

FLUJOS DE POTENCIA

ESO6MED

F5.1. INTRODUCCIÓN

Este anexo documenta aquellas características más sobresalientes del flujo de potencia **ES06MED**, tales como demanda por área, despacho hidrotérmico totalizado por área y discriminado por central, voltajes fuera de banda para los distintos niveles de tensión y sobrecargas de líneas y transformadores. A efectos de evaluar el escenario desde el punto de vista de la potencia reactiva, se indican aquellos generadores que operan en un punto próximo o por encima de los límites de su curva de capacidad.

Se concluye con un análisis cualitativo del flujo de potencia, el cual permite dilucidar, en la sección *F5.4. COMENTARIOS* de este anexo, las debilidades operativas del funcionamiento del SEIN para el escenario simulado.

F5.2. DATOS DE DEMANDA Y DESPACHOS

En el siguiente apartado se indican tanto el despacho hidrotérmico correspondiente al flujo de referencia, así como también los valores de demanda discriminados para cada una de las áreas en que se subdividió la red del SEIN.

Tanto la proyección global de la demanda, como la distribución por barras han sido realizadas por el COES, manteniendo constantes las demandas caracterizadas como industriales y de servicios auxiliares de las plantas generadoras.

Los generadores en servicio corresponden a un despacho económico que se ajusta, según criterios del COES, a un despacho real para el período hidrológico y el bloque de demanda analizados, y para las condiciones operativas particulares.

La **Tabla N° F5.1** y la **Tabla N° F5.2** concentran la información antes detallada.

Tabla N° F5.1: Demanda y Despacho totalizados por áreas

Area	Generación	Demanda
	MW	MW
1-Costa Norte	356.30	435.30
2-Costa Centro	539.67	1387.87
3-Sierra Norte	0	93

Area	Generación	Demanda
	MW	MW
4–Sierra Centro	1727.43	642.43
5–Costa Sur	403.03	354.13
6–Sierra Sur	156.87	128.97
Total	3183.30	3041.70

Tabla N° F5.2: Generación por Central

Hidro SICN	2006 - Estiaje - Media demanda	
	MW	Cantidad de Grupos en Servicio
Mantaro	610.0	7 grupos de 7
Restitución	208.9	3 grupos de 3
Huinco	163.9	4 grupos de 4
Matucana	85.0	2 grupos de 2
Callahuanca 6 kV	33.0	3 grupos de 3
Callahuanca 8 kV	30.0	1 grupos de 1
Moyopampa	63.0	3 grupos de 3
Huampaní	28.0	2 grupos de 2
Cahua	22.0	2 grupos de 2
Carhuaquero	20.0	1 grupos de 3
Cañon del Pato	140.0	4 grupos de 6
Malpaso	40.0	4 grupos de 4
Oroya	7.0	3 grupos de 3
Pachachaca	7.7	4 grupos de 4
Yaupi	80.0	5 grupos de 5
Yuncan	80.0	3 grupos de 3
Gallito Ciego	16.0	1 grupos de 2
Curumuy	10.0	2 grupos de 2
Poechos	15.2	2 grupos de 2
Pariac	1.7	2 grupos de 6
Chimay	75.0	1 grupos de 2
Yanango	10.0	1 grupos de 1
Huanchor	17.0	2 grupos de 2
Subtotal (SICN)	1763.4	

Hidro SIS	2006 - Estiaje - Media demanda	
	MW	Cantidad de Grupos en Servicio
Charcani I	1.6	2 grupos de 2
Charcani II	0.6	3 grupos de 3
Charcani III	3.8	2 grupos de 2
Charcani IV	10.5	3 grupos de 3
Charcani V	90.0	3 grupos de 3
Charcani VI	6.9	1 grupos de 1
Aricota I	2.0	2 grupos de 2
Aricota II	2.0	1 grupos de 1
Huancarama	2.8	1 grupos de 1
Machupicchu	87.0	3 grupos de 3
San Gaban II	67.0	2 grupos de 2
Subtotal (SISUR)	274.2	

Subtotal hidro (SEIN)	2037.6	
-----------------------	--------	--

Térmicas SICN	2006 - Estiaje - Media demanda	
	MW	Cantidad de Grupos en Servicio
TG4 Malacas	81.2	1 grupos de 1
TG 1 y 2 Malacas GN	15.0	1 grupos de 2
TG3 Malacas Diesel		
TG Chimbote		
TG Trujillo		
TG Piura	17.0	5 grupos de 5
GD Piura		
GD Chiclayo		
GD Sullana		
GD Paita		
GD Pacasm SLZ 1, 2 y 3		
GD Pacasmayo MAN		
TG Santa Rosa UTI		
TG Santa Rosa WTG	114.0	1 grupos de 1
TG Ventanilla 3	159.2	1 grupos de 1
TG Ventanilla 4	156.1	1 grupos de 1
CC Ventanilla TG3	85.0	1 grupos de 1
TV Trupal		
TV San Nicolas	25.4	3 grupos de 3
GD San Nicolas		
TG Aguaytía 1	87.0	1 grupos de 1
TG Aguaytía 2	78.2	1 grupos de 1
GD Tumbes MAK	18.3	2 grupos de 2
GD Yarinacocha Wartsila	23.8	4 grupos de 4
Subtotal (SICN)	860.1	

Térmicas Sur	2006 - Estiaje - Media demanda	
	MW	Cantidad de Grupos en Servicio
GD Dolorespata		
GD Taparachi		
GD Bellavista		
GD Tintaya		
GD Chilina		
CC Chilina		
Chilina TV2		
Chilina TV3		
GD Mollendo	31.5	3 grupos de 3
TG Mollendo		
GD Moquegua		
GD Calana	25.1	4 grupos de 4
Ilo 1 TV2	22.0	1 grupos de 1
Ilo 1 TV3	66.0	1 grupos de 1
Ilo 1 TV4		
Ilo 1 TG 1		
Ilo 1 TG 2		
Ilo 1 CATKATO		
Ilo 2 TV	141.0	1 grupos de 1
Subtotal térmico (SISUR)	285.6	

Subtotal térmico (SIN)	1145.7	
------------------------	--------	--

Generación total SEIN	3183.3
Demanda total SEIN	3041.7

F5.3. RESULTADOS DE LAS SIMULACIONES

El desarrollo de este apartado documenta los resultados obtenidos a partir del ajuste del flujo de referencia. Se incluye una memoria de los niveles de tensión fuera de rango, las sobrecargas detectadas y se detallan aquellos generadores que operan en un punto próximo o por encima de los límites de su curva de capacidad.

La evaluación de los parámetros mencionados en el párrafo precedente se llevó a cabo considerando los criterios adoptados y señalados en el Inciso 5 del cuerpo principal de este informe.

F5.3.1. NIVELES DE TENSIÓN

La **Tabla N° F5.3** contiene un listado que identifica aquellas barras que superan alguno de los límites considerados para este parámetro.

Tabla N° F5.3: Barras que trasgreden los límites de tensión

BUSES WITH VOLTAGE GREATER THAN 1.0500:

X----- BUS -----X	AREA	V(PU)	V(KV)	X----- BUS -----X	AREA	V(PU)	V(KV)
17108 CHIMB01213.8	1	1.0977	15.148	17152 CHICLSVC8.00	1	1.0560	8.448
17178 CHIMBOT213.8	1	1.0512	14.506	24100 SANJUAN260.0	2	1.0587	63.521
26000 INDECS0110.0	2	1.0955	10.955	27008 INFANTAS10.0	2	1.0506	10.506
27038 CHANCAY 10.0	2	1.0505	10.505	27044 CHAVASVC4.80	2	1.1357	5.451
27062 INDUSTRI10.0	2	1.0511	10.511	27064 PACHACAM10.0	2	1.0501	10.501
27088 SANJUAN310.0	2	1.0867	10.867	27168 BALNESVC7.30	2	1.2229	8.927
27246 MINSUR 10.0	2	1.0690	10.690	37000 VIZCASVC16.0	3	1.0505	16.808
42002 C.ARMIÑO 220	4	1.0940	240.68	42008 HUAYUCA 220	4	1.0707	235.56
42016 HUANCAYE 220	4	1.0644	234.17	42018 RESTITU1 220	4	1.0943	240.75
42020 RESTITU2 220	4	1.0943	240.75	42022 RESTITU3 220	4	1.0943	240.75
44000 NUCONDOR60.0	4	1.0633	63.796	44004 SNMATEO160.0	4	1.0528	63.169
44006 SURCO 60.0	4	1.0565	63.388	44008 CHOSICA 60.0	4	1.0625	63.750
44022 HUAMPANI60.0	4	1.0567	63.401	44038 PAMPAS 69.0	4	1.0902	75.223
44072 MOYOPAMP60.0	4	1.0627	63.764	44074 COBRIZAI69.0	4	1.0926	75.389
44078 CALLAHU160.0	4	1.0670	64.020	44082 CALLAHU260.0	4	1.0912	65.475
46004 OROYA 2.30	4	1.0500	2.415	47042 PARAGSH112.0	4	1.1196	13.435
47080 SANJUAN 2.40	4	1.0737	2.577	47082 SANJUAN 11.0	4	1.0705	11.775
47086 CASAPIED12.0	4	1.0972	13.167	47234 COBRIZAI10.0	4	1.0909	10.909
47236 PAMPAS 10.0	4	1.0828	10.828	47238 PAMPAS 22.9	4	1.0842	24.828
47270 EXCELSI22.40	4	1.0599	2.544	47272 MINATAC1.480	4	1.0625	0.510
47274 MINATAC24.16	4	1.0942	4.552	47334 TICLIO .440	4	1.0670	0.469
49030 N-COBRI11.00	4	1.0909	1.091	49032 N-PAMPAS1.00	4	1.0834	1.083
49220 N-PARAG11.00	4	1.0719	1.072	57148 SOCABAY210.0	5	1.0595	10.595
57150 SOCABAY310.0	5	1.0584	10.584				

BUSES WITH VOLTAGE LESS THAN 0.9500:

X----- BUS -----X	AREA	V(PU)	V(KV)	X----- BUS -----X	AREA	V(PU)	V(KV)
17104 LAPAJUEL10.0	1	0.9420	9.420	22058 MARCONA 220	2	0.9403	206.87
24082 TAMBDMOR60.0	2	0.9316	55.894	24084 CHINCHA 60.0	2	0.9383	56.296
24086 PISCO 60.0	2	0.9434	56.602	24092 ALTDLUNA60.0	2	0.9420	56.521
24094 PARACAS 60.0	2	0.9484	56.906	24152 T-ALTLUN60.0	2	0.9459	56.753
24162 T-MORA 60.0	2	0.9467	56.800	24164 T-PEDREG60.0	2	0.9334	56.005
24166 T-PNUEVO60.0	2	0.9493	56.956	24170 PEDREGAL60.0	2	0.9333	55.998
41000 UCHUHAC 138	4	0.9357	129.13	41006 CONDORCO 138	4	0.8622	118.98
41044 PARAGSHA 138	4	0.9410	129.85	41046 CARHUAMA 138	4	0.9114	125.77
41052 CARIPA 138	4	0.8673	119.68	41054 OROYANUE 138	4	0.8583	118.44
41064 PARAGSH2 138	4	0.9418	129.97	47096 HUICRA 2.40	4	0.9237	2.217
47108 CASPNO1 50.0	4	0.9473	47.364	47132 CFRANCIS50.0	4	0.9455	47.277
47170 CASAPALC50.0	4	0.9445	47.226	47336 TORREN8 10.0	4	0.8878	8.878
47350 PUCALLPA10.0	4	0.9366	9.366	67140 YURACAC16.90	6	0.9317	6.429

Observaciones:**❑ SE Campo Armiño y Barras de la CH Restitución.**

A efectos de lograr niveles de tensión aceptables en el centro de Lima, las barras de estas SE operan normalmente en las tensiones reportadas (1.094 pu - 240 kV).

Resulta importante destacar que los transformadores de la CH Mantaro poseen tensiones nominales de diseño apropiadas a las exigencias operativas antes descriptas, 13.8/230 kV, con 4 taps de $\pm 2 \times 2.5\%$.

❑ Barras de compensación Shunt.

Para el escenario de análisis se distingue que, en general, las barras utilizadas para vincular a la red del SEIN equipos de compensación shunt del tipo capacitivo (bancos de capacitores o SVCs) aportando reactivo al sistema, presentan perfiles de tensión altos.

❑ Zona comprendida por las estaciones Callahuanca, Moyopampa y Huampani en 60 kV.

Las citadas estaciones poseen transformadores con tensiones nominales, en sus devanados secundarios, que oscilan entre valores de 64 y 65.5 kV (1.067 y 1.0912 pu). A fin de afrontar las caídas de tensión resultantes en el subsistema de transmisión de 60 kV cercano a Lima.

❑ Oroya Nueva, Paragsha, Carhuamayo, Condorcocha (138 kV).

Tanto las barras de estas SE, como de otras adyacentes, están caracterizadas por poseer perfiles de tensión que van desde 118 kV en Oroya Nueva, hasta 129 kV en Carhuamayo, Paragsha y Condorcocha.

Cabe señalar que, de acuerdo a información suministrada por el COES, este es uno de los sistemas de transmisión eléctrica más antiguo de Perú y ha sido concebido para operar en los niveles de tensión antes indicados.

❑ Marcona (220 kV).

En esta SE se observan una caída de tensión lo cual refleja la operación actual en este punto.

F5.3.2. SOBRECARGAS

El resumen del equipamiento que presenta sobrecarga se ha dividido en la **Tabla N° F5.4** correspondiente a líneas de transmisión y la **Tabla N° F5.5**, la cual constituye el reporte de los transformadores que operan por encima de su potencia nominal.

Tabla N° F5.4: Sobrecargas en líneas de transmisión

X-----FROM BUS-----X				X-----TO BUS-----X				CURRENT (MVA)			
BUS	NAME	BSKV	AREA	BUS	NAME	BSKV	AREA	CKT	LOADING	RATING	PERCENT
22046*	SANJUAN	220	2	42000	POMACCOCH	220	4	1	158.6	152.4	104.0
22046*	SANJUAN	220	2	42000	POMACCOCH	220	4	2	158.6	152.4	104.0
24174*	STAROSV	260.0	2	44028	STA.ROSA	60.0	4	1	65.4	56.1	116.5
44022	HUAMPANI	60.0	4	44086*	ÑANA	60.0	4	1	44.4	40.5	109.7

Observaciones:

Según información descriptiva aportada por el COES en relación con las características operativas del SEIN, las líneas indicadas en la **Tabla N° F5.4** suelen registrar sobrecargas para esta banda horaria.

Tabla N° F5.5: Transformadores que operan por encima de su capacidad nominal.

Transformadores que operan por encima de su capacidad nominal (no se incluyen transformadores de bloque o SVCs):

X-----FROM BUS-----X				X-----TO BUS-----X				MVA		MVA	
BUS	NAME	BSKV	AREA	BUS	NAME	BSKV	AREA	CKT	LOADING	RATING	PERCENT
14034*	PAITA	60.0	1	19152	N-PAITA	1.00	1	1	8.7	8.0	108.2
14066*	LAPAJUEL	60.0	1	19046	N-LAPAJU	1.00	1	1	41.2	33.0	124.7
16032	ZARUMILL	10.0	1	19006*	N-ZARUMI	1.00	1	1	2.1	2.0	107.2
17038*	PAITA	10.0	1	19152	N-PAITA	1.00	1	1	8.5	8.0	106.7
17058	TUMAN	10.0	1	19024*	N-TUMAN	1.00	1	1	2.1	2.0	103.2
17080	TRUJINO	310.0	1	19182*	N-TRUJN	31.00	1	1	17.5	15.0	116.4
17104	LAPAJUEL	10.0	1	19046*	N-LAPAJU	1.00	1	1	38.8	33.0	117.5
17108*	CHIMBO	1213.8	1	19148	N-CHMB	121.00	1	2	42.2	36.0	117.1
22006*	STA.ROSA	220	2	29014	N-SROSA	31.00	2	3	91.7	85.0	107.9
22006*	STA.ROSA	220	2	29128	N-SROSA	41.00	2	4	137.5	120.0	114.6
22046	SANJUAN	220	2	29136*	N-SANJUA	1.00	2	3	50.9	50.0	101.8
22056*	ICA	220	2	29008	N-ICA	1.00	2	1	53.4	50.0	106.7
22122*	ACE.AREQ	220	2	27174	ACE.AREQ	20.0	2	3	50.4	50.0	100.7
24070*	ATOCONGO	60.0	2	27074	ATOCONG	16.60	2	1	25.2	25.0	100.7
24070*	ATOCONGO	60.0	2	27076	ATOCONG	26.60	2	2	25.2	25.0	100.7
24084*	CHINCHA	60.0	2	27100	CHINCHA	10.0	2	1	10.6	7.0	150.9
24084*	CHINCHA	60.0	2	27100	CHINCHA	10.0	2	2	10.6	7.0	150.9
24086*	PISCO	60.0	2	27102	PISCO	10.0	2	1	7.4	7.0	106.0
24088*	ELCARMEN	60.0	2	27112	ELCARMEN	10.0	2	1	5.6	5.0	111.7
24092*	ALTDLUNA	60.0	2	27104	ALTDLUNA	10.0	2	1	10.4	7.0	148.7
24098*	ICANORTE	60.0	2	27116	ICANORT	110.0	2	2	7.4	7.0	105.2
24098*	ICANORTE	60.0	2	27178	ICANORT	210.0	2	1	7.3	7.0	105.0
24118*	JGALVEZ	60.0	2	27132	JGALVEZ	10.0	2	1	29.0	25.0	116.2
24118*	JGALVEZ	60.0	2	27132	JGALVEZ	10.0	2	2	28.7	25.0	114.9
24120*	LIMATAM	160.0	2	27154	LIMATAM	210.0	2	2	33.4	25.0	133.8
24120*	LIMATAM	160.0	2	27154	LIMATAM	210.0	2	3	32.1	25.0	128.3
24120*	LIMATAM	160.0	2	27156	LIMATAM	110.0	2	1	28.2	25.0	112.8
29014	N-SROSA	31.00	2	44056*	STAROSA	260.0	2	3	86.9	85.0	102.2
29128	N-SROSA	41.00	2	44056*	STAROSA	260.0	2	4	130.3	120.0	108.5

44076*	PUENTE	60.0	4	47068	PUENTE1	10.0	4	1	54.1	40.0	135.2
44076*	PUENTE	60.0	4	47070	PUENTE2	10.0	4	2	26.0	25.0	104.0
44076*	PUENTE	60.0	4	47070	PUENTE2	10.0	4	3	26.9	25.0	107.7
44084*	HUACHIPA	60.0	4	47028	HUACHIPA	10.0	4	1	23.4	17.2	135.8
44112*	S.ANITA	60.0	4	49046	N-SANITA	1.00	4	1	45.5	40.0	113.9
44218*	PUCALLP	260.0	4	49060	N-PUCALL	1.00	4	1	17.8	15.0	118.9
47018	S.CLARA	10.0	4	49044*	N-SCLARA	1.00	4	1	11.1	10.0	111.0
47336	TORREN8	10.0	4	47358*	TORREN8	50.0	4	1	26.7	10.0	266.8
47350	PUCALLP	10.0	4	49060*	N-PUCALL	1.00	4	1	16.5	15.0	110.3
47366*	CONDORC	06.90	4	49078	N-CONDOR	1.00	4	1	11.6	10.0	115.5
61132*	CACHIMAY	138	6	67140	YURACAC	16.90	6	1	27.9	20.0	139.7

F5.3.3. LIMITES DE REACTIVO

El listado de plantas generadoras contenido en la **Tabla N° F5.6** pretende agilizar la distinción de aquellas centrales con su despacho de potencia reactiva en los límites de sus respectivas curvas de capacidad.

Tabla N° F5.6: Generadores con un despacho reactivo en los límites de su curva de capacidad

BUS	NAME	BSVLT	ON/OFF	TYP	MW	MVAR	QMAX	QMIN
46082	CALLAHU	16.50	1 0	-2	11.0	7.5	7.5	-7.0
46084	CALLAHU	26.50	1 0	-2	11.0	7.5	7.5	-7.0
46086	CALLAHU	36.50	1 0	-2	11.0	7.5	7.5	-7.0
56106	ILO2	17.0	1 0	-2	141.0	-20.9	99.6	-20.9
56128	CHARCAII	5.25	3 0	-2	0.6	-0.4	0.5	-0.4
56130	CHARCIII	5.25	2 0	-2	3.8	-2.4	3.8	-2.4

F5.4. COMENTARIOS

Se puede concluir que, en términos generales, el escenario de análisis **ES06MED** presenta un funcionamiento adecuado y acorde a las características operativas reales de la red del SEIN informadas por el COES.

Una de las principales características de este escenario, está dada por el cambio en el sentido del flujo de potencia que transporta la línea Chimbote 1 - Paramonga Nueva 220 kV. Durante horas de mínima demanda, el Area 1 (Costa Norte) es netamente importadora, o lo que es lo mismo, el flujo de potencia se dirige desde la SE Paramonga Nueva hacia la SE Chimbote 1.

En relación con el control de tensión en el sistema sur, se observa que a consecuencia de operar básicamente con un bajo nivel de carga, los perfiles de tensión poseen valores levemente superiores a los resultantes en otras áreas del SEIN. Dichos valores son tales que para todos los escenarios evaluados, las principales centrales del área operan en condiciones de subexcitación.

Tal como se informó en las observaciones, algunos parámetros (niveles de tensión, sobrecargas) que se encuentran fuera de los límites, obedecen a condiciones reales de operación.

F5.5. DIAGRAMAS UNIFILARES DEL SEIN

Dada la extensa topología que caracteriza la red del SEIN y las consecuentes dificultades de su representación en un formato que resulte funcional para la evaluación de los escenarios, se incorporan diagramas parciales de la red.

La presentación de estos esquemas pretende simplificar y dinamizar el análisis de los flujos de potencia.

En general, el criterio adoptado para la confección de estos diagramas unifilares se fundamenta en incorporar las barras de mayor importancia del área que representan, así como también las líneas de los principales circuitos, equipamiento de transformación y compensación, y aquellos generadores que resultan de interés.

Considerando lo expuesto en los párrafos precedentes resultan los diagramas según el detalle adjunto:

- **Figura N°F5.1:** corresponde al diagrama unifilar sintetizado de la Red del subsistema Norte, donde se destacan los circuitos de 220 kV y 138 kV.
- **Figura N°F5.2:** este unifilar comprende la jurisdicción de la ciudad de Lima y la zona adyacente, por esto se la ha definido como Red Centro y se destacan los circuitos de 220 kV y 138 kV.
- **Figura N°F5.3:** esquema abreviado de las Redes de 220 kV y vínculos asociados de 138 kV, desde Campo Armiño - Cotaruse - Socabaya hasta las áreas de Puno, Ilo y los Héroes. Por la ubicación geográfica de estos puntos se denomina a este diagrama unifilar: **Red Sur.**

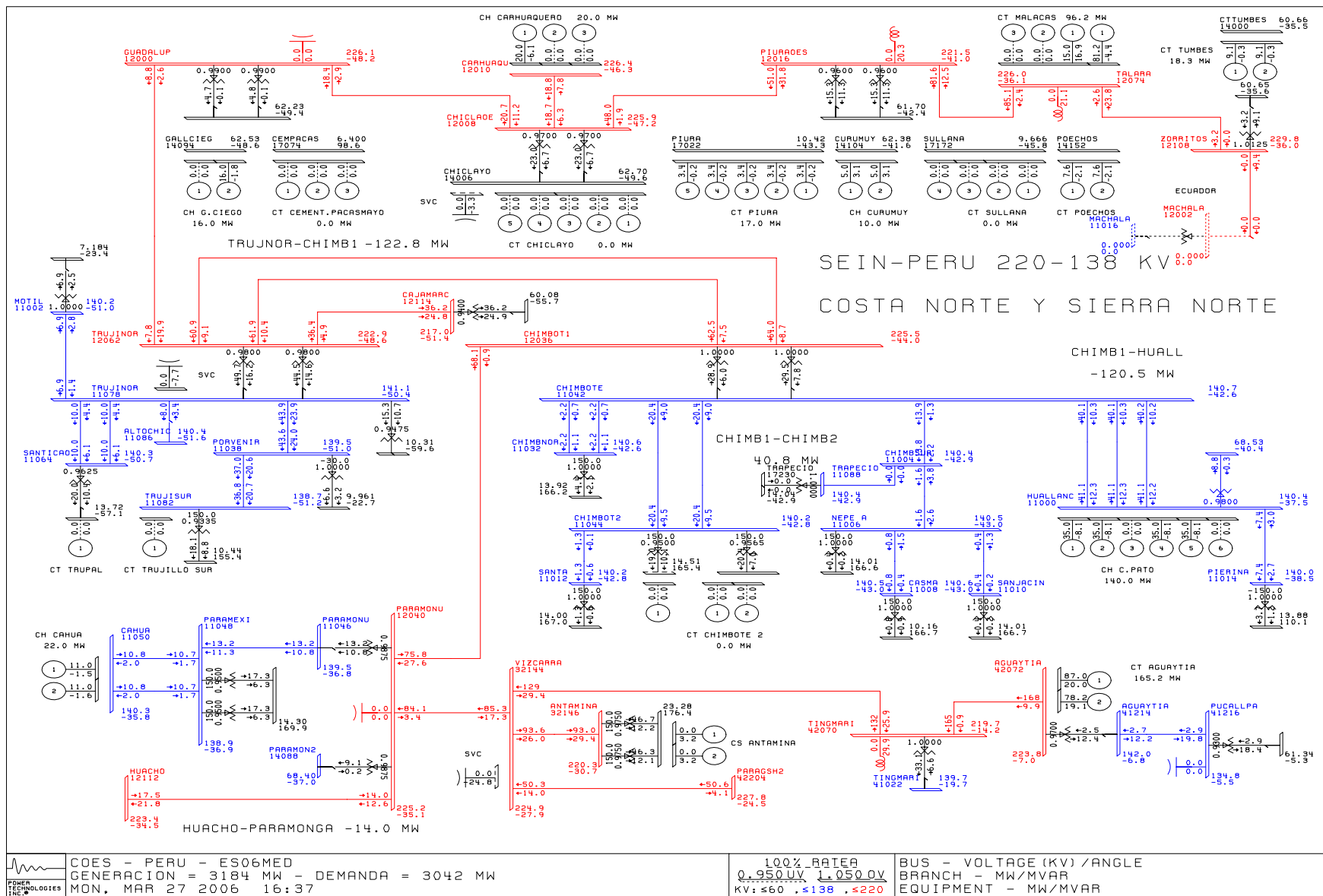


Figura N°F5.1: Red Norte 220 kV y 138 kV

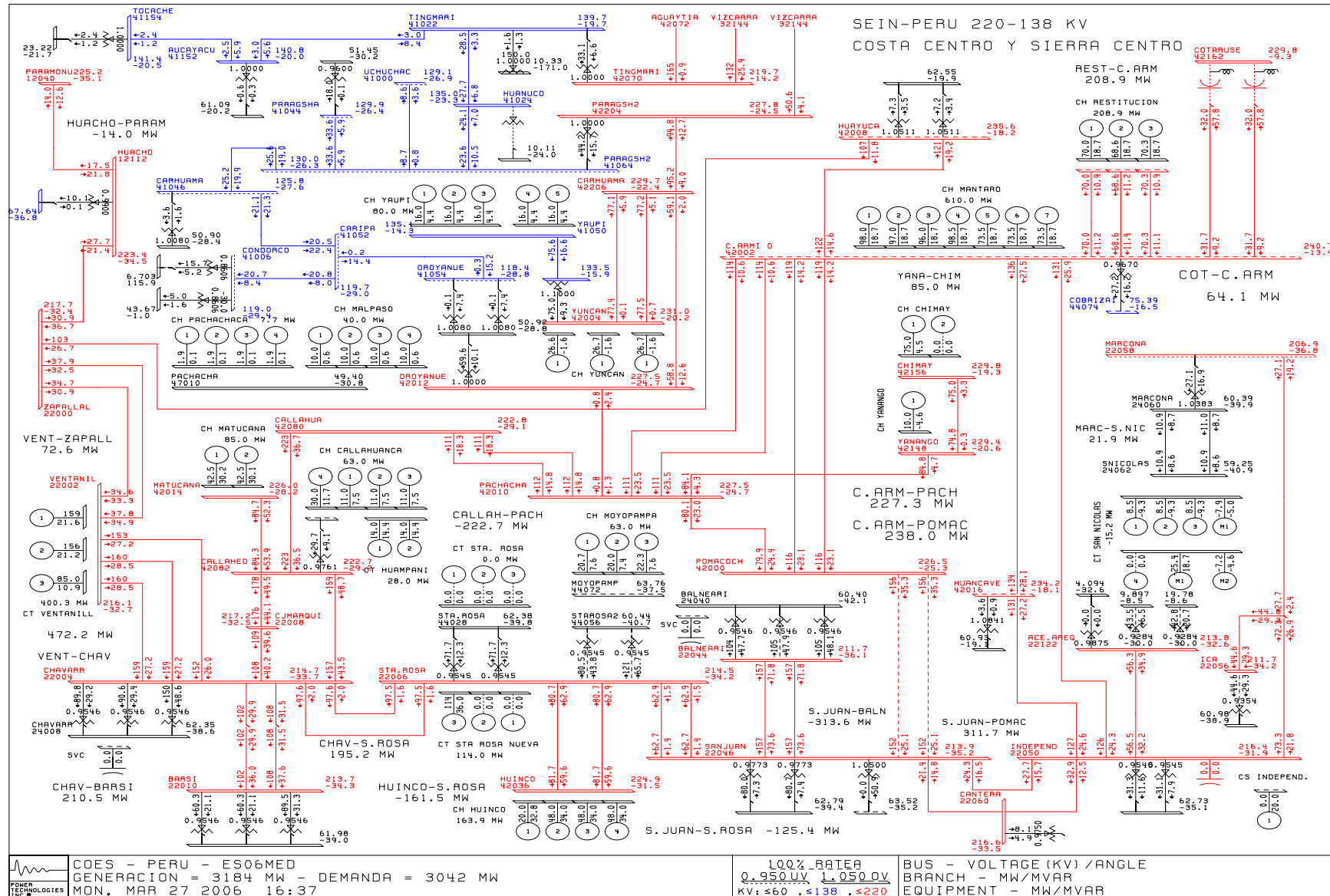


Figura N°F5.2: Red Centro 220 kV y 138 kV

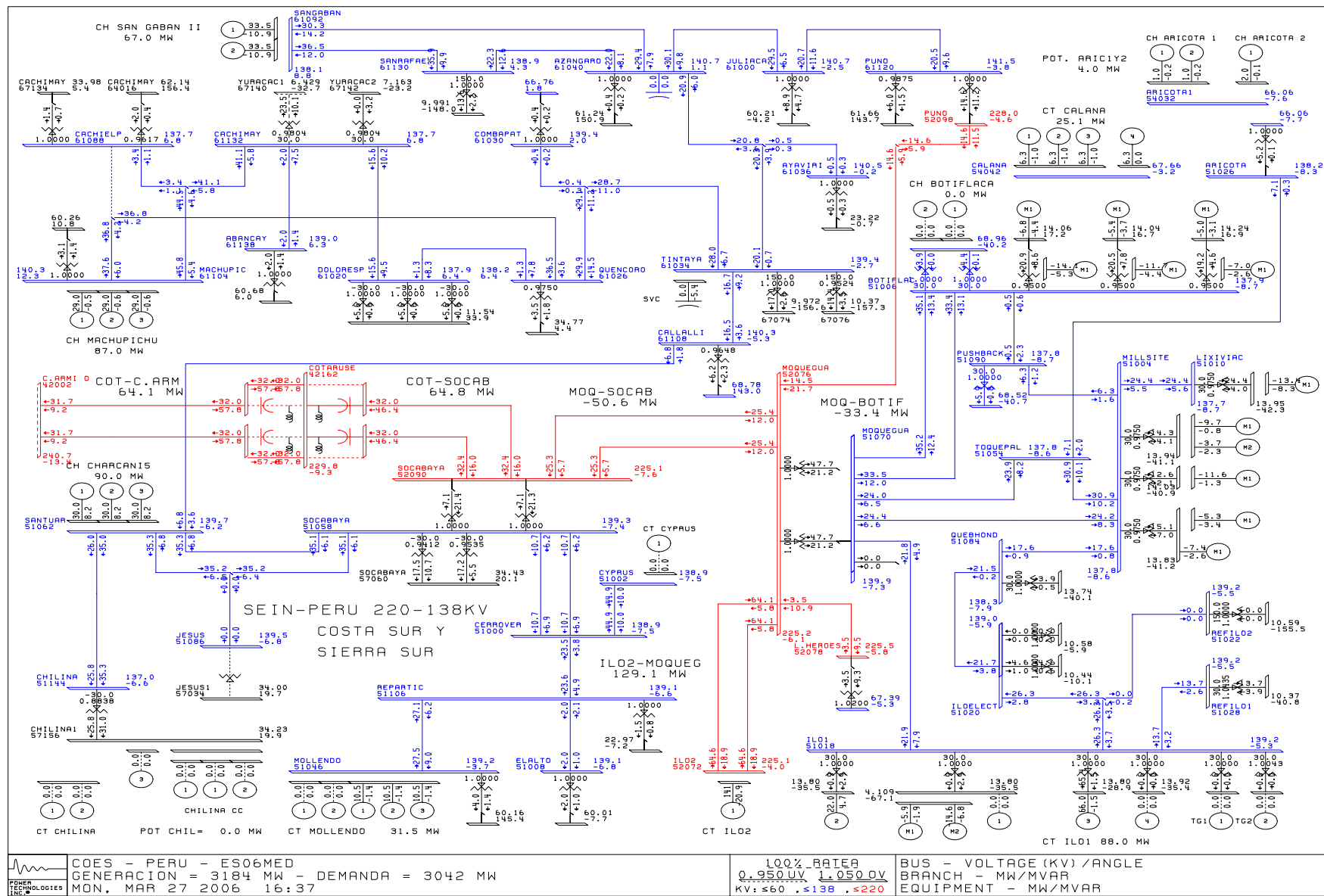


Figura N°F5.3: Red Sur 220 kV y 138 kV