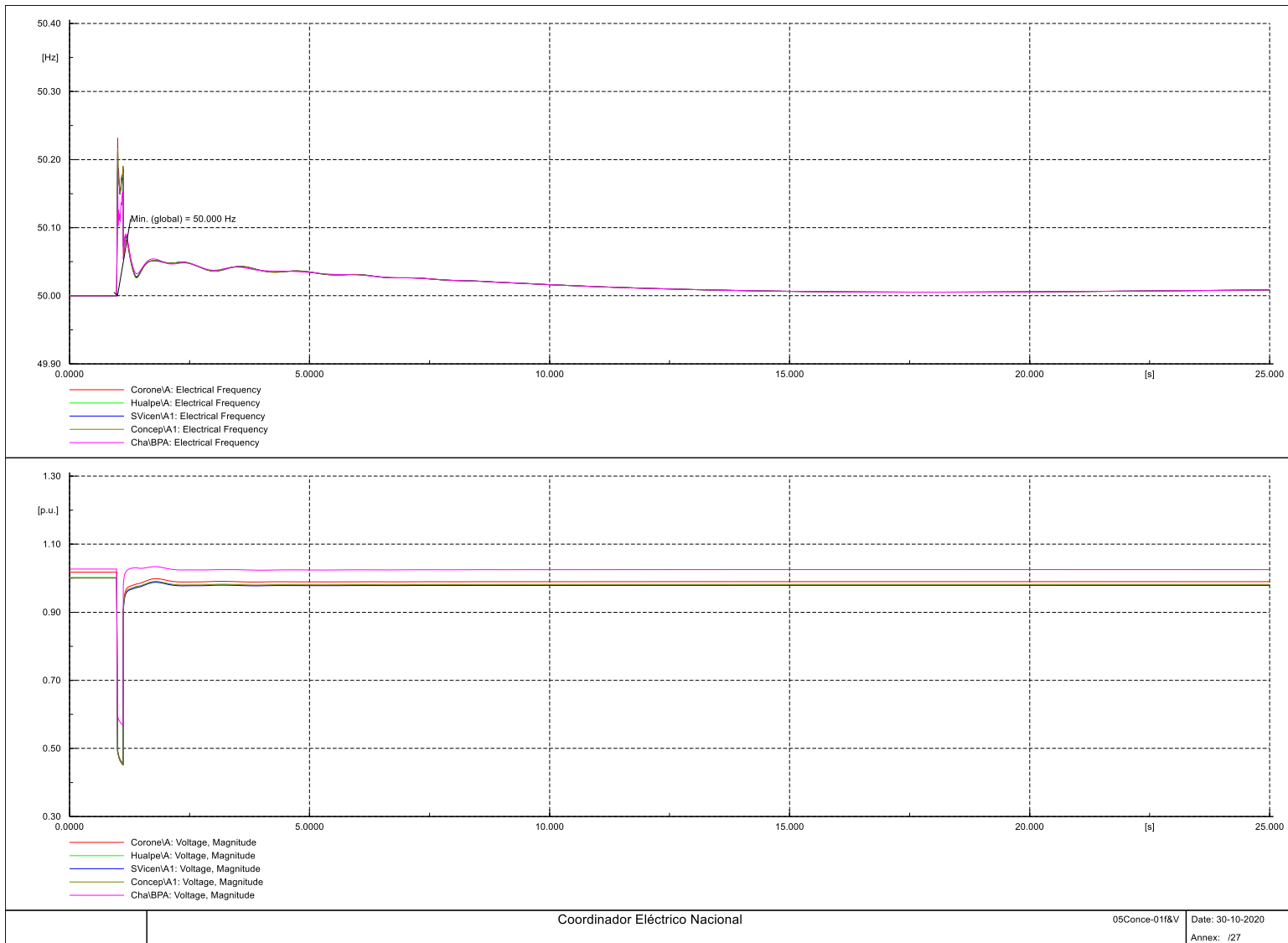


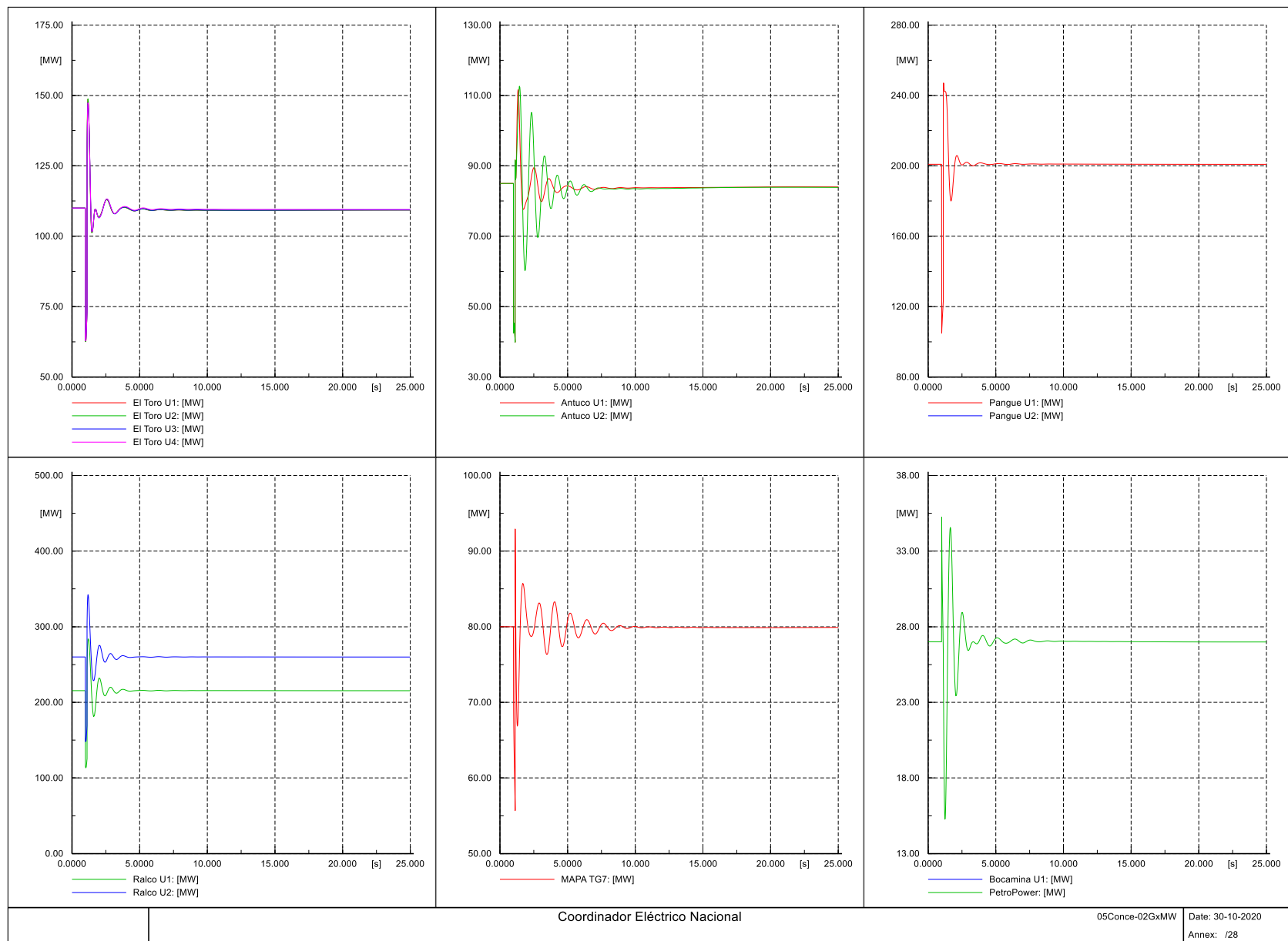


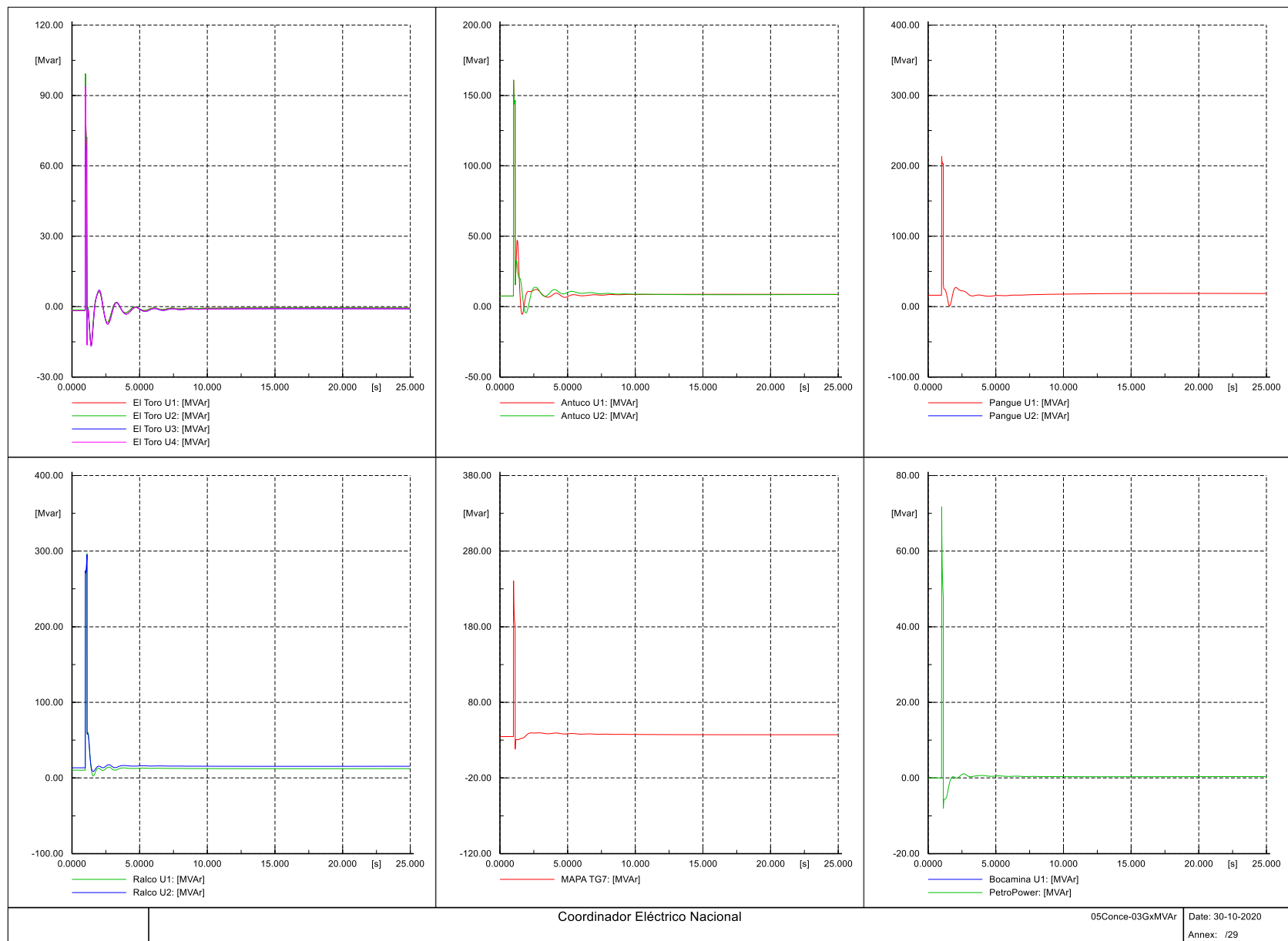


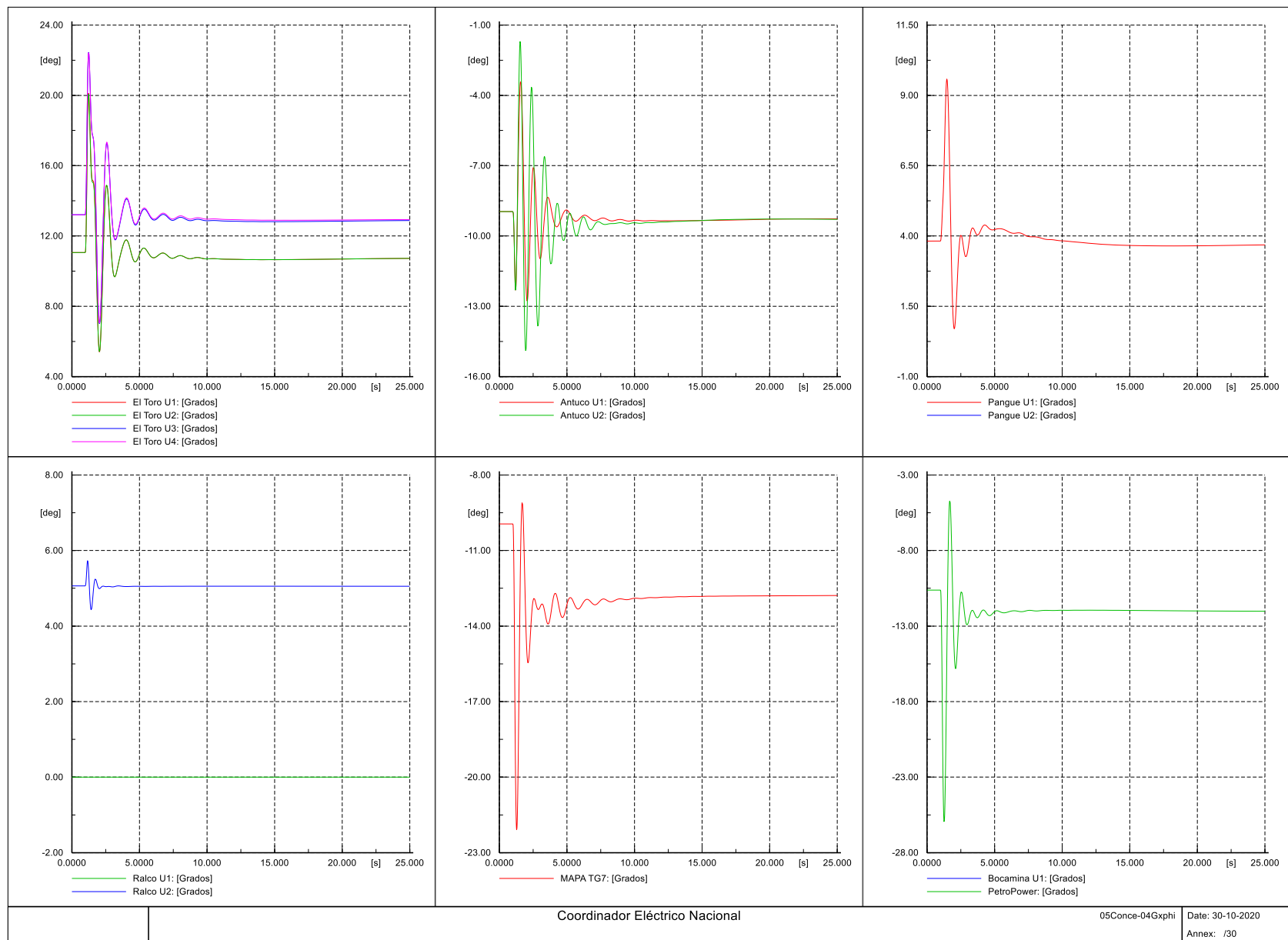


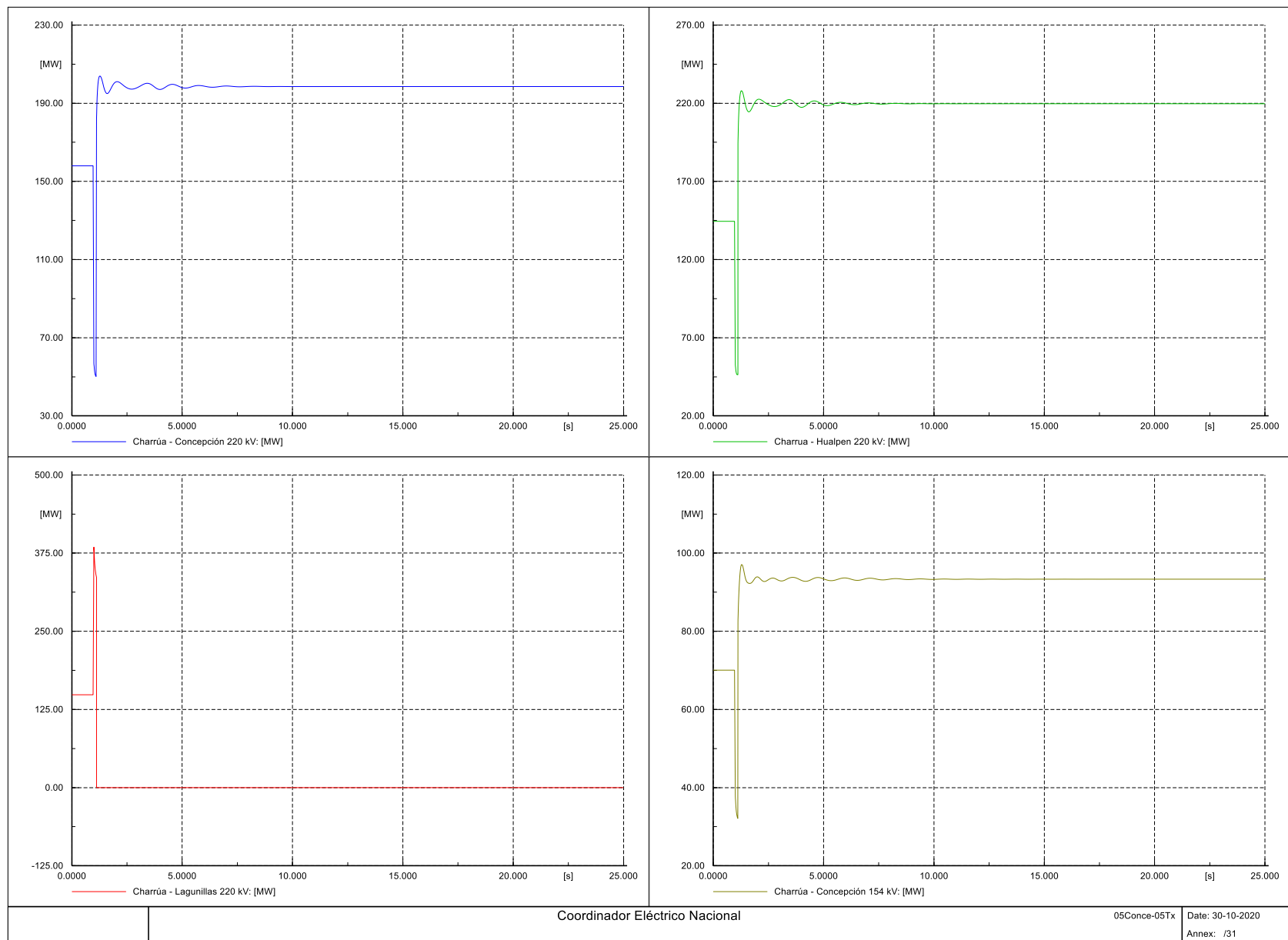
7.12.7 Zona Concepción: Falla Línea Charrúa – Lagunillas 1x220 kV



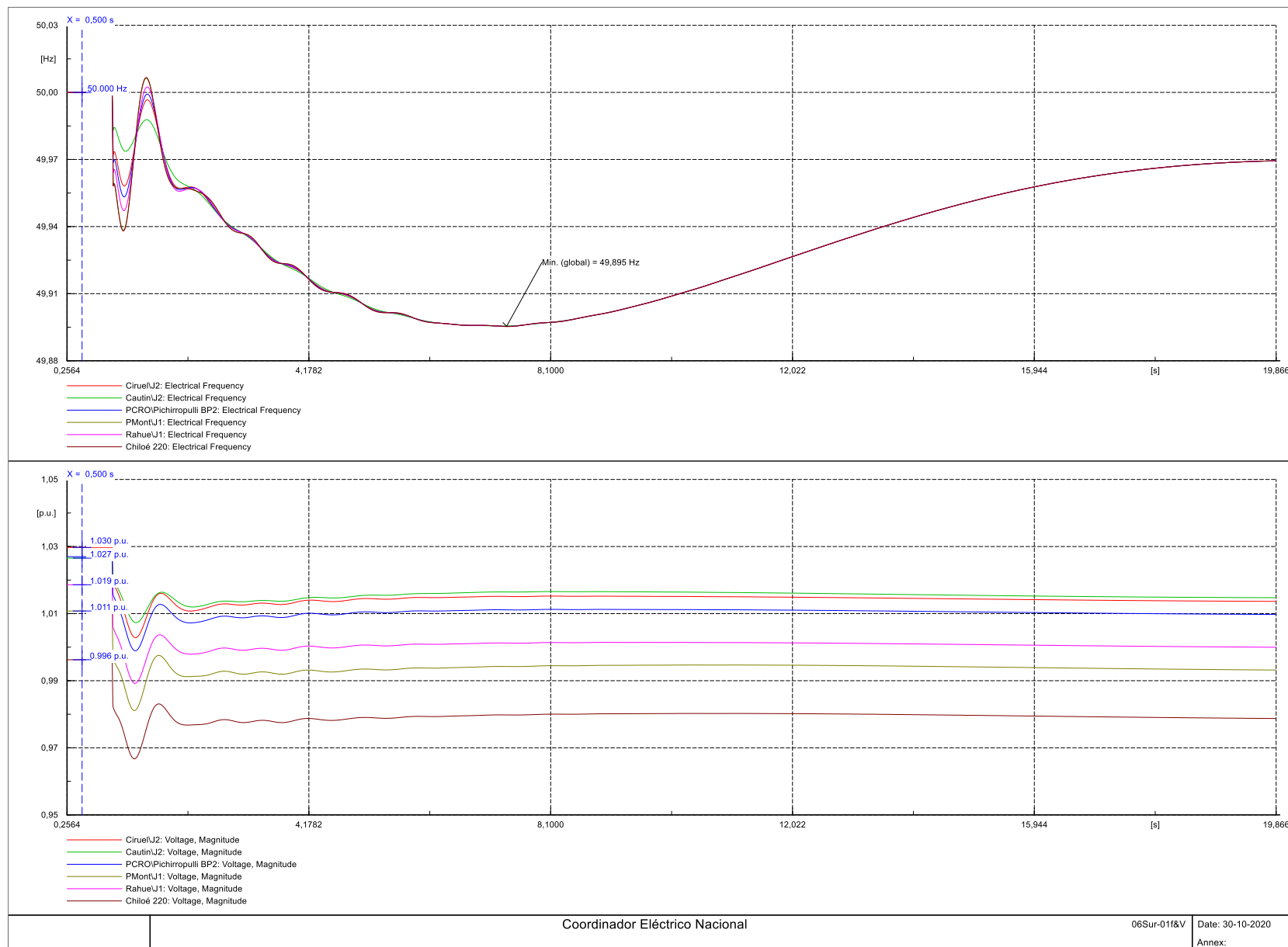


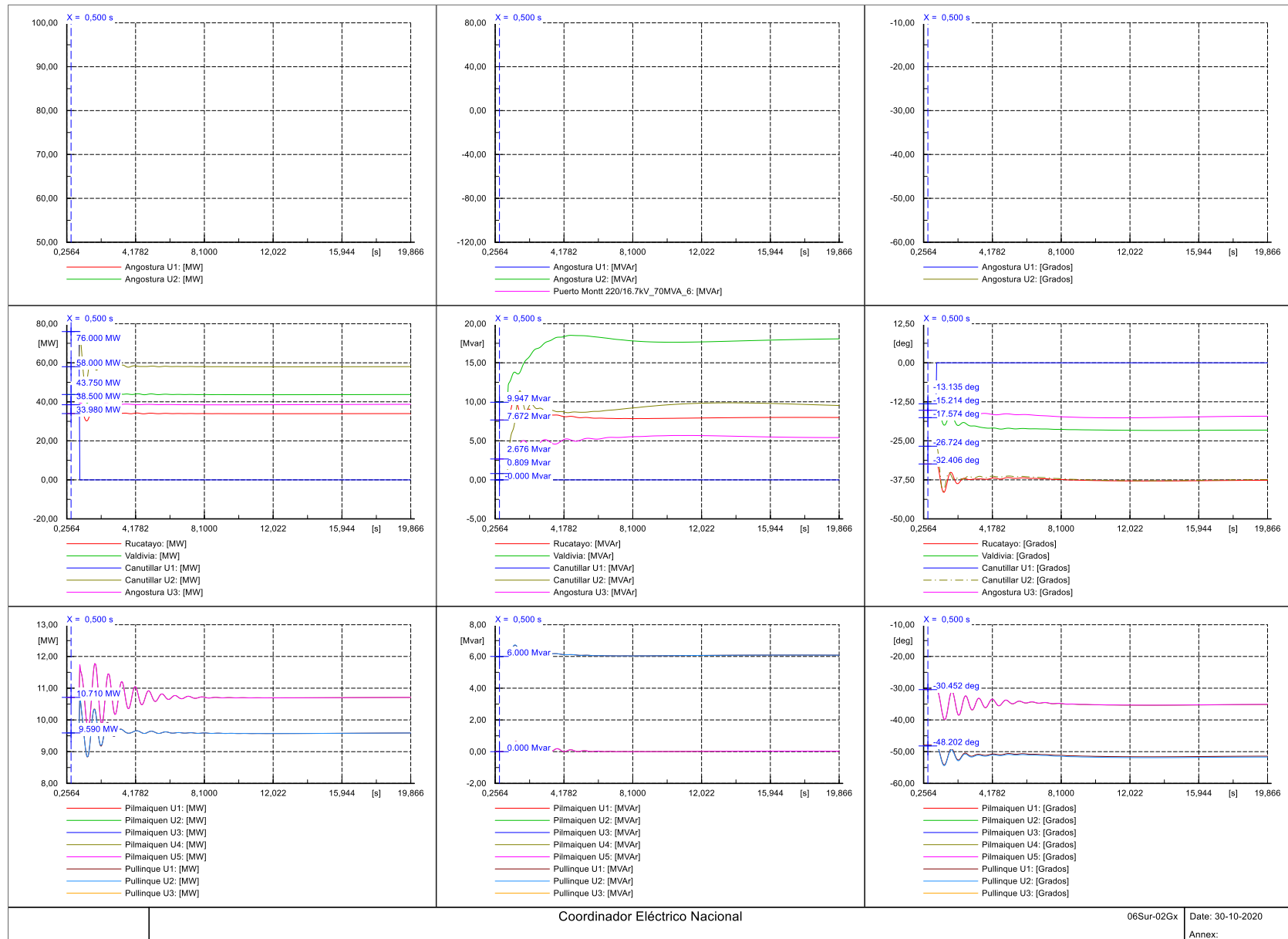






7.12.8 Zona Sur Caso A: Falla de Unidad 1 de Central Canutillar, en escenario con 2 unidades de Canutillar E/S y CER Pto. Montt F/S.



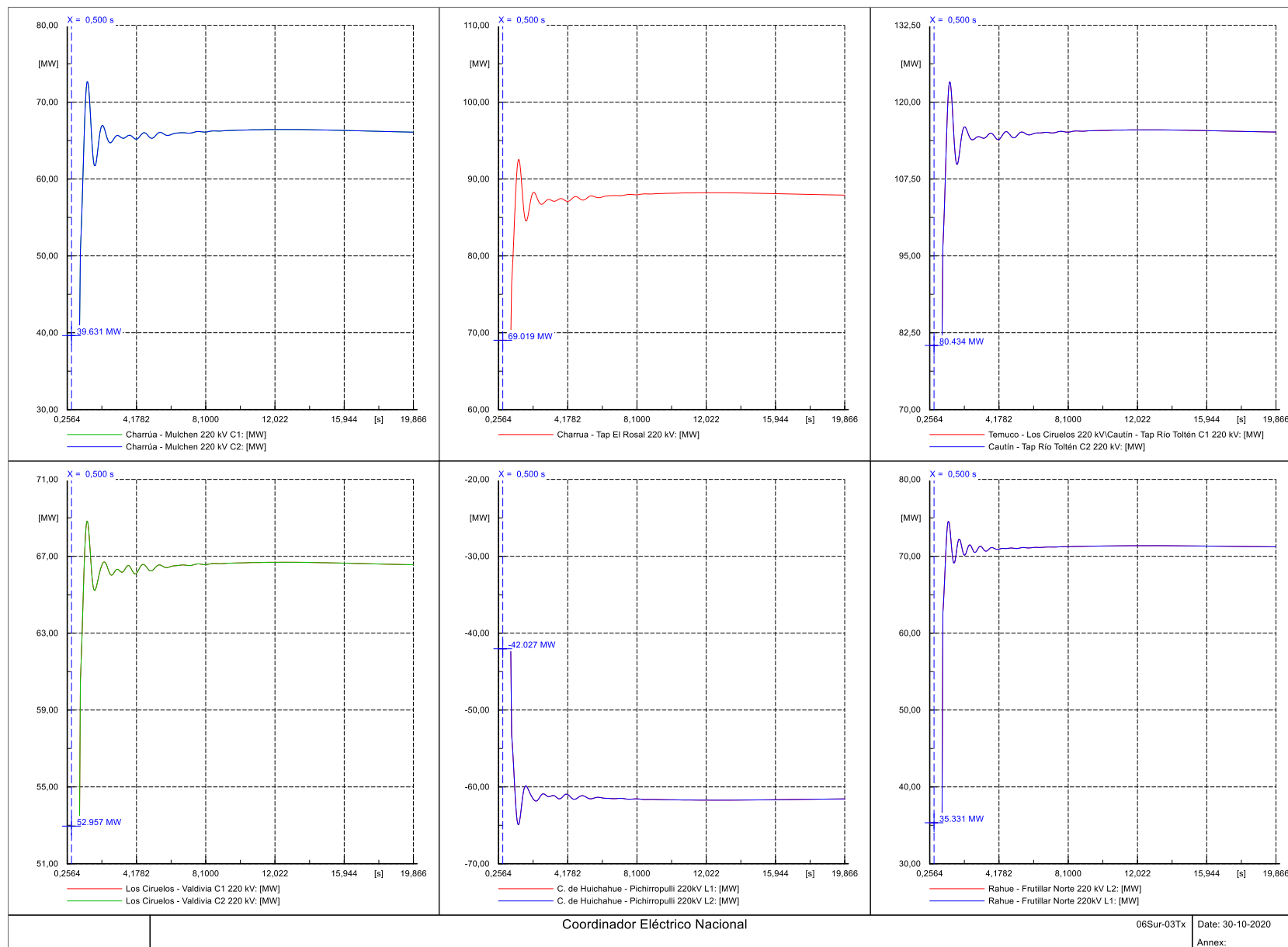


Coordinador Eléctrico Nacional

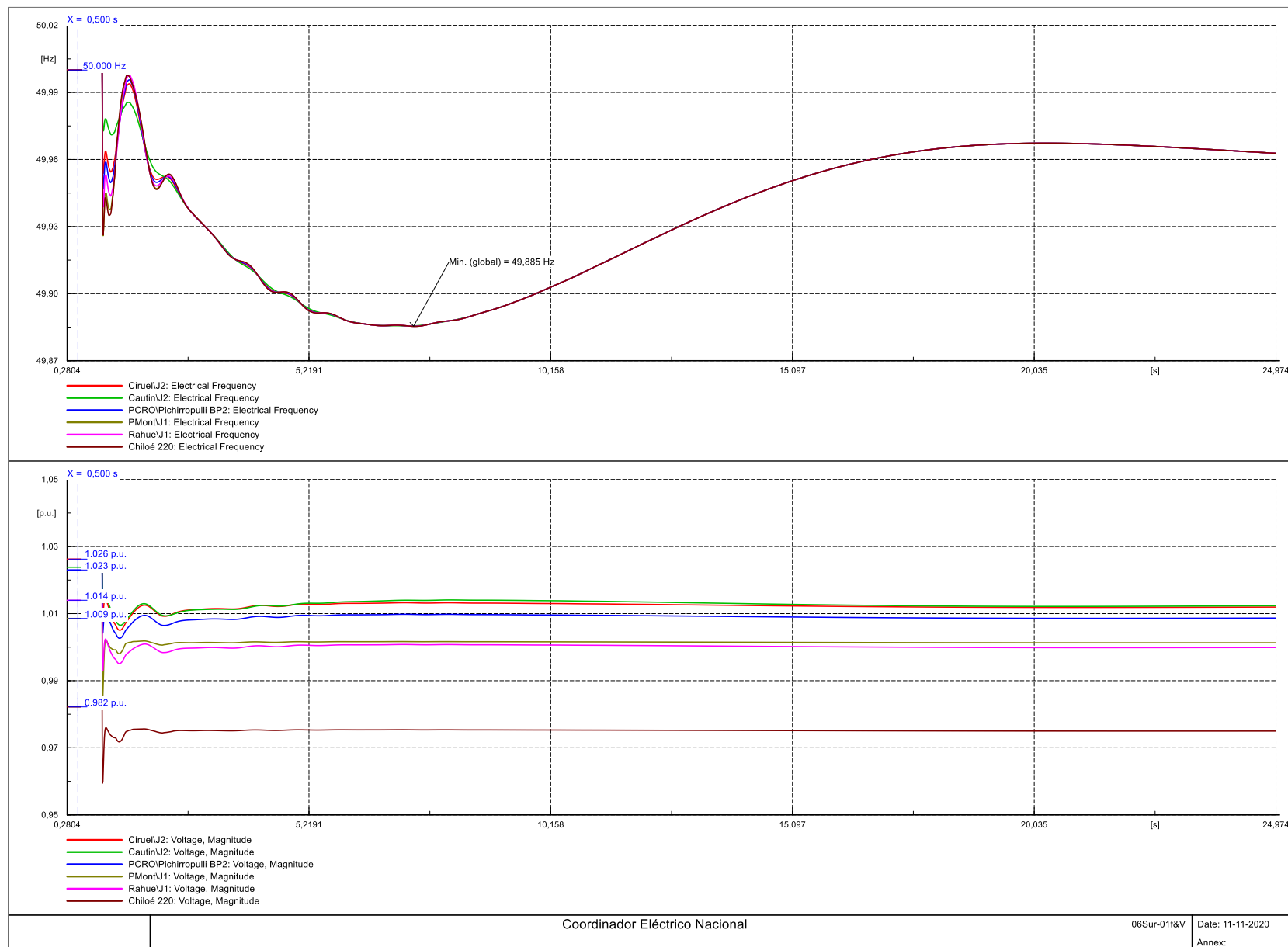
06Sur-02Gx

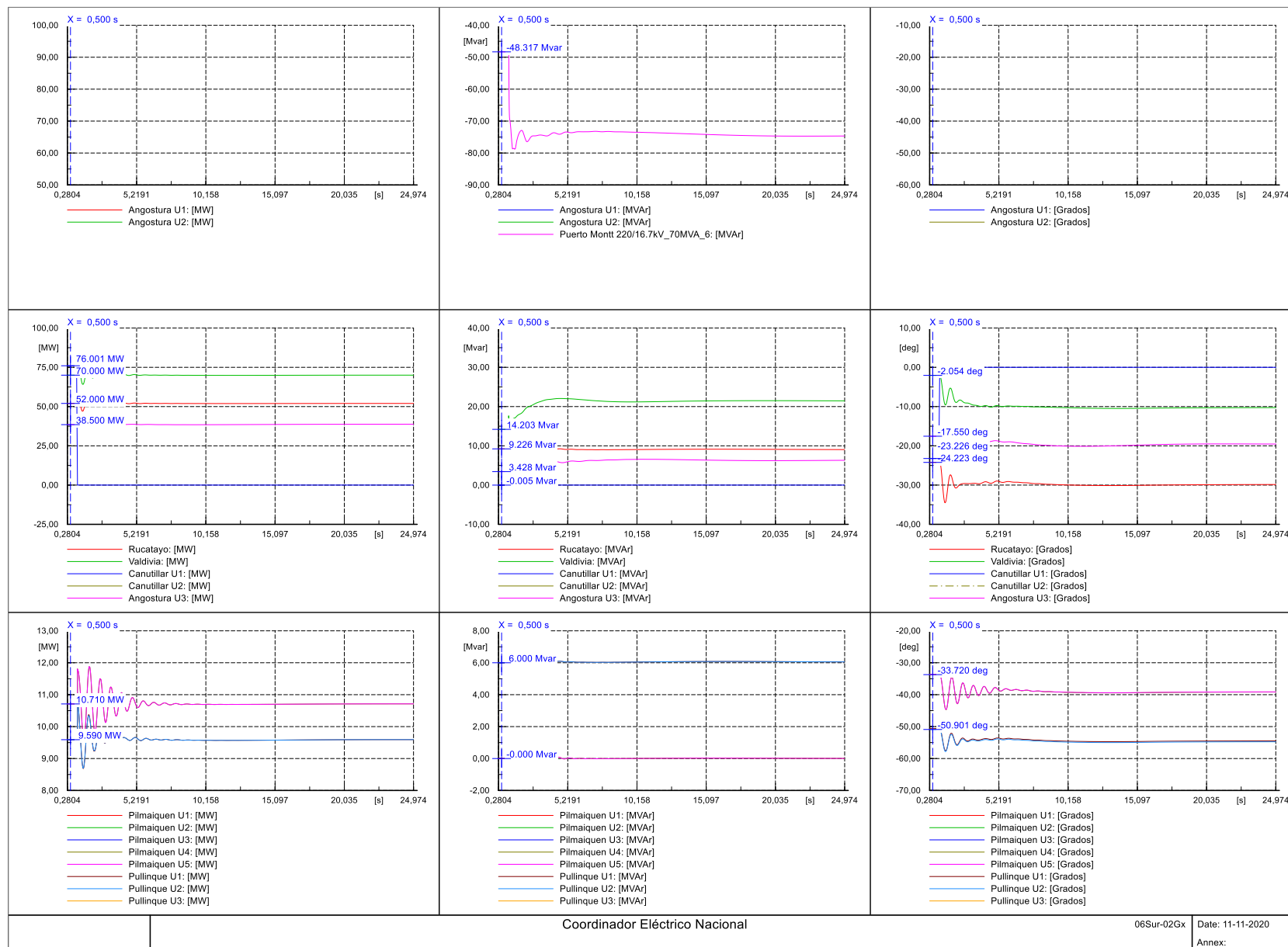
Date: 30-10-2020

Annex:



7.12.9 Zona Sur Caso B: Falla de Unidad 1 de Central Canutillar, en escenario con 1 unidad de Canutillar E/S y CER Pto. Montt E/S.





Coordinador Eléctrico Nacional

06Sur-02Gx

Date: 11-11-2020

Annex:

