

DIRECCIÓN EJECUTIVA
DIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN DE TRANSMISIÓN
SUBDIRECCIÓN DE PLANIFICACIÓN

COES/DP/SPL-IT-004-2024

INFORME TÉCNICO

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS FACTS SERIE EN LA NUEVA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA BICENTENARIO

Lima, 19 de enero de 2024

Índice

Índice.....	ii
1 Antecedentes.....	1
2 Objetivo	1
3 Información Utilizada	2
3.1 Modelo eléctrico para la operación del SEIN	2
4 Operación de la compensación reactiva de Equipos FACTS Serie en la SE Bicentenario	4
4.1 Proyecto Vinculante “Nueva Subestación Bicentenario 500/220 kV y FACTS Serie en SE Bicentenario”	4
4.1.1 Análisis de la operación – año 2028.....	4
4.1.2 Análisis de la operación – año 2032.....	6
4.2 Propuesta de Proyecto “Enlace 500 kV Chilca CTM – Bicentenario – Colectora (segundo circuito) y FACTS Serie”	8
4.2.1 Análisis de la operación – Año 2032	9
4.3 Propuesta para la implementación y operación de los FACTS Serie en la SE Bicentenario	13
4.3.1 Propuesta de operación de los FACT Serie de la SE Bicentenario para el periodo 2027– 2030	13
4.3.2 Propuesta de operación de los FACT Serie de la SE Bicentenario para el año 2030 en adelante	14
5 Conclusiones	15

EVALUACIÓN DE ALTERNATIVA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LOS FACTS SERIE EN LA NUEVA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA BICENTENARIO

1 Antecedentes

Mediante carta N° COES/D-1008-2023 el COES emitió a la Dirección General de Electricidad del MINEM el informe COES/D/DP/SPL-IT-022-2023 "Revisión de la necesidad de equipos FACTS serie de la Nueva Subestación Eléctrica Bicentenario", donde se concluyó que en los análisis preliminares que se vienen realizando para el PT 2025-2034 (análisis para el año 2030), se observó la necesidad de un segundo circuito en 500 kV paralelo a la LT Chilca-Bicentenario-Poroma y que los FACTS Serie (*Flexible AC Transmission System*) de la SE Bicentenario propuestos en el PT 2023-2032, tendrían mayor utilidad en este segundo circuito, para un mejor reparto de flujos de potencia entre las líneas mencionadas. En ese sentido, el COES recomendó postergar la implementación de los FACTS Serie de la SE Bicentenario, hasta realizar una nueva evaluación de su necesidad en conjunto con la propuesta de un segundo enlace de 500 kV Chilca CTM-Bicentenario-Colectora (segundo circuito) en el PT 2025-2034, el cual se encuentra actualmente en elaboración.

Mediante Oficio N° 2334 – 2023–MINEM/DGE, el MINEM solicitó al COES precisiones sobre la Revisión de la Necesidad de equipos FACTS Serie de la Nueva Subestación Eléctrica Bicentenario, la cual fue atendida por el COES mediante las cartas COES/D-1117-2023 y N° COES/D-1143-2023

El 20 de diciembre del año 2023, en reunión presencial con representantes de la DGE del MINEM, PROINVERSIÓN, OSINERGMIN y el COES, la DGE encargó al COES evaluar técnicamente la alternativa de implementar los FACTS Bicentenario en la LT de 500 kV existente Chilca CTM – Poroma, y la posterior operación de dichos equipos en la nueva LT de 500 kV paralela, la cual viene siendo evaluada en el Plan de Transmisión 2025-2034.

2 Objetivo

Analizar la factibilidad de la operación de los FACTS Serie de la SE Bicentenario, para la condición propuesta en el PT 2023-2032, es decir, considerando su operación en la LT Chilca -Bicentenario – Poroma, así como una condición futura, operando en el segundo circuito en 500 kV.



3 Información Utilizada

3.1 Modelo eléctrico para la operación del SEIN

Para los análisis del presente informe se usa el modelo eléctrico de la operación del SEIN del estudio de Actualización del Plan de Transmisión (PT) 2023-2032.

En los estudios eléctricos del PT 2023-2032 se utilizaron 114 (6 x 19) escenarios al año 2032, clasificados de la siguiente forma:

- Escenarios de operación (6): Bloques horarios de máxima, media y mínima demanda para los periodos de estiaje y avenida.
- Escenarios de demanda-generación (19): Como mostrado a continuación:

Escenario de demanda:				1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Prioridad de desarrollo de generación por zonas:				Lista priorizada				Centro			Norte - Sur			Lista priorizada			Centro			Norte - Sur		
Escenario de generación:				Generación mayormente térmico									Generación mayormente renovable									
Elemento Monitoreado				1AS0	2AS0	3AS0	4AS0	1AS1	2AS1	3AS1	1AS2	2AS2	3AS2	1BS0	2BS0	3BS0	1BS1	2BS1	3BS1	1BS2	2BS2	3BS2
Nombre Elemento	Código	kV	MVA																			

Nota: Escenario de demanda: {1: Optimista Norte y Sur; 2: Base; 3: Optimista Centro; 4: Pesimista}

Considerando los proyectos vinculantes aprobados en los últimos planes de transmisión, se tiene una expansión del sistema de transmisión del SEIN y equipos FACTS serie hasta el año 2028, como se muestra en la siguiente figura. Los equipos FACTS Serie considerados en el PT fueron denominados como EACS (Equipo Automático de Compensación Serie) y ECRSS (Equipo de Control de Resonancia Subsíncrona).





Figura 3.1 Mapa del SEIN con la expansión del sistema de transmisión del SEIN y equipos FACTS Serie, año 2028.

En la siguiente tabla se muestran las principales características técnicas de los equipos FACTS Serie que serán implementados en líneas de 220 kV y 500 kV en el SEIN, los cuales cumplen principalmente funciones de control de flujo de potencia, además de evitar la aparición del fenómeno de resonancia subsíncrona en unidades térmicas del SEIN.

Plan de Transmisión	Enlace de Transmisión				FACTS Serie				
	Nombre	Tensión (kV)	Longitud (km)	X1 (ohm)	Ubicación	X FACTS (ohm)	Kse (%)	Operación Normal (A)	Operación Conting./Emerg. (A)
PT 2023-2032	Muyurina-Cotaruse (1)	220	193	75.3	Muyurina	45.2	60%	1325	1590 (+20%, 4 horas) (1)
	Muyurina-Cotaruse (2)	220	193	75.3	Muyurina	45.2	60%	1325	1590 (+20%, 4 horas) (1)
	Chilca-Bicentenario	500	176	61.9	Bicentenario	30.9	50%	1620	1940 (+20%, 4 horas) (1)
	Bicentenario-Poroma	500	192	67.6	Bicentenario	33.8	50%	1620	1940 (+20%, 4 horas) (1)
	Colcabamba-Poroma	500	360.1	123.0	Poroma	61.5	50%	1620	1940 (+20%, 4 horas) (1)
PT 2021-2030	Tocache-Celendín	500	294.7	97.1	Tocache	48.5	50%	1620	1940 (+20%, 4 horas) (2)
	Yaros-Tocache	500	193.3	63.0	Tocache	31.7	50%	1620	1940 (+20%, 4 horas) (2)
	Celendín-Piura	500	381.3	124.7	Celendín	62.3	50%	1620	1940 (+20%, 4 horas) (2)
PT 2015-2024	Carabayllo-Chimbote	500	376	117.7	Carabayllo	27.2	50%	1620	2106 (+30%, 30 min) (3)
					Chimbote	31.6		1620	2106 (+30%, 30 min) (3)

X1: Reactancia serie inductiva.

X FACTS: Reactancia capacitiva máxima del equipo FACTS Serie.

Kse: Nivel de compensación serie, $Kse = X \text{ FACTS} / X1$

Referencias:

(1) Anteproyectos del PT 2023-2032.

(2) Contrato de Concesión, tercera versión (09.02.2023).

(3) Contrato de Concesión, segunda versión (14.12.2018). Toma como referencia las capacidades de transmisión por límite térmico del PR-20.

Tabla 3.1: Principales características técnicas de los equipos FACTS Serie en líneas de 220 kV y 500 kV en el SEIN.

4 Operación de la compensación reactiva de Equipos FACTS Serie en la SE Bicentenario

4.1 Proyecto Vinculante “Nueva Subestación Bicentenario 500/220 kV y FACTS Serie en SE Bicentenario”

4.1.1 Análisis de la operación – año 2028

Operación normal

Como se indica en el Informe COES/DP-02-2022, el proyecto “Nueva SE Bicentenario 500/220 kV” con ingreso previsto en el año 2027, el cual enmalla el sistema de 220 kV y 500 kV en la zona de Independencia mediante la implementación de una nueva subestación 500/220 kV, resulta importante para evitar tensiones bajas (menores a 0.95 p.u.) en barras de 220 kV del eje Chilca - Independencia - Ica - Derivación – Intermedia, provocadas por la variabilidad de la demanda y generación de la zona. Este proyecto produce un soporte y control de tensión adecuado, al aumentar el nivel de cortocircuito en las subestaciones Asia, Desierto, Cantera, Independencia, Ica y Derivación, para los diversos escenarios de generación y demanda analizados en el PT 2023-2032. En la siguiente tabla se muestran las tensiones en barras para la operación en condiciones normales, sin y con el proyecto “Nueva Subestación Bicentenario 500/220 kV y FACTS Serie en SE Bicentenario”, año 2028.

Sin proyecto

Tensión menor a 0.95 p.u.			Nota: Escenario de demanda: {1: Optimista Norte y Sur; 2: Base; 3: Optimista Centro; 4: Pesimista}																			
Tensión entre 0.95 p.u. y 0.975 p.u.																						
Tensión entre 0.975 p.u. y 1.05 p.u.																						
Escenario de demanda:			1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
Prioridad de desarrollo de generación por zonas:			Lista priorizada				Centro			Norte - Sur			Lista priorizada			Centro			Norte - Sur			
Escenario de generación:			Generación mayormente térmico										Generación mayormente renovable									
Área	Código	Tensión Nominal [kV]	1A50	2A50	3A50	4A50	1A51	2A51	3A51	1A52	2A52	3A52	1B50	2B50	3B50	1B51	2B51	3B51	1B52	2B52	3B52	
2.Centro	ASIA 220	220	0.971	0.975	0.974	0.974	0.972	0.971	0.968	0.982	0.974	0.967	0.983	0.975	0.982	0.985	0.975	0.974	0.982	0.979	0.972	
2.Centro	CANTERA 220A	220	0.957	0.965	0.960	0.961	0.958	0.957	0.954	0.971	0.961	0.953	0.973	0.965	0.972	0.976	0.964	0.964	0.970	0.969	0.958	
2.Centro	DESIERTO 220A	220	0.943	0.952	0.945	0.947	0.945	0.943	0.939	0.958	0.947	0.940	0.962	0.951	0.961	0.963	0.951	0.950	0.955	0.955	0.943	
2.Centro	ICA 220A	220	0.950	0.966	0.953	0.956	0.953	0.952	0.948	0.964	0.960	0.948	0.970	0.964	0.969	0.971	0.961	0.963	0.957	0.968	0.948	
2.Centro	INDEPENDENCIA 220A	220	0.941	0.953	0.943	0.946	0.944	0.942	0.938	0.955	0.948	0.937	0.957	0.952	0.956	0.960	0.950	0.950	0.950	0.955	0.939	
2.Centro	DERIVACION 220A	220	0.968	0.988	0.973	0.975	0.971	0.970	0.967	0.982	0.978	0.968	0.992	0.987	0.993	0.997	0.978	0.993	0.976	0.988	0.969	
2.Centro	INTERMEDIA 220A	220	0.968	0.988	0.973	0.975	0.971	0.970	0.967	0.982	0.978	0.968	0.992	0.987	0.993	0.997	0.978	0.993	0.976	0.988	0.969	

Con proyecto (Con FACTS Serie en la SE Bicentenario)

Tensión menor a 0.95 p.u.

Tensión entre 0.95 p.u. y 0.975 p.u.

Tensión entre 0.975 p.u. y 1.05 p.u.

Nota: Escenario de demanda: {1: Optimista Norte y Sur; 2: Base; 3: Optimista Centro; 4: Pesimista}

Escenario de demanda:			1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			
Prioridad de desarrollo de generación por zonas:			Lista priorizada				Centro			Norte - Sur			Lista priorizada			Centro			Norte - Sur		
Escenario de generación:			Generación mayormente térmico										Generación mayormente renovable								
Área	Código	Tensión Nominal [kV]	1A50	2A50	3A50	4A50	1A51	2A51	3A51	1A52	2A52	3A52	1B50	2B50	3B50	1B51	2B51	3B51	1B52	2B52	3B52
2.Centro	ASIA 220	220	0.984	0.993	0.988	0.989	0.990	0.994	0.989	0.991	0.993	0.988	0.989	0.994	0.983	0.992	0.990	0.987	0.992	0.988	0.986
2.Centro	CANTERA 220A	220	0.986	0.995	0.989	0.991	0.990	0.996	0.990	0.993	0.995	0.987	0.990	0.995	0.982	0.994	0.989	0.988	0.991	0.988	0.986
2.Centro	DESIERTO 220A	220	0.983	0.991	0.983	0.988	0.987	0.992	0.986	0.989	0.991	0.981	0.985	0.991	0.976	0.990	0.985	0.985	0.986	0.983	0.981
2.Centro	ICA 220A	220	0.991	0.998	0.989	0.996	0.992	1.000	0.992	0.995	0.999	0.983	0.992	0.999	0.982	0.993	0.990	0.988	0.990	0.988	0.982
2.Centro	INDEPENDENCIA 220A	220	0.991	0.997	0.989	0.996	0.993	0.999	0.992	0.995	0.997	0.985	0.991	0.997	0.982	0.995	0.990	0.991	0.990	0.988	0.985
2.Centro	DERIVACION 220A	220	1.003	1.006	0.997	1.005	1.001	1.008	0.998	1.003	1.007	0.987	1.001	1.007	0.991	1.004	1.000	1.000	0.999	0.996	0.993
2.Centro	INTERMEDIA 220A	220	1.003	1.006	0.997	1.005	1.001	1.008	0.998	1.003	1.007	0.987	1.001	1.007	0.991	1.004	1.000	1.000	0.999	0.996	0.993

Tabla 4.1: Tensión en barras para la operación en condiciones normales, sin y con el proyecto “Nueva Subestación Bicentenario 500/220 kV y FACTS Serie en SE Bicentenario”, año 2028 (Fuente: Informe COES/DP-02-2022).

En el Informe COES/DP-02-2022 se menciona que, con el objetivo de definir una solución de control de Resonancia Subsíncrona (RSS) permanente en la zona Centro-Sur del SEIN, se propone neutralizar el efecto de la compensación serie de las líneas de 500 kV Chilca -Poroma y Colcabamba - Poroma en el fenómeno de RSS, mediante la instalación de equipos FACTS Serie en cada uno de estos puntos. En ese sentido, se proponen dos (2) equipos FACTS serie en la subestación Bicentenario, los cuales estarían reconfigurando la compensación serie de la línea de 500 kV Chilca – Poroma. En esencia, estos equipos tendrán la función de control de flujo y serán neutros al fenómeno de RSS.

Operación en contingencias

Asimismo, en el Informe COES/DP-02-2022 se menciona que los FACTS de Bicentenario también evitan las sobrecargas de las líneas de 220 kV Pachachaca - Callahuanca (capacidad de 2x152 MVA) y las altas cargas en la línea de 220 kV Chilca - Asia (carga mayor a 90%), ante la salida de la línea de 500 kV Campas – Carapongo. Esta necesidad se observa en los escenarios de demanda optimista de la zona centro y mayor cantidad de proyectos de generación renovable en la zona de Independencia-Poroma. En la siguiente tabla se muestra las cargas en líneas para la operación ante contingencias, con la variación del porcentaje de compensación serie capacitiva (neta) de los FACTS Serie en la SE Bicentenario, para año 2028.

							Escenario de demanda:			1	2	3	1	2	3	1	2	3
							Prioridad de desarrollo de generación por zonas:			L priorizada			Centro			Norte - Sur		
							Escenario de generación:			Generación mayormente renovable								
Compensación	Contingencia Línea o Transformador				kV	Elemento monitoreado		MVA										
	Área	Tipo	Cod	Nombre Contingencia		Nombre Elemento	kV		1B50	2B50	3B50	1B51	2B51	3B51	1B52	2B52	3B52	
Diagnóstico	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Asia - Cantera	220	152	60	70	50	38	72	32	78	71	79	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Chilca - Asia	220	152	74	83	65	53	86	45	91	84	92	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Independencia - Ica - L1/L2	220	2x180	63	46	79	91	44	106	58	44	60	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Pachachaca - Callahuanca - L1/L2	220	2x152	99	106	126	93	105	128	98	105	114	
Porcentaje Compensación en FACTS Serie Bicentenario 0%	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Asia - Cantera	220	152	61	66	56	53	66	47	70	65	70	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Chilca - Asia	220	152	74	79	70	66	79	61	83	78	83	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Independencia - Cantera	220	152	51	56	46	43	57	37	61	56	60	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Independencia - Ica - L1/L2	220	2x180	42	30	46	44	40	48	46	40	47	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Pachachaca - Callahuanca - L1/L2	220	2x152	94	102	120	88	101	119	97	101	113	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Chilca - Bicentenario	500	841	45	50	40	34	52	42	60	52	59	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Bicentenario - Poroma	500	841	41	44	45	33	50	40	55	50	54	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Chilca - Independencia - L3	220	150	59	64	55	52	65	46	69	64	68	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Asia - Cantera	220	152	60	65	55	52	65	47	69	64	69	
Porcentaje Compensación en FACTS Serie Bicentenario 10%	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Chilca - Asia	220	152	73	78	69	66	78	61	82	77	82	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Independencia - Cantera	220	152	50	55	46	43	56	37	59	55	59	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Independencia - Ica - L1/L2	220	2x180	42	29	45	44	39	47	45	39	45	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Pachachaca - Callahuanca - L1/L2	220	2x152	93	101	119	87	100	118	95	100	112	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Chilca - Bicentenario	500	841	47	52	42	35	55	43	63	54	62	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Bicentenario - Poroma	500	841	43	46	47	33	52	42	58	53	56	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Chilca - Independencia - L3	220	150	58	63	54	51	64	46	67	63	67	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Asia - Cantera	220	152	55	59	52	49	59	45	62	58	62	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Chilca - Asia	220	152	68	73	66	63	72	59	75	71	75	
Porcentaje Compensación en FACTS Serie Bicentenario 50%	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Independencia - Cantera	220	152	45	50	43	40	50	36	52	49	52	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Independencia - Ica - L1/L2	220	2x180	37	27	39	41	37	43	39	37	38	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Pachachaca - Callahuanca - L1/L2	220	2x152	89	98	112	83	98	112	89	98	105	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Chilca - Bicentenario	500	841	57	63	51	40	68	51	78	67	77	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Bicentenario - Poroma	500	841	51	56	57	39	64	52	71	64	69	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Chilca - Independencia - L3	220	150	54	58	51	49	58	45	61	57	61	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Asia - Cantera	220	152	55	59	52	49	59	45	62	58	62	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Chilca - Asia	220	152	68	73	66	63	72	59	75	71	75	
	2.Centro	1	L-5022	Campas - Carapongo	500	Independencia - Cantera	220	152	45	50	43	40	50	36	52	49	52	

Carga menor a 80%

Carga entre 80% y 100%

Carga entre 100% y 120%

Carga mayor a 120%

Nota : Escenario de demanda: {1: Optimista Norte y Sur; 2: Base; 3: Optimista Centro; 4: Pesimista}

Tabla 4.2: Cargas en líneas para la operación ante contingencias, variación del porcentaje de compensación serie capacitiva (neta) de los FACTS Serie en la SE Bicentenario, año 2028. (Fuente: Informe COES/DP-02-2022).

De los resultados se observa que, para la condición en que los FACTS Serie de la SE Bicentenario no operen (0% de compensación), la utilización de las líneas de 500 kV Chilca- Bicentenario y Bicentenario-Poroma, llegan hasta un máximo de 60% (Chilca – Bicentenario), mientras que las líneas paralelas en 220 kV operarían hasta un máximo de 83% (Chilca – Asia) y además la LT Pachachaca – Callahuanca operaría hasta 120% de su capacidad, por lo que existe riesgo de que las líneas de 220 kV limite la operación del sistema por riesgo de congestión ante cualquier variación de la operación del sistema.

A medida que se va incrementando la compensación de los FACTS Serie, los flujos por líneas de 500 kV se incrementan, llegando a un máximo de 78% (50% de compensación), mientras que las líneas de 220 kV reducen sus flujos, con lo cual se controlan posibles congestiones en dichas líneas.

En conclusión, existe una necesidad de control de flujo de las líneas de 500 kV Chilca CTM – Bicentenario y Bicentenario – Poroma, lo cual se realizará con la implementación de equipos FACTS Serie en estas líneas.

4.1.2 Análisis de la operación – año 2032

Los análisis de la operación al año 2032, corresponden a los resultados mostrados en el informe COES/D/DP/SPL-IT-022-2023 “Revisión de la necesidad de equipos FACTS serie de la Nueva Subestación Eléctrica Bicentenario”, los cuales se resumen a continuación:

Operación normal

En la siguiente tabla se presentan los resultados de la operación del SEIN en condiciones normales, sin y con los FACTS Serie en la SE Bicentenario.

Operación Normal/ Contingencia N-1	Elemento Monitoreado	kV	MVA	1A50	1A50	1A51	1A51	1A52	1A52	1B50	1B50	1B51	1B51	1B52	1B52	2A50	2A50	2A51	2A51	2A52	2A52	2B50	2B50	2B51	2B51	2B52	2B52	3A50	3A50	3A51	3A51	3A52	3A52	3B50	3B50	3B51	3B51	3B52	3B52	4A50	4A50	Solución / Medida Operativa
				Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS			
Operación Normal	Campo Armiño-Pomacocha-L1	220	152	63	65	61	63	66	68	96	93	64	69	92	98	58	59	49	48	53	53	63	65	55	57	85	90	64	67	62	64	63	64	91	99	71	76	95	102	50	50	Se soluciona con reconfiguración o 2do Circuito
Operación Normal	Campo Armiño-Pomacocha-L2	220	152	63	65	61	63	66	68	96	93	64	69	92	98	58	59	49	48	53	53	63	65	55	57	85	90	64	67	62	64	63	64	91	99	71	76	95	102	50	50	
Operación Normal	Chilca CTM-Bicentenario	500	841	62	50	50	43	53	40	101	71	98	76	97	68	42	37	35	25	60	46	59	45	35	30	68	47	64	52	58	47	62	47	111	78	97	74	106	74	65	48	Requiere un segundo circuito CHI-BIC-COL
Operación Normal	Bicentenario-Poroma	500	841	55	45	53	45	57	44	131	96	60	42	125	92	73	58	77	61	44	35	51	40	44	36	95	71	44	38	42	37	45	35	144	106	71	50	140	103	57	44	
Operación Normal	Ica-Mayorazgo-L2	220	180	59	61	42	43	49	56	81	98	82	88	79	95	52	52	25	21	34	34	53	59	51	56	67	79	54	57	40	43	39	44	82	100	86	94	79	97	33	33	Apertura en Derivación o Segundo Circuito
Operación Normal	Mayorazgo-Derivación	220	180	71	73	51	52	59	66	94	113	95	102	92	110	63	62	33	28	43	43	64	71	62	67	79	92	65	68	50	52	48	54	95	116	100	108	93	112	42	42	

Tabla 4.3: Carga en líneas de transmisión en operación normal, año 2032.

Para el caso en que no operen los FACTS Serie de la SE Bicentenario, se presentarían congestiones en las líneas de 220 kV paralelas a las de 500 kV, siendo las más críticas las líneas Ica – Mayorazgo y Mayorazgo – Derivación, mientras que las líneas de 500 kV operarían por debajo de su capacidad de transporte (sin congestión).

Con la operación de los FACTS Serie en la subestación Bicentenario se reduce las sobrecargas en las líneas de 220 kV paralelas a las líneas de 500 kV que incluyen FACTS Serie (Ica-Mayorazgo, Mayorazgo-Derivación, Campo Armiño-Pomacocha). Sin embargo, la acción de los FACTS serie en las líneas de 500 kV Chilca CTM-Bicentenario y Bicentenario-Poroma, a su vez, produce sobrecargas en estas mismas líneas, respecto a su capacidad normal de 841 MVA.

Operación en contingencias

En las siguientes tablas se presentan los resultados de la operación del SEIN en contingencias, sin y con los FACTS Serie en la SE Bicentenario.

Operación Normal/ Contingencia N-1	Elemento Monitoreado	kV	MVA	1A50		1A51		1A52		1B50		1B51		1B52		2A50		2A51		2A52		2B50		2B51		2B52		3A50		3A51		3A52		3B50		3B51		3B52		4A50		4A50		Solución / Medida Operativa
				Con FACTS	Sin FACTS	Con FACTS	Sin FACTS	Con FACTS	Sin FACTS	Con FACTS	Sin FACTS	Con FACTS	Sin FACTS	Con FACTS	Sin FACTS	Con FACTS	Sin FACTS	Con FACTS	Sin FACTS	Con FACTS	Sin FACTS	Con FACTS	Sin FACTS	Con FACTS	Sin FACTS	Con FACTS	Sin FACTS	Con FACTS	Sin FACTS	Con FACTS	Sin FACTS	Con FACTS	Sin FACTS	Con FACTS	Sin FACTS	Con FACTS	Sin FACTS	Con FACTS	Sin FACTS	Con FACTS	Sin FACTS			
Colcabamba-Campas	Huanza-Orcotuna	220	152	64	74	60	69	66	77	91	115	71	87	95	119	60	65	44	44	50	51	65	73	61	68	86	102	69	79	65	73	63	70	99	127	74	90	101	126	48	48	Requiere un segundo circuito CHI-BIC-COL		
Colcabamba-Campas	Campo Armiño-Pomacocha-L1	220	152	86	96	82	91	89	100	121	148	92	108	128	155	74	80	58	58	65	67	81	90	72	79	113	130	85	94	81	90	80	88	127	158	96	113	131	159	60	61			
Colcabamba-Campas	Campo Armiño-Pomacocha-L2	220	152	86	96	82	91	89	100	121	148	92	108	128	155	74	80	58	58	65	67	81	90	72	79	113	130	85	94	81	90	80	88	127	158	96	113	131	159	60	61			
Colcabamba-Campas	Chincha Nueva-Independencia	220	152	59	62	34	43	33	44	89	115	72	90	88	113	34	42	24	27	24	28	43	51	37	43	74	91	39	52	35	46	28	34	99	130	88	108	99	127	32	39			
Colcabamba-Campas	Independencia-Ica-L2	220	180	60	68	42	50	50	65	86	122	82	80	84	120	45	50	19	16	30	33	49	62	45	56	67	92	52	60	34	42	35	45	85	127	84	104	82	121	23	26			
Colcabamba-Campas	Campo Armiño-Pucara-L1	220	152	85	95	81	90	88	99	117	144	90	107	123	151	73	79	57	57	63	65	79	88	72	80	109	127	85	95	80	90	79	87	122	155	92	110	126	155	59	60			
Colcabamba-Campas	Pucara-Pedernales-L2	220	152	86	97	82	92	90	102	121	149	91	109	128	157	72	78	55	55	62	64	79	88	79	88	111	130	83	94	79	89	78	86	124	159	93	111	128	159	57	58			
Colcabamba-Campas	Campo Armiño-Pucara-L2	220	152	85	95	81	90	88	99	117	144	90	107	123	151	73	79	57	57	63	65	79	88	72	80	109	127	85	95	80	90	79	87	122	155	92	110	126	155	59	60			
Colcabamba-Campas	Pucara-Pedernales-L2	220	152	86	97	82	92	90	102	121	149	91	109	128	157	72	78	55	55	62	64	79	88	79	88	111	130	83	94	79	89	78	86	124	159	93	111	128	159	57	58			
Colcabamba-Campas	Campo Armiño-Pucara-L3	220	152	85	95	81	90	88	100	118	145	91	108	124	152	74	80	57	57	64	65	80	89	72	80	109	127	85	96	81	90	80	87	123	156	93	111	127	156	59	60			
Colcabamba-Campas	Pucara-Huayacachi	220	152	70	80	69	75	72	83	97	122	77	92	101	128	64	70	53	52	55	56	70	78	68	74	92	107	76	85	73	80	69	76	106	135	80	96	108	133	54	53			
Colcabamba-Campas	Chilca CTM-Bicentenario	500	841	99	83	85	71	78	63	161	132	144	119	157	130	66	57	32	26	57	46	60	47	54	44	115	92	97	81	87	73	60	50	170	144	140	115	165	136	64	52			
Colcabamba-Campas	Bicentenario-Poroma	500	841	64	50	57	45	96	78	189	155	104	81	184	150	69	59	75	64	45	38	81	65	71	58	140	112	59	46	51	41	70	57	201	170	112	88	197	161	58	48			
Colcabamba-Campas	Ica-Mayorazgo-L2	220	180	70	80	52	60	60	76	98	134	95	113	97	133	60	64	30	27	40	43	62	75	59	70	80	105	64	74	49	58	47	58	99	142	96	112	97	135	38	40			
Colcabamba-Campas	Mayorazgo-Derivación	220	180	82	94	62	71	71	89	114	152	109	128	112	151	71	76	38	35	49	53	74	88	70	82	94	120	76	87	60	70	57	69	115	161	113	134	112	154	47	49			
Campas-Carapongo	Callahuana CNS-Callah. REP	220	381	64	71	59	65	65	73	96	115	77	89	92	109	75	80	58	58	63	64	84	91	84	91	96	109	86	94	80	88	77	83	119	140	90	105	111	132	65	66			
Campas-Carapongo	Bicentenario-Poroma	500	841	49	42	48	42	72	56	160	123	79	57	152	116	79	64	83	68	45	37	73	57	64	50	122	93	46	34	41	36	59	47	182	140	97	71	174	133	63	50			
Campas-Carapongo	Mayorazgo-Derivación	220	180	74	80	54	58	63	74	103	129	100	112	100	125	68	70	35	31	44	47	70	81	67	77	87	106	71	78	56	62	53	62	107	138	107	122	103	132	46	48			
Poroma-Colcabamba	Bicentenario-Poroma	500	841	83	72	81	70	77	65	160	135	81	66	154	129	90	78	97	84	84	71	67	57	41	36	106	88	75	65	73	64	86	73	170	144	87	71	165	139	79	67			
Poroma-Colcabamba	Ica-Mayorazgo-L2	220	180	62	68	45	50	53	64	92	126	89	105	90	122	49	48	20	16	31	28	52	60	49	55	71	91	54	59	39	43	38	42	91	128	91	108	89	123	26	21			
Poroma-Colcabamba	Mayorazgo-Derivación	220	180	73	80	55	60	64	75	106	143	103	120	104	138	60	59	28	17	39	37	63	72	60	66	84	105	65	71	49	53	47	52	106	146	106	124	103	141	34	28			
Chilca CTM-Bicentenario	Independencia-Cantera	220	152	41	42	32	34	79	78	113	107	84	96	109	103	53	48	60	55	68	67	77	76	49	49	81	77	42	43	33	34	63	62	128	122	113	112	125	119	85	84			
Chilca CTM-Bicentenario	Desierto-Chincha Nueva	220	152	37	38	27	28	77	76	111	105	92	92	106	101	48	43	55	50	64	63	73	72	45	45	78	74	37	38	28	29	62	61	126	119	110	109	122	116	81	79			
Chilca CTM-Bicentenario	Chincha Nueva-Independencia	220	152	61	62	50	51	56	54	130	125	112	112	126	121	47	49	41	37	49	48	58	57	43	42	99	95	63	64	55	55	40	39	147	141	131	130	143	137	66	64			
Bicentenario-Poroma	Independencia-Ica-L1	220	180	55	51	35	32	65	65	148	146	94	94	149	139	34	31	46	27	22	23	66	65	58	58	108	107	50	46	33	44	44	158	156	105	105	148	27	25					
Bicentenario-Poroma	Independencia-Ica-L2	220	180	59	55	38	35	71	70	160	158	106	107	152	151	37	34	49	24	25	21	71	61	62	116	115	53	50	36	32	47	47	171	169	118	114	161	160	29	27				
Bicentenario-Poroma	Cahuachi-Coroma (Tramo 1)	220	180	60	61	46	47	55	55	139	137	54	54	132	130	86	87	79	80	43	41	56	56	47	47	98	97	51	53	40	42	45	154	149	72	72	141	141	59	57				
Bicentenario-Poroma	Derivación-Cahuachi	220	180	72	73	57	58	57	55	125	123	45	43	118	116	98	100	92	93	56	54	61	59	34	34	83	64	55	48	51	48	58	136	134	72	73	126	126	71	69				
Bicentenario-Poroma	Ica-Mayorazgo-L1	220	267	54	51	37	35	62	62	125	124	67	83	119	118	58	36	31	31	26	27	62	62	56	56	94	93	51	48	39	37	47	134	133	96	93	127	126	23	24				
Bicentenario-Poroma	Ica-Mayorazgo-L2	220	180	73	70	50	47	84	84	170	168	118	113	162	161	42	42	35	36	36	84	84	76	76	128	127	69	66	53	50	64	182	181	131	127	173	172	32	33					
Bicentenario-Poroma	Mayorazgo-Derivación	220	180	86	62	61	57	98	98	191	189	134	129	182	181	62	59	42	43	44	97	98	89	89	145	144	82	78	64	60	76	205	203	148	144	194	193	40	42					
Bicentenario-Poroma	Intermedia -Mayorazgo	220	250	54	51	38	36	61	61	119	118	64	61	114	113	39	37	26	27	27	28	61	61	56	56	91	90	51	49	40	38	47	128	127	93	90	122	121	25	26				

Operación Normal/ Contingencia N-1	Elemento Monitoreado	KV	MVA	1A50	1A50	1A51	1A51	1A52	1A52	1B50	1B50	1B51	1B51	1B52	1B52	2A50	2A50	2A51	2A51	2A52	2A52	2B50	2B50	2B51	2B51	2B52	2B52	3A50	3A50	3A51	3A51	3A52	3A52	3B50	3B50	3B51	3B51	3B52	3B52	4A50	4A50	Solución / Medida Operativa
				Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS	Con FACTS Sin FACTS		
Huanza-Carabayillo	Pucara-Pachachaca-L1	220	152	79	83	77	80	82	86	104	113	80	86	111	119	73	75	62	61	67	66	78	81	70	72	103	109	81	84	78	81	78	80	109	120	85	91	114	123	63	63	Se soluciona con reconfiguración o 2do Circuito
Huanza-Carabayillo	Pucara-Pachachaca-L2	220	152	79	83	77	80	82	86	104	113	80	86	111	119	73	75	62	61	67	66	78	81	70	72	103	109	81	84	78	81	78	80	109	120	85	91	114	123	63	63	
Chiribamba-Independencia	Mayorazgo-Derivación	220	180	73	75	53	55	62	69	98	117	96	103	96	114	65	65	35	29	45	45	67	74	64	70	83	97	68	71	53	55	51	57	100	121	102	111	97	117	45	45	Apertura en Derivación o Segundo Circuito
Huancavelica-Chiribamba	Mayorazgo-Derivación	220	180	72	75	53	54	61	69	98	117	96	103	96	114	65	65	35	29	44	45	67	74	64	70	83	96	68	71	53	55	51	57	99	121	102	111	97	117	45	45	
Campo Amfio-Huancavelica-L1	Campo Amfio-Huancavelica-L2	220	152	94	92	95	94	100	102	100	101	88	85	100	102	100	98	103	101	108	111	109	111	106	107	105	106	113	111	114	113	122	125	119	120	108	105	117	119	108	110	Apertura del circuito sobrecargado
Campo Amfio-Huancavelica-L2	Campo Amfio-Huancavelica-L1	220	152	94	92	95	94	100	102	100	101	88	85	100	102	100	98	103	101	108	111	109	111	106	107	105	106	113	111	114	113	122	125	119	120	108	105	117	119	108	110	
Independencia-Ica-L1	Independencia-Ica-L2	220	180	79	81	52	53	63	73	112	138	110	121	107	134	60	60	23	15	38	38	64	74	62	66	86	106	68	70	41	41	43	50	108	140	115	129	105	134	30	30	Apertura en Derivación o Segundo Circuito
Independencia-Ica-L2	Independencia-Ica-L1	220	180	77	79	50	52	62	71	109	134	107	118	104	130	59	58	22	14	37	37	62	72	60	65	84	103	66	68	40	40	42	49	105	136	111	125	102	130	30	29	
Campo Amfio-Pucara-L1	Campo Amfio-Pucara-L2	220	152	83	87	80	83	86	90	110	120	85	92	118	127	77	79	64	63	70	69	82	85	75	77	109	116	87	91	83	86	83	85	117	128	90	97	122	132	65	65	Se soluciona con reconfiguración o 2do Circuito
Campo Amfio-Pucara-L1	Campo Amfio-Pucara-L3	220	152	84	87	81	84	87	90	111	121	85	92	118	127	78	80	64	63	70	69	83	86	75	77	110	116	87	91	84	87	84	86	118	129	91	98	123	133	66	65	
Pucara-Pachachaca-L1	Pucara-Pachachaca-L2	220	152	78	81	76	78	82	85	106	115	78	84	114	123	70	72	57	56	63	63	75	78	66	68	104	110	78	82	75	78	76	78	110	120	83	90	115	125	59	58	
Campo Amfio-Pucara-L2	Campo Amfio-Pucara-L1	220	152	83	87	80	83	86	90	110	120	85	92	118	127	77	79	64	63	70	69	82	85	75	77	109	116	87	91	83	86	83	85	117	128	90	97	122	132	65	65	
Campo Amfio-Pucara-L2	Campo Amfio-Pucara-L3	220	152	84	87	81	84	87	90	111	121	85	92	118	127	78	80	64	63	70	69	83	86	75	77	110	116	87	91	84	87	84	86	118	129	91	98	123	133	66	65	
Pucara-Pachachaca-L2	Pucara-Pachachaca-L1	220	152	78	81	76	78	82	85	106	115	78	84	114	123	70	72	57	56	63	63	75	78	66	68	104	110	78	82	75	78	76	78	110	120	83	90	115	125	59	58	
Campo Amfio-Pucara-L3	Campo Amfio-Pucara-L1	220	152	83	87	81	83	87	90	111	120	85	92	118	127	78	79	64	63	70	69	83	85	75	77	110	116	87	91	83	87	83	85	117	128	90	97	122	132	66	65	
Campo Amfio-Pucara-L3	Campo Amfio-Pucara-L2	220	152	83	87	81	83	87	90	111	120	85	92	118	127	78	79	64	63	70	69	83	85	75	77	110	116	87	91	83	87	83	85	117	128	90	97	122	132	66	65	
Huancavelica-Independencia	Mayorazgo-Derivación	220	180	73	75	53	55	62	69	98	117	96	103	96	114	65	65	35	29	45	45	67	74	64	70	83	97	68	71	53	55	51	57	100	121	102	111	97	117	45	45	
Ica-Mayorazgo-L1	Ica-Mayorazgo-L2	220	180	108	112	77	79	89	102	149	180	149	161	145	175	95	95	46	38	62	63	97	109	93	102	122	144	99	104	74	78	71	80	149	184	157	172	145	178	61	61	Apertura en Derivación o Segundo Circuito
Ica-Mayorazgo-L2	Ica-Mayorazgo-L1	220	267	78	81	55	57	64	74	107	130	108	117	105	126	69	69	33	27	45	46	70	79	67	74	88	104	71	75	53	56	51	58	108	133	113	124	105	129	44	44	
Mayorazgo-Derivación	Intermedia-Mayorazgo	220	250	87	90	63	64	72	82	116	139	117	125	114	136	77	77	41	34	52	53	79	87	76	83	97	113	80	84	62	65	59	66	117	143	123	134	114	138	52	52	
Intermedia-Mayorazgo	Mayorazgo-Derivación	220	180	123	127	89	91	103	116	165	197	165	178	161	192	110	109	58	48	74	75	112	124	107	117	138	161	114	119	88	92	84	94	166	203	174	190	162	196	73	73	

Tabla 4.5: Carga en líneas de transmisión en contingencia de líneas de 220 kV, año 2032.

Con el ingreso de los FACTS Serie en la subestación Bicentenario se reducen, en parte, las sobrecargas en las líneas de 220 kV en los lazos de transmisión ante contingencias de líneas de 500 y 220 kV, debido a que el control de flujo permite aumentar los flujos de potencia por las líneas de 500 kV. No obstante, la solución no cubre completamente las necesidades de control de flujo en líneas de 220 kV en la zona de Mantaro. Sin embargo, la acción de los FACTS serie de las líneas de 550 kV Chilca CTM-Bicentenario y Bicentenario-Poroma, a su vez, produce sobrecargas en estas mismas líneas, por encima del nivel aceptable de emergencia de 154.6%.

En conclusión, de lo visto anteriormente, el sistema requiere incrementar la capacidad de transmisión del enlace de 500 kV Chilca CTM-Bicentenario-Poroma con la adición de un segundo circuito (Chilca CTM-Bicentenario-Colectora). Asimismo, en este nuevo circuito se requerirá de FACTS serie para el control de flujo ya que se tendrían dos circuitos paralelos de distintas capacidades de transmisión (capacidades de 841 y 1400 MVA, en el primer y segundo circuito, respectivamente).

4.2 Propuesta de Proyecto “Enlace 500 kV Chilca CTM – Bicentenario – Colectora (segundo circuito) y FACTS Serie”

Como parte de las actividades de planificación en la actualización del PT 2025-2034, se vienen realizando análisis considerando un nuevo proyecto denominado “Enlace 500 kV Chilca CTM – Bicentenario – Colectora (segundo circuito) y FACTS Serie”. En esta sección se presenta un resumen de dichos resultados.

En la siguiente figura se muestra el proyecto mencionado, considerando compensación reactiva basada en FACTS para el nuevo enlace de 500 kV.

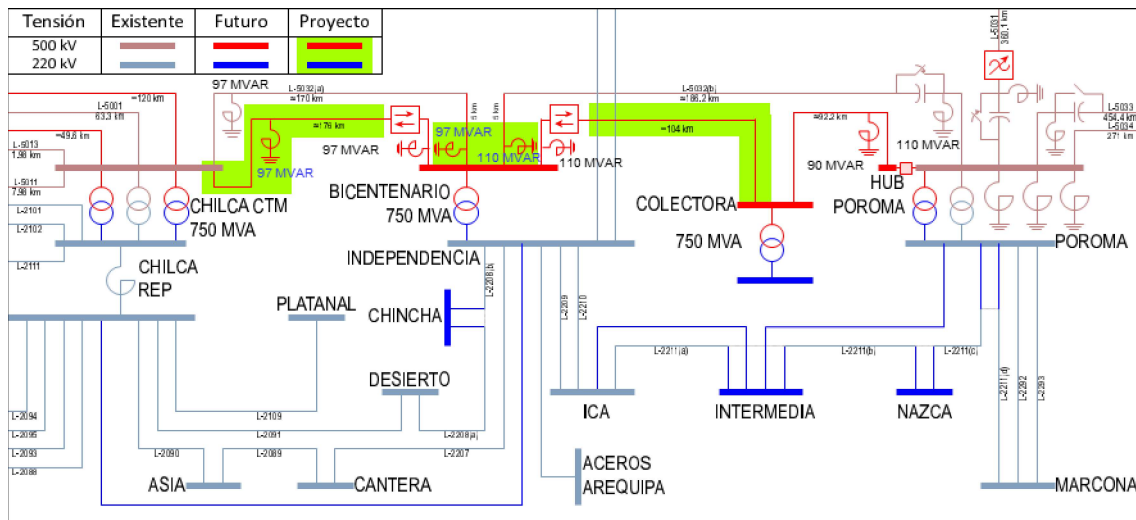


Figura 4.1 Proyecto “Enlace 500 kV Chilca CTM – Bicentenario – Colectora (segundo circuito) y FACTS Serie”, PT 2025-2034.

4.2.1 Análisis de la operación – Año 2032

Como parte de la revisión de la compensación reactiva en la Subestación Bicentenario, se propusieron casos sin y con equipos FACTS Serie para las siguientes alternativas:

- Sin FACTS: sin equipos FACTS en los enlaces de 500 kV Chilca CTM – Bicentenario - Poroma y Chilca CTM – Bicentenario – Colectora (segundo circuito).
- FACTS en ambos circuitos: con equipos FACTS en las líneas de 500 kV Chilca CTM – Bicentenario – Poroma y Chilca CTM – Bicentenario – Colectora (segundo circuito).
- FACTS 1er Circuito: con equipos FACTS solamente en las líneas de 500 kV Chilca CTM – Bicentenario – Poroma.
- FACTS 2do Circuito: con equipos FACTS solamente en las líneas de 500 kV Chilca CTM – Bicentenario – Colectora (segundo circuito).

Operación normal

En la siguiente tabla se presentan los resultados de la operación del SEIN en condiciones normales para las cuatro alternativas.

[illegible]

Tabla 4.6: Carga en líneas de transmisión en operación normal, incluyendo el Enlace 500 kV Chilca CTM – Bicentenario – Colectora (segundo circuito), año 2032.

- El caso “FACTS 1er circuito” muestra sobrecargas en la línea de 500 kV Bicentenario-Poroma (capacidad normal de 841 MVA), debido a que los equipos FACTS atraen mayor flujo de potencia en el enlace existente de 500 kV Chilca CTM-Bicentenario-Poroma, el cual presenta una capacidad menor comparado con el nuevo enlace de 500 kV Chilca CTM-Bicentenario-Colectora-Poroma (capacidad normal de 1400 MVA).
- El caso “FACTS en ambos circuitos” muestra altas cargas en la línea de 500 kV Bicentenario-Poroma (capacidad normal de 841 MVA) debido a que los equipos FACTS atraen mayor flujo de potencia en ambos enlaces de 500 kV Chilca CTM- Poroma (existente y nuevo). Con un aumento de las transferencias de potencia se presentará sobrecargas en la línea mencionada.
- Los demás casos (sin FACTS y FACTS 2do circuito) se pueden considerar factibles para la operación normal.

Operación en contingencias

En la siguiente tabla se presentan los resultados de la operación del SEIN en contingencias para las cuatro alternativas.

Contingencia	Elemento Monitoreado	kV	MVA	1AS0 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	1AS0 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	1AS1 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	1AS2 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	1BS0 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	1BS0 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	1BS1 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	1BS2 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	1BS2 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	2AS0 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	2AS1 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	2AS2 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	2AS2 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	2BS0 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	2BS0 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	2BS1 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	2BS1 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	2BS2 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	3AS0 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	3AS0 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	3AS1 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	3AS2 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	3BS0 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	3BS0 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	3BS1 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	3BS2 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	4AS0 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.	4AS0 Sin FACTS FACTS Ambos Circ.										
Colcabamba - Campas	Huanza-Orcotuna	220	152	63	57	60	54	65	59	66	73	68	59	92	78	59	56	45	45	50	49	64	59	59	55	84	75	68	62	64	59	62	58	94	79	70	61	99	84	48	47
Colcabamba - Campas	Campo Amillo-Pomacocha-L1	220	152	85	78	82	76	88	81	116	101	88	78	125	110	74	71	59	59	65	64	80	75	69	65	111	100	84	78	80	75	79	75	119	103	92	82	127	111	60	60
Colcabamba - Campas	Campo Amillo-Pomacocha-L2	220	152	85	78	82	76	88	81	116	101	88	78	125	110	74	71	59	59	65	64	80	75	69	65	111	100	84	78	80	75	79	75	119	103	92	82	127	111	60	60
Colcabamba - Campas	Chincha Nueva-Independencia	220	152	38	29	32	26	32	25	87	71	71	60	87	71	33	28	22	20	23	21	42	38	36	32	73	62	38	30	34	26	27	23	97	79	86	73	98	81	31	26
Colcabamba - Campas	Independencia-Ica-L2	220	180	59	54	42	37	50	41	77	60	72	62	83	65	45	42	20	21	29	27	45	38	38	35	66	53	51	46	33	30	35	29	75	56	74	64	80	62	23	24
Colcabamba - Campas	Campo Amillo-Pucara-L1/L2/L3	220	152	84	77	80	74	87	79	111	96	87	76	120	105	73	69	58	58	63	62	78	72	70	65	106	95	84	77	80	74	78	73	115	98	88	78	122	106	59	58
Colcabamba - Campas	Pucara-Pachachaca-L1/L2	220	152	85	78	81	76	88	81	115	99	87	77	125	109	72	68	56	56	62	61	77	71	67	62	109	98	82	76	79	73	77	72	117	99	88	77	125	107	57	57
Colcabamba - Campas	Pucara-Huayucachi	220	152	69	65	69	65	71	65	92	78	73	64	98	84	64	61	54	55	56	56	68	63	66	62	90	80	75	70	73	70	68	65	100	85	76	67	105	90	55	55
Colcabamba - Campas	Chilca CTM-Bicentenario	500	841	50	55	43	50	41	46	81	90	73	81	80	88	34	39	20	25	31	34	32	36	31	34	58	65	49	53	44	48	32	35	96	96	71	79	84	93	34	37
Colcabamba - Campas	Bicentenario-Poroma	500	841	34	33	32	38	49	63	80	100	38	42	92	121	36	46	39	48	27	30	38	47	27	29	70	92	32	31	29	40	37	46	96	108	41	49	98	129	33	39
Colcabamba - Campas	Chilca CTM-Bicentenario (2do Circuito)	500	1400	32	36	28	32	27	30	53	59	47	53	51	57	22	25	13	16	20	22	20	23	20	22	37	42	32	35	29	31	21	23	56	62	46	51	54	60	22	24
Colcabamba - Campas	Poroma-Colectora	500	1400	22	21	20	19	31	29	31	31	32	27	59	54	23	22	25	24	17	17	25	24	31	27	45	42	20	19	17	16	23	22	32	33	29	24	62	58	21	21
Colcabamba - Campas	Ica-Mayorazgo-L2	220	180	70	63	52	47	59	51	90	72	86	76	96	77	60	56	31	32	40	38	59	52	53	47	79	66	63	57	49	44	47	40	90	71	89	79	95	75	37	36
Colcabamba - Campas	Mayorazgo-Derivación	220	180	82	75	62	57	71	61	104	85	99	89	111	90	71	68	39	40	49	47	70	63	63	57	92	78	76	69	60	54	57	50	105	84	103	92	110	89	47	45
Campas - Carapongo	Callahuana CNS-Callah, REP	220	381	63	58	58	54	64	59	91	78	73	64	90	77	75	72	58	59	63	62	82	77	81	77	94	84	85	79	80	75	76	72	112	97	86	76	108	94	65	65
Campas - Carapongo	Chilca CTM-Bicentenario	500	841	39	44	33	40	33	37	69	81	63	71	65	75	31	35	24	30	29	32	33	38	31	34	50	58	45	49	41	44	28	30	79	91	66	75	74	85	37	42
Campas - Carapongo	Bicentenario-Poroma	500	841	26	34	27	31	38	49	67	87	30	43	76	104	41	54	43	55	27	32	35	44	28	35	62	83	26	37	25	37	32	41	78	101	35	45	87	119	35	44
Campas - Carapongo	Chilca CTM-Bicentenario (2do Circuito)	500	1400	26	29	22	25	21	24	45	53	41	46	42	48	20	22	15	19	18	20	21	24	20	22	32	38	29	32	26	29	18	20	51	59	43	49	48	55	24	27
Campas - Carapongo	Poroma-Colectora	500	1400	17	17	17	17	24	23	36	31	40	34	49	47	26	25	27	26	18	18	28	26	34	30	39	38	16	16	14	14	21	20	30	30	34	28	56	53	22	23
Campas - Carapongo	Mayorazgo-Derivación	220	180	74	70	54	51	63	56	95	80	92	84	99	84	68	66	36	38	44	44	67	61	61	56	86	74	71	66	56	52	53	48	98	80	98	90	102	85	46	44
Poroma - Colcabamba	Chilca CTM-Bicentenario	500	841	34	38	28	33	41	45	64	71	58	65	62	69	24	29	27	34	48	53	37	41	22	22	40	45	33	34	29	29	49	54	68	75	56	62	66	73	42	46
Poroma - Colcabamba	Bicentenario-Poroma	500	841	43	52	42	50	40	49	66	79	27	34	77	99	46	57	50	61	44	54	41	51	32	40	54	69	39	47	38	47	45	55	71	85	29	31	83	107	42	52
Poroma - Colcabamba	Chilca CTM-Bicentenario (2do Circuito)	500	1400	22	24	18	21	26	29	42	46	38	42	40	44	16	19	18	22	31	34	24	26	14	14	26	29	22	22	19	19	31	35	44	49	36	40	42	47	27	30
Poroma - Colcabamba	Poroma-Colectora	500	1400	28	25	27	25	26	25	37	32	36	31	49	45	30	27	32	29	26	27	32	29	37	32	35	32	25	23	24	23	29	27	34	29	34	29	53	49	27	26
Poroma - Colcabamba	Ica-Mayorazgo-L2	220	180	62	59	46	43	53	47	83	67	80	72	89	72	49	50	21	26	31	32	49	45	43	40	70	59	54	52	40	36	38	35	82	65	82	74	88	70	26	29
Poroma - Colcabamba	Mayorazgo-Derivación	220	180	73	70	55	53	63	57	97	79	93	84	103	85	60	60	28	34	39	40	60	56	52	50	82	71	66	62	50	47	47	44	96	77	96	87	102	83	34	37
Chilca CTM - Bicentenario	Bicentenario-Poroma	500	841	29	40	28	37	29	38	49	66	31	43	58	63	37	52	38	52	24	30	28	40	25	32	45	63	24	33	25	33	24	31	55	74	25	36	65	93	29	38
Chilca CTM - Bicentenario	Chilca CTM-Bicentenario (2do Circuito)	500	1400	31	39	26	34	26	33	55	72	52	67	50	66	20	19	28	29	37	28	36	18	21	36	47	31	39	28	34	30	39	60	79	52	67	55	73	32	41	
Chilca CTM - Bicentenario	Poroma-Colectora	500	1400	18	18	18	18	18	19	34	30	40	33	37	38	23	23	24	24	15	17	24	24	32	29	29	29	15	15	14	15	17	31	26	36	30	41	42	18	20	
Chilca CTM - Bicentenario	Independencia-Cantera	220	152	24	26	26	28	54	49	64	51	55	46	61	50	40	37	44	40	46	42	50	44	38	36	49	44	25	27	31	32	42	39	74	60	66	56	73	61	54	48
Chilca CTM - Bicentenario	Desierto-Chincha Nueva	220	152	20	22	22	24	52	47	61	48	50	41	58	47	35	33	39	36	42	38	46	40	34	32	45	39	21	23	27	28	38	36	70	56	62	50	69	57	49	43
Chilca CTM - Bicentenario	Chincha Nueva-Independencia	220	152	34	28	28	25	33	29	83	71	70	62	81	70	30	26	26	23	29	26	38	35	33	31	68	61	35	29	31	25	23	21	94	81	86	75	93	81	37	31
Bicentenario - Poroma	Chilca CTM-Bicentenario	500	841	31	35	26	32	26	30	48	58	51	60	44	53	23	26	18	26	30	34	27	31	22	24	31	38	33	35	30	31	30	34	53	65	50	59	48	58	31	36
Bicentenario - Poroma	Chilca CTM-Bicentenario (2do Circuito)	500	1400	20	23	17	20	17	19	31	38	33	39	28	34	15	17	12	17	19	22	18	20	14	15	20	24	21	23	19	20	19	22	34	42	32	38	31	37	20	23
Bicentenario - Poroma	Poroma-Colectora	500	1400	27	30	26	29	28	32	41	44	47	46	62	73	36	41	38	43	22	26	35	39	39	40	46	55	21	23	20	22	23	27	37	51	41	39	69	82	28	34
Bicentenario - Poroma	Independencia-Ica-L1	220	180	47	46	31	31	42	39	70	61	59	55	76	68	34	34	12	12	22	22	39	36	30	28	60	54	40	40	24	23	28	27	71	61	64	58	76	68	16	17
Bicentenario - Poroma	Independencia-Ica-L2	220	180	50	50	34	33	45	42	75	66	64	59	82	74	37	37	13	14	24	24	42	39	32	30	65	59	44	43	26	25	31									

Contingencia	Elemento Monitoreado	KV	MVA	FACTS 1er Circuito 1AS0	FACTS 2do Circuito 1AS0	FACTS 1er Circuito 1AS1	FACTS 2do Circuito 1AS1	FACTS 1er Circuito 1AS2	FACTS 2do Circuito 1AS2	FACTS 1er Circuito 1BS0	FACTS 2do Circuito 1BS0	FACTS 1er Circuito 1BS1	FACTS 2do Circuito 1BS1	FACTS 1er Circuito 1BS2	FACTS 2do Circuito 1BS2	FACTS 1er Circuito 2AS0	FACTS 2do Circuito 2AS0	FACTS 1er Circuito 2AS1	FACTS 2do Circuito 2AS1	FACTS 1er Circuito 2AS2	FACTS 2do Circuito 2AS2	FACTS 1er Circuito 2BS0	FACTS 2do Circuito 2BS0	FACTS 1er Circuito 2BS1	FACTS 2do Circuito 2BS1	FACTS 1er Circuito 2BS2	FACTS 2do Circuito 2BS2	FACTS 1er Circuito 3AS0	FACTS 2do Circuito 3AS0	FACTS 1er Circuito 3AS1	FACTS 2do Circuito 3AS1	FACTS 1er Circuito 3AS2	FACTS 2do Circuito 3AS2	FACTS 1er Circuito 3BS0	FACTS 2do Circuito 3BS0	FACTS 1er Circuito 3BS1	FACTS 2do Circuito 3BS1	FACTS 1er Circuito 3BS2	FACTS 2do Circuito 3BS2	FACTS 1er Circuito 4AS0	FACTS 2do Circuito 4AS0	
				1AS0	1AS0	1AS1	1AS1	1AS2	1AS2	1BS0	1BS0	1BS1	1BS1	1BS2	1BS2	2AS0	2AS0	2AS1	2AS1	2AS2	2AS2	2BS0	2BS0	2BS1	2BS1	2BS2	2BS2	3AS0	3AS0	3AS1	3AS1	3AS2	3AS2	3BS0	3BS0	3BS1	3BS1	3BS2	3BS2	4AS0	4AS0	
Colcabamba - Campas	Huanza-Orotuna	220	152	59	60	56	57	61	62	77	78	62	62	83	85	57	57	45	44	49	49	60	61	56	56	78	79	64	65	61	61	59	60	84	85	64	64	88	91	47	48	
Colcabamba - Campas	Campo Amriño-Pomacocha-L1	220	152	81	81	78	79	83	85	106	107	82	82	115	118	72	72	59	59	64	64	76	77	67	67	104	106	80	80	77	77	76	77	109	110	86	86	116	119	60	60	
Colcabamba - Campas	Campo Amriño-Pomacocha-L2	220	152	81	81	78	79	83	85	106	107	82	82	115	118	72	72	59	59	64	64	76	77	67	67	104	106	80	80	77	77	76	77	109	110	86	86	116	119	60	60	
Colcabamba - Campas	Chincha Nueva-Independencia	220	152	32	32	28	28	28	28	77	77	64	64	77	77	30	30	20	21	22	22	39	39	34	34	66	66	33	33	29	29	24	24	86	86	78	78	87	87	28	28	
Colcabamba - Campas	Independencia-Ica-L2	220	180	55	57	38	40	43	46	65	68	66	66	68	75	43	43	21	20	28	28	40	42	37	36	56	60	47	49	31	32	30	31	61	65	68	68	67	72	23	23	
Colcabamba - Campas	Campo Amriño-Pucara-L1/L2/L3	220	152	79	80	76	77	82	83	101	102	80	80	109	112	71	71	58	57	63	63	74	75	67	67	99	101	79	80	76	77	75	76	104	105	82	82	111	114	59	59	
Colcabamba - Campas	Pucara-Pachachaca-L1/L2	220	152	80	81	78	78	83	85	104	106	81	81	114	117	69	70	56	56	61	61	73	74	64	64	101	103	78	79	75	75	74	75	105	107	81	81	113	116	57	57	
Colcabamba - Campas	Pucara-Huayucachi	220	152	67	67	66	66	67	68	83	84	68	67	89	91	62	62	55	54	56	56	65	65	64	64	83	84	71	71	71	71	65	66	90	91	70	70	94	97	55	55	
Colcabamba - Campas	Chilca CTM-Bicentenario	500	841	71	38	63	33	56	34	116	60	104	55	114	67	49	27	32	17	41	26	46	26	40	27	84	42	67	38	61	35	43	27	123	62	101	53	120	60	46	28	
Colcabamba - Campas	Bicentenario-Poroma	500	841	46	32	40	30	69	45	116	68	52	131	82	51	33	33	36	31	27	52	35	34	27	100	63	45	30	34	124	73	60	33	141	88	41	31	27				
Colcabamba - Campas	Chilca CTM-Bicentenario (2do Circuito)	500	1400	32	36	28	32	27	30	53	59	47	53	51	57	22	25	13	16	20	22	20	23	20	22	37	42	32	35	29	31	21	23	56	62	46	51	54	60	22	24	
Colcabamba - Campas	Poroma-Colectora	500	1400	22	21	20	19	31	29	31	31	32	27	59	54	23	22	25	24	17	17	25	24	31	27	45	42	20	19	17	16	23	22	32	33	29	24	62	58	21	21	
Colcabamba - Campas	Ica-Mayorazgo-L2	220	180	65	67	48	50	53	56	78	81	80	80	82	88	57	58	32	31	38	39	54	56	49	49	69	73	59	61	45	47	44	47	81	83	80	87	36	37			
Colcabamba - Campas	Mayorazgo-Derivación	220	180	77	79	58	60	63	67	91	94	93	93	95	102	68	69	40	39	47	48	65	67	60	59	81	86	71	73	56	58	52	54	90	94	96	97	94	101	46	46	
Campas - Carapongo	Callahuana CNS-Callah, REP	220	381	60	60	56	56	60	61	82	83	68	67	81	83	73	73	59	58	62	63	79	80	79	79	88	89	81	82	76	77	73	74	102	103	80	80	98	101	65	65	
Campas - Carapongo	Chilca CTM-Bicentenario	500	841	56	32	50	27	43	29	101	54	90	48	95	48	44	26	37	19	38	25	46	28	39	28	74	38	61	36	55	33	35	26	116	59	94	51	109	54	52	30	
Campas - Carapongo	Bicentenario-Poroma	500	841	38	26	34	26	53	35	100	58	42	29	112	70	59	37	61	40	33	28	48	34	32	30	90	57	39	25	39	24	44	31	115	67	53	29	129	80	46	34	
Campas - Carapongo	Chilca CTM-Bicentenario (2do Circuito)	500	1400	21	35	18	31	20	27	36	64	32	57	32	59	17	28	12	24	16	24	19	28	18	25	26	46	24	39	22	34	17	22	40	73	34	60	36	28	32		
Campas - Carapongo	Poroma-Colectora	500	1400	16	19	16	18	20	29	34	35	36	39	38	60	32	20	23	32	17	19	24	30	32	33	31	48	14	16	18	24	29	42	32	31	43	68	20	26			
Campas - Carapongo	Mayorazgo-Derivación	220	180	71	73	52	53	56	60	85	87	88	87	88	93	66	67	37	36	44	44	63	64	58	58	77	81	67	69	53	54	49	51	86	90	93	93	89	95	45	45	
Poroma - Colcabamba	Chilca CTM-Bicentenario	500	841	48	28	41	24	56	32	91	48	83	44	88	44	37	19	41	21	67	36	51	29	28	22	57	30	43	28	26	25	69	37	97	49	79	42	47	58	32		
Poroma - Colcabamba	Bicentenario-Poroma	500	841	58	39	55	39	53	38	93	55	33	27	109	69	63	42	66	45	58	41	53	39	38	33	75	49	52	36	52	35	60	41	100	59	39	26	117	74	55	40	
Poroma - Colcabamba	Chilca CTM-Bicentenario (2do Circuito)	500	1400	18	30	16	26	21	35	32	58	29	52	30	56	12	23	14	26	24	42	19	32	14	17	20	36	18	27	17	23	24	43	33	61	28	30	31	59	21	36	
Poroma - Colcabamba	Poroma-Colectora	500	1400	22	31	22	31	22	30	34	36	34	37	59	54	24	26	37	32	27	32	27	35	34	36	27	41	21	28	20	28	24	33	32	35	32	40	63	23	31		
Poroma - Colcabamba	Ica-Mayorazgo-L2	220	180	60	61	44	45	48	50	72	75	74	74	76	82	50	49	25	23	32	31	46	47	42	40	62	65	52	53	38	36	37	70	73	77	74	80	28	27			
Poroma - Colcabamba	Mayorazgo-Derivación	220	180	71	71	53	54	58	61	85	88	87	87	89	95	60	60	32	30	40	40	57	58	51	50	73	77	63	64	48	45	46	83	86	91	90	87	94	36	35		
Chilca CTM - Bicentenario	Bicentenario-Poroma	500	841	43	27	39	27	40	29	70	45	46	29	83	57	34	54	36	29	30	28	28	63	44	36	23	39	49	31	26	79	50	38	24	92	63	38	30				
Chilca CTM - Bicentenario	Chilca CTM-Bicentenario (2do Circuito)	500	1400	31	39	26	34	27	31	57	69	53	66	53	64	20	26	20	26	31	36	29	34	19	21	37	45	32	38	28	33	31	37	63	76	53	66	58	70	33	40	
Chilca CTM - Bicentenario	Poroma-Colectora	500	1400	16	21	16	20	16	22	32	33	36	38	28	48	19	27	20	29	15	18	21	27	30	32	23	36	14	16	14	16	15	18	30	28	34	33	31	54	17	23	
Chilca CTM - Bicentenario	Independencia-Cantera	220	152	24	26	26	28	55	49	64	51	55	46	62	50	40	47	42	50	44	38	36	49	44	25	27	31	42	39	74	60	66	56	74	61	55	48					
Chilca CTM - Bicentenario	Desierto-Chincha Nueva	220	152	20	21	22	23	53	47	61	48	50	41	59	47	36	32	40	36	42	38	46	40	34	32	45	39	21	23	27	28	39	35	71	56	62	50	70	57	50	43	
Chilca CTM - Bicentenario	Chincha Nueva-Independencia	220	152	34	28	28	25	34	29	83	71	70	62	81	70	30	26	27	23	30	26	38	35	34	31	68	61	35	29	31	25	23	21	95	81	86	75	93	81	37	31	
Bicentenario - Poroma	Chilca CTM-Bicentenario	500	841	43	27	39	23	33	24	69	41	73	41	63	34	32	29	17	39	26	35	25	23	23	45	26	42	28	37	26	20	46	77	43	71	40	69	37	41	27		
Bicentenario - Poroma	Chilca CTM-Bicentenario (2do Circuito)	500	1400	17	28	15	25	15	22	25	47	26	48	21	43	13	20	11	19	16	26	15	24	14	16	16	30	18	27	17	24	16	26	26	52	26	47	23	47	17	28	
Bicentenario - Poroma	Poroma-Colectora	500	1400	27	30	26	28	28	32	41	43	46	47	64	72	36	41	38	42	23	25	36	38	40	39	48	54	21	23	21	24	24	26	40	50	40	40	71	80	30	33	
Bicentenario - Poroma	Independencia-Ica-L1	220	180	47	46	31	30	42	39	70	61	59	55	76	68	34	34	12	12	22	22	39	36	30	28	60	54	41	40	24	23	28	27	71	61	64	58	77	6			

Contingencia	Elemento Monitoreado	KV	MVA	FACTS 1er Circuito 1A50	FACTS 2do Circuito 1A50	FACTS 1er Circuito 1A51	FACTS 2do Circuito 1A51	FACTS 1er Circuito 1A52	FACTS 2do Circuito 1A52	FACTS 1er Circuito 1B50	FACTS 2do Circuito 1B50	FACTS 1er Circuito 1B51	FACTS 2do Circuito 1B51	FACTS 1er Circuito 1B52	FACTS 2do Circuito 1B52	FACTS 1er Circuito 2A50	FACTS 2do Circuito 2A50	FACTS 1er Circuito 2A51	FACTS 2do Circuito 2A51	FACTS 1er Circuito 2A52	FACTS 2do Circuito 2A52	FACTS 1er Circuito 2B50	FACTS 2do Circuito 2B50	FACTS 1er Circuito 2B51	FACTS 2do Circuito 2B51	FACTS 1er Circuito 2B52	FACTS 2do Circuito 2B52	FACTS 1er Circuito 3A50	FACTS 2do Circuito 3A50	FACTS 1er Circuito 3A51	FACTS 2do Circuito 3A51	FACTS 1er Circuito 3A52	FACTS 2do Circuito 3A52	FACTS 1er Circuito 3B50	FACTS 2do Circuito 3B50	FACTS 1er Circuito 3B51	FACTS 2do Circuito 3B51	FACTS 1er Circuito 3B52	FACTS 2do Circuito 3B52	FACTS 1er Circuito 4A50	FACTS 2do Circuito 4A50	Solución / Medida Operativa
				1A50	1A50	1A51	1A51	1A52	1A52	1B50	1B50	1B51	1B51	1B52	1B52	2A50	2A50	2A51	2A51	2A52	2A52	2B50	2B50	2B51	2B51	2B52	2B52	3A50	3A50	3A51	3A51	3A52	3A52	3B50	3B50	3B51	3B51	3B52	3B52	4A50	4A50	
Huanza - Carabayillo	Pucara-Pachachaca-L1	220	152	77	78	75	76	80	80	97	97	76	76	105	106	73	73	63	63	67	67	76	76	68	68	99	99	79	79	76	76	76	76	100	101	80	80	106	107	64	64	
Huanza - Carabayillo	Pucara-Pachachaca-L2	220	152	77	78	75	76	80	80	97	97	76	76	105	106	73	73	63	63	67	67	76	76	68	68	99	99	79	79	76	76	76	76	100	101	80	80	106	107	64	64	
Chiribamba - Independencia	Mayorazgo-Derivación	220	180	71	72	52	53	58	60	83	85	86	85	87	91	88	88	38	37	44	45	62	63	57	56	76	79	66	67	52	53	49	50	83	86	91	91	86	91	45	45	
Huancavelica - Chiribamba	Mayorazgo-Derivación	220	180	71	72	52	53	57	60	83	85	86	85	86	91	65	66	38	36	44	44	62	63	57	56	76	79	66	67	52	53	48	50	83	86	91	90	86	91	44	44	
Campo Amíño - Huancavelica - L1	Campo Amíño-Huancavelica-L2	220	152	93	92	94	94	98	98	99	99	88	88	99	99	99	99	102	101	106	106	107	107	105	105	103	103	113	112	114	113	119	119	118	118	108	108	116	116	107	106	
Campo Amíño - Huancavelica - L2	Campo Amíño-Huancavelica-L1	220	152	93	92	94	94	98	98	99	99	88	88	99	99	99	99	102	101	106	106	107	107	105	105	103	103	113	112	114	113	119	119	118	118	108	108	116	116	107	106	
Independencia - Ica - L1	Independencia-Ica-L2	220	180	77	78	50	51	58	60	92	93	94	92	95	100	81	80	27	26	37	38	56	57	52	50	78	81	66	67	41	41	40	42	86	88	98	98	91	98	33	32	
Independencia - Ica - L2	Independencia-Ica-L1	220	180	75	76	49	50	56	59	89	91	92	89	92	96	60	59	26	25	36	37	54	55	51	46	76	79	64	65	40	40	39	41	84	86	96	94	89	95	32	31	
Campo Amíño - Pucara - L1	Campo Amíño-Pucara-L3	220	152	81	81	79	79	84	84	102	103	81	80	110	112	77	77	65	65	70	70	80	80	73	72	104	105	85	85	81	82	81	82	108	108	85	85	114	115	66	66	
Pucara - Pachachaca - L1	Pucara-Pachachaca-L2	220	152	76	76	74	74	79	79	98	98	74	74	107	108	70	70	59	59	64	64	73	73	84	84	100	100	76	77	74	74	74	74	101	101	79	78	108	109	60	60	
Campo Amíño - Pucara - L2	Campo Amíño-Pucara-L1	220	152	81	81	79	79	84	84	102	103	81	80	110	112	77	77	65	65	70	70	80	80	73	72	104	105	85	85	81	82	81	82	108	108	85	85	114	115	66	66	
Campo Amíño - Pucara - L2	Campo Amíño-Pucara-L3	220	152	82	82	79	79	84	85	103	103	81	81	111	112	77	77	66	65	70	71	81	81	73	73	105	106	85	85	82	82	82	82	108	109	86	85	115	116	67	67	
Pucara - Pachachaca - L2	Pucara-Pachachaca-L1	220	152	76	76	74	74	79	79	98	98	74	74	107	108	70	70	59	59	64	64	73	73	84	84	100	100	76	77	74	74	74	74	101	101	79	78	108	109	60	60	
Campo Amíño - Pucara - L3	Campo Amíño-Pucara-L1	220	152	81	82	79	79	84	84	103	103	81	80	111	112	77	77	66	65	70	70	80	81	73	73	105	105	85	85	82	82	81	82	108	109	85	85	114	116	67	67	
Campo Amíño - Pucara - L3	Campo Amíño-Pucara-L2	220	152	81	82	79	79	84	84	103	103	81	80	111	112	77	77	66	65	70	70	80	81	73	73	105	105	85	85	82	82	81	82	108	109	85	85	114	116	67	67	
Huancavelica - Independencia	Mayorazgo-Derivación	220	180	71	72	52	53	58	60	83	85	86	85	87	91	66	66	38	37	44	45	62	63	57	56	76	79	66	67	52	53	49	50	83	86	91	91	86	91	45	45	
Ica - Mayorazgo - L1	Ica-Mayorazgo-L2	220	180	105	107	76	77	84	86	124	127	132	130	129	137	95	96	52	50	62	63	88	90	81	80	110	116	96	98	73	74	66	69	122	127	138	137	127	136	61	61	
Ica - Mayorazgo - L2	Ica-Mayorazgo-L1	220	267	76	77	55	56	60	62	89	92	95	94	93	99	69	69	37	36	45	45	64	65	58	58	80	84	70	71	52	54	48	50	88	91	100	99	92	98	44	44	
Mayorazgo - Derivación	Intermedia-Mayorazgo	220	250	85	86	62	63	68	70	98	100	104	103	102	107	77	78	44	43	52	52	72	73	67	66	88	92	78	80	61	62	56	58	98	101	109	108	101	107	51	51	
Intermedia - Mayorazgo	Mayorazgo-Derivación	220	180	120	122	89	90	97	100	139	143	148	146	145	152	110	110	63	61	74	74	103	104	95	93	125	131	111	113	86	88	80	82	139	143	155	154	144	152	73	73	

Tabla 4.8: Carga en líneas de transmisión en contingencias de líneas de 220 kV, incluyendo el Enlace 500 kV Chilca CTM – Bicentenario – Colectora (segundo circuito), año 2032.

De los resultados de los análisis en contingencias se observa lo siguiente:

- El caso “sin FACTS” muestra sobrecargas en las líneas de 220 kV ante contingencias de líneas de 500 kV y 220 kV.
- Para el caso FACTS 1er Circuito se observa congestión en la 500 kV Chilca-Bicentenario y Bicentenario – Poroma; mientras que para el caso FACTS 2do circuito, no se presentarían congestiones, motivo por el cual se recomienda que los FACTS se instalen en el segundo circuito.

En conclusión, considerando la operación normal y en contingencias, se recomienda la operación de equipos FACTS Serie solamente en el Enlace 500 kV Chilca CTM – Bicentenario – Colectora (segundo circuito).

4.3 Propuesta para la implementación y operación de los FACTS Serie en la SE Bicentenario

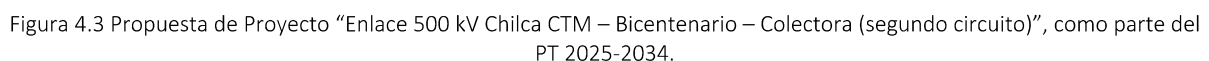
De Los análisis realizados para el año 2028 y 2032, se concluyó que para el periodo 2027-2030, los FACTS Serie de la SE Bicentenario permitirán el control de flujo por las líneas de 220 kV y 500 kV; sin embargo, cuando se ejecute en segundo circuito paralelo en 500 kV, dichos FACTS Serie tendrán más utilidad en el segundo circuito.

4.3.1 Propuesta de operación de los FACT Serie de la SE Bicentenario para el periodo 2027–2030

De los análisis realizados, se propone que los FACTS Serie de la SE Bicentenario mantengan su operación tal como se indica en el PT 2023-2032, cuyo diagrama unifilar se muestra a continuación:



Con el ingreso del segundo circuito en 500 kV Chilca – Bicentenario y Bicentenario – Colectora, que será propuesto como proyecto vinculante en el PT 2025 – 2034, la configuración y operación de los FACTS serie sería el siguiente:



Desde el punto de vista técnico, resulta factible que los FACTS Serie de la SE Bicentenario sean instalados y que operen inicialmente en la LT de 500 kV existente Chilca CTM – Poroma, y posteriormente en la nueva LT de 500 kV paralela que se propondrá en el PT 2025-2034. Dicha factibilidad ha sido verificada mediante análisis eléctricos, mostrados en el presente informe. Asimismo, también se ha revisado la disposición de la subestación Bicentenario y se han realizado consultas a los fabricantes de equipos FACTS, confirmándose dicha factibilidad técnica.

Teniendo en cuenta las dos condiciones de operación anteriormente mencionadas, se deberán adecuar las especificaciones de los FACTS Bicentenario así como la disposición de la propia SE Bicentenario.

5 Conclusiones

Respecto a la compensación reactiva de los proyectos de FACTS serie en la subestación Bicentenario, se puede mencionar lo siguiente en la línea de tiempo indicada:

- Desde el punto de vista técnico, resulta factible que los FACTS Bicentenario sean instalados y que operen inicialmente en la LT de 500 kV existente Chilca – Poroma, y posteriormente en la nueva LT de 500 kV paralela que se propondrá en el PT 2025-2034. Dicha factibilidad ha sido verificada mediante análisis eléctricos, revisión de la disposición de la subestación Bicentenario y consultas a los fabricantes de equipos FACTS.
- La instalación de los FACTS Bicentenario y su operación inicial en la LT de 500 kV existente Chilca – Poroma, permitirá el control de flujos entre las líneas paralelas de 500 kV y 220 kV, y serán neutros al fenómeno de RSS.
- Asimismo, la posterior operación de los FACTS Bicentenario en la nueva LT de 500 kV paralela, que se propondrá en el PT 2025-2034, permitirá el control de flujo principalmente entre las líneas en 500 kV ya que se tendrían dos circuitos paralelos de distintas capacidades de transmisión (capacidades de 841 y 1400 MVA, en el primer y segundo circuito, respectivamente).
- Teniendo en cuenta las dos condiciones de operación anteriormente mencionadas, se deberán adecuar las especificaciones de los FACTS Bicentenario así como la disposición de la propia SE Bicentenario.

Fecha	Versión	N° Informe	Elaborado	Revisado	Aprobado
19.01.2024	1	COES/DP/SPL-IT-004-2024	WTS/MBA	MBA	EBR