

FLUJOS DE POTENCIA

ESO6MIN

F6.1. INTRODUCCIÓN

Este anexo documenta aquellas características más sobresalientes del flujo de potencia **ES06MIN**, 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 *F6.4. COMENTARIOS* de este anexo, las debilidades operativas del funcionamiento del SEIN para el escenario simulado.

F6.2. 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° F6.1** y la **Tabla N° F6.2** concentran la información antes detallada.

Tabla N° F6.1: Demanda y Despacho totalizados por áreas

Area	Generación	Demanda
	MW	MW
1-Costa Norte	189.90	316.20
2-Costa Centro	519.67	839.47
3-Sierra Norte	0	93
4-Sierra Centro	1175.83	429.83

Area	Generación	Demanda
	MW	MW
5-Costa Sur	201.63	311.43
6-Sierra Sur	127.67	128.97
Total	2214.70	2118.90

Tabla N° F6.2: Generación por Central

Hidro SICN	2006 - Estiaje - Mínima demanda	
	MW	Cantidad de Grupos en Servicio
Mantaro	450.0	5 grupos de 7
Restitución	160.9	3 grupos de 3
Huinco		
Matucana	80.0	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	10.0	1 grupos de 3
Cañon del Pato	60.0	3 grupos de 6
Malpaso	4.0	4 grupos de 4
Oroya	7.0	3 grupos de 3
Pachachaca	7.7	4 grupos de 4
Yaupi	60.0	5 grupos de 5
Yuncan	60.0	2 grupos de 3
Gallito Ciego		
Curumuy		
Poechos		
Pariac	1.7	2 grupos de 6
Chimay		
Yanango	10.0	1 grupos de 1
Huanchor	17.0	2 grupos de 2
Subtotal (SICN)	1104.3	

Hidro SIS	2006 - Estiaje - Mínima 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	34.7	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	0.8	1 grupos de 1
Machupicchu	87.0	3 grupos de 3
San Gaban II	40.0	2 grupos de 2
Subtotal (SISUR)	189.9	
Subtotal hidro (SEIN)	1294.2	

Térmicas SICN	2006 - Estiaje - Mínima 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		
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	109.4	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	10.0	1 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		
GD Yarinacocha Wartsila		
Subtotal (SICN)	781.0	

Térmicas Sur	2006 - Estiaje - Mínima 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		
TG Mollendo		
GD Moquegua		
GD Calana		
Ilo 1 TV2	10.0	1 grupos de 1
Ilo 1 TV3	22.0	1 grupos de 1
Ilo 1 TV4		
Ilo 1 TG 1		
Ilo 1 TG 2		
Ilo 1 CATKATO		
Ilo 2 TV	107.5	1 grupos de 1
Subtotal térmico (SISUR)	139.5	

Subtotal térmico (SIN)	920.5	
------------------------	-------	--

Generación total SEIN	2214.7
Demanda total SEIN	2118.9

F6.3. 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.

F6.3.1. NIVELES DE TENSIÓN

La **Tabla N° F6.3** contiene un listado que identifica aquellas barras que superan alguno de los límites considerados para este parámetro.

Tabla N° F6.3: 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)
24042 INDUSTRI160.0	2	1.0506	63.038	24068 BARS1 60.0	2	1.0509	63.051
24140 C5-BARS160.0	2	1.0502	63.014	24146 C6-BARS160.0	2	1.0505	63.032
26000 INDECS0110.0	2	1.0960	10.960	37000 VIZCASVC16.0	3	1.0527	16.843
42002 C.ARMIÑO 220	4	1.0940	240.68	42004 YUNCAN 220	4	1.0508	231.18
42008 HUAYUCA 220	4	1.0825	238.14	42016 HUANCAYE 220	4	1.0806	237.73
42018 RESTITU1 220	4	1.0941	240.71	42020 RESTITU2 220	4	1.0941	240.71
42022 RESTITU3 220	4	1.0941	240.71	42162 COTARUSE 220	4	1.0520	231.45
42164 COTARU11 220	4	1.0520	231.45	42166 COTARU12 220	4	1.0520	231.45
44000 NUCONDOR60.0	4	1.0645	63.869	44004 SNMATEO160.0	4	1.0584	63.502
44006 SURCO 60.0	4	1.0608	63.647	44008 CHOSICA 60.0	4	1.0649	63.897
44038 PAMPAS 69.0	4	1.0656	73.528	44072 MOYOPAMP60.0	4	1.0651	63.907
44074 COBRIZAI69.0	4	1.0685	73.727	44078 CALLAHU160.0	4	1.0673	64.040
44082 CALLAHU260.0	4	1.0876	65.256	46028 YUNCAN3 13.8	4	1.0508	14.501
47042 PARAGSH112.0	4	1.1345	13.613	47074 MONTERRI10.0	4	1.0555	10.555
47080 SANJUAN 2.40	4	1.0851	2.604	47082 SANJUAN 11.0	4	1.0826	11.909
47086 CASAPIED12.0	4	1.1162	13.394	47144 MONTERRI23.0	4	1.0551	24.268
47234 COBRIZAI10.0	4	1.0671	10.671	47236 PAMPAS 10.0	4	1.0568	10.568
47238 PAMPAS 22.9	4	1.0586	24.241	47270 EXCELSI22.40	4	1.0735	2.576
47272 MINATAC1.480	4	1.0823	0.520	47274 MINATAC24.16	4	1.1128	4.629
47308 JAUJA 10.0	4	1.0567	10.567	47334 TICLIO .440	4	1.0620	0.467
49002 N-MONTRR1.00	4	1.0596	1.060	49030 N-COBRI11.00	4	1.0671	1.067
49032 N-PAMPAS1.00	4	1.0577	1.058	49220 N-PARAG11.00	4	1.0850	1.085
57148 SOCABAY210.0	5	1.0680	10.680	57150 SOCABAY310.0	5	1.0674	10.674
57166 CHILINA110.0	5	1.0538	10.538	57168 CHILINA210.0	5	1.0548	10.548
67072 TINTASVC10.5	6	1.0574	11.103				

BUSES WITH VOLTAGE LESS THAN 0.9500:

X----- BUS -----X	AREA	V(PU)	V(KV)	X----- BUS -----X	AREA	V(PU)	V(KV)
27168 BALNESVC7.30	2	0.9136	6.670	29136 N-SANJUA1.00	2	0.9349	0.935
41000 UCHUCHAC 138	4	0.9405	129.80	41006 CONDORCO 138	4	0.8627	119.06
41044 PARAGSHA 138	4	0.9465	130.61	41046 CARHUAMA 138	4	0.9149	126.25
41052 CARIPA 138	4	0.8678	119.76	41054 OROYANUE 138	4	0.8578	118.37
41064 PARAGSH2 138	4	0.9471	130.70	46062 MOYOPAM110.0	4	0.9500	9.500
46064 MOYOPAM210.0	4	0.9500	9.500	46066 MOYOPAM310.0	4	0.9500	9.500
46096 HUINCO1 12.5	4	0.9172	11.465	46098 HUINCO2 12.5	4	0.9174	11.467
46100 HUINCO3 12.5	4	0.9174	11.467	46102 HUINCO4 12.5	4	0.9174	11.467
47096 HUICRA 2.40	4	0.9379	2.251	47108 CASPNO1 50.0	4	0.9246	46.231
47116 CASAPALC2.40	4	0.9496	2.279	47132 CFRANCIS50.0	4	0.9220	46.100
47170 CASAPALC50.0	4	0.9200	46.002	47336 TORREN8 10.0	4	0.9152	9.152
67140 YURACAC16.90	6	0.9122	6.294				

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 en 60 kV.

Las citadas estaciones poseen transformadores con tensiones nominales, en sus devanados secundarios, que oscilan entre valores de 64 y 65 kV (1.065 y 1.0673 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 126 kV en Carhuamayo, Condorcocha y Paragsha.

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.

❑ Huinco (12.5 kV).

Las caídas de tensión registradas en estos puntos obedecen a que en este escenario la CH Huinco no despacha.

F6.3.2. SOBRECARGAS

El resumen del equipamiento que presenta sobrecarga se ha dividido en la **Tabla N° F6.4** correspondiente a líneas de transmisión y la **Tabla N° F6.5**, la cual constituye el reporte de los transformadores que operan por encima de su potencia nominal.

Tabla N° F6.4: Sobrecargas en líneas de transmisión

No se registraron sobrecargas de líneas.

Tabla N° F6.5: 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
14066*	LAPAJUEL	60.0	1	19046	N-LAPAJU1	1.00	1	1	38.2	33.0	115.9
17104	LAPAJUEL	10.0	1	19046*	N-LAPAJU1	1.00	1	1	36.3	33.0	110.0
24084*	CHINCHA	60.0	2	27100	CHINCHA	10.0	2	1	9.5	7.0	135.6
24084*	CHINCHA	60.0	2	27100	CHINCHA	10.0	2	2	9.5	7.0	135.6
24092*	ALTDLUNA	60.0	2	27104	ALTDLUNA	10.0	2	1	8.6	7.0	123.3
47336	TORREN8	10.0	4	47358*	TORREN8	50.0	4	1	21.5	10.0	214.7
47356	CHICRIN	.480	4	49062*	N-CHICRI1	1.00	4	1	2.4	2.0	120.5
47366*	CONDORCO	6.90	4	49078	N-CONDOR1	1.00	4	1	11.6	10.0	115.5
61132*	CACHIMAY	138	6	67140	YURACAC1	6.90	6	1	28.2	20.0	141.0
66004	HUANCARA	2.40	6	67118*	HUANCARA	22.0	6	1	3.3	2.5	132.7
66004	HUANCARA	2.40	6	67118*	HUANCARA	22.0	6	2	3.3	2.5	132.7

F6.3.3. LIMITES DE REACTIVO

El listado de plantas generadoras contenido en la **Tabla N° F6.6** pretende agilizar la distinción de aquellas centrales con su despacho de potencia reactiva en los límites de sus respectivas curvas de capacidad.

Tabla N° F6.6: Generadores con un despacho reactivo en los límites de su curva de capacidad

BUS	NAME	BSVLT	ON/OFF	TYP	MW	MVAR	QMAX	QMIN
26064	SNICOLAS	13.8	2	2	-2	2.1	-15.3	11.3
46024	YUNCAN1	13.8	1	0	-2	30.0	-10.0	21.0
46026	YUNCAN2	13.8	1	0	-2	30.0	-10.0	21.0
56106	ILO2	17.0	1	0	-2	107.5	-20.9	99.6
56128	CHARCAII	5.25	3	0	-2	0.6	-0.4	0.5
56130	CHARCIII	5.25	2	0	-2	3.8	-2.4	3.8

F6.4. COMENTARIOS

Se puede concluir que, en términos generales, el escenario de análisis **ES06MIN** 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 cuanto a los perfiles de tensión, se puede advertir que los mismos se incrementan conforme se encuentra más descargado el sistema, tal cual se puede apreciar en el reporte de tensiones fuera de banda.

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.

F6.5. 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°F6.1:** corresponde al diagrama unifilar sintetizado de la Red del subsistema Norte, donde se destacan los circuitos de 220 kV y 138 kV.
- **Figura N°F6.2:** 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°F6.3:** 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**.



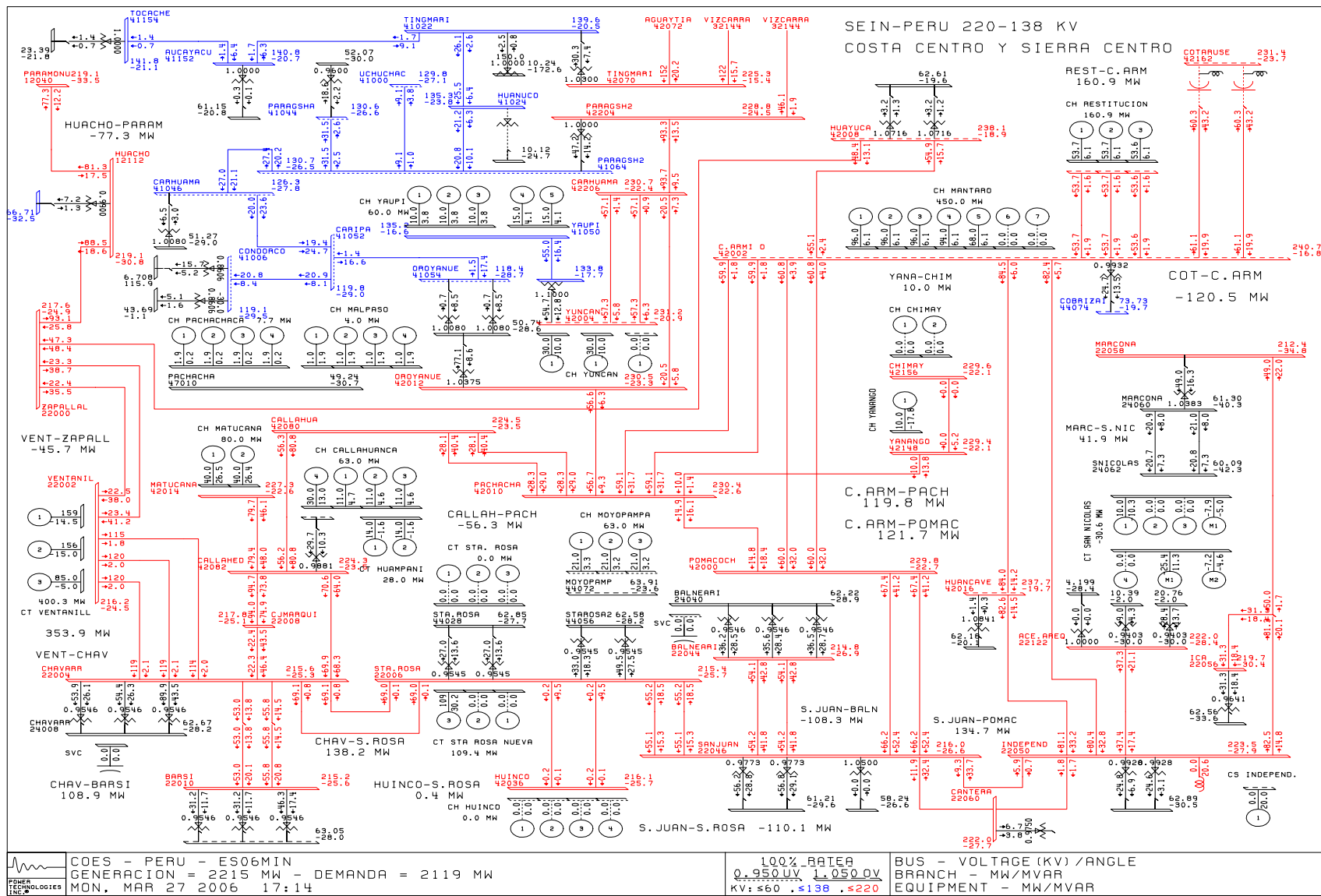


Figura N°F6.2: Red Centro 220 kV y 138 kV

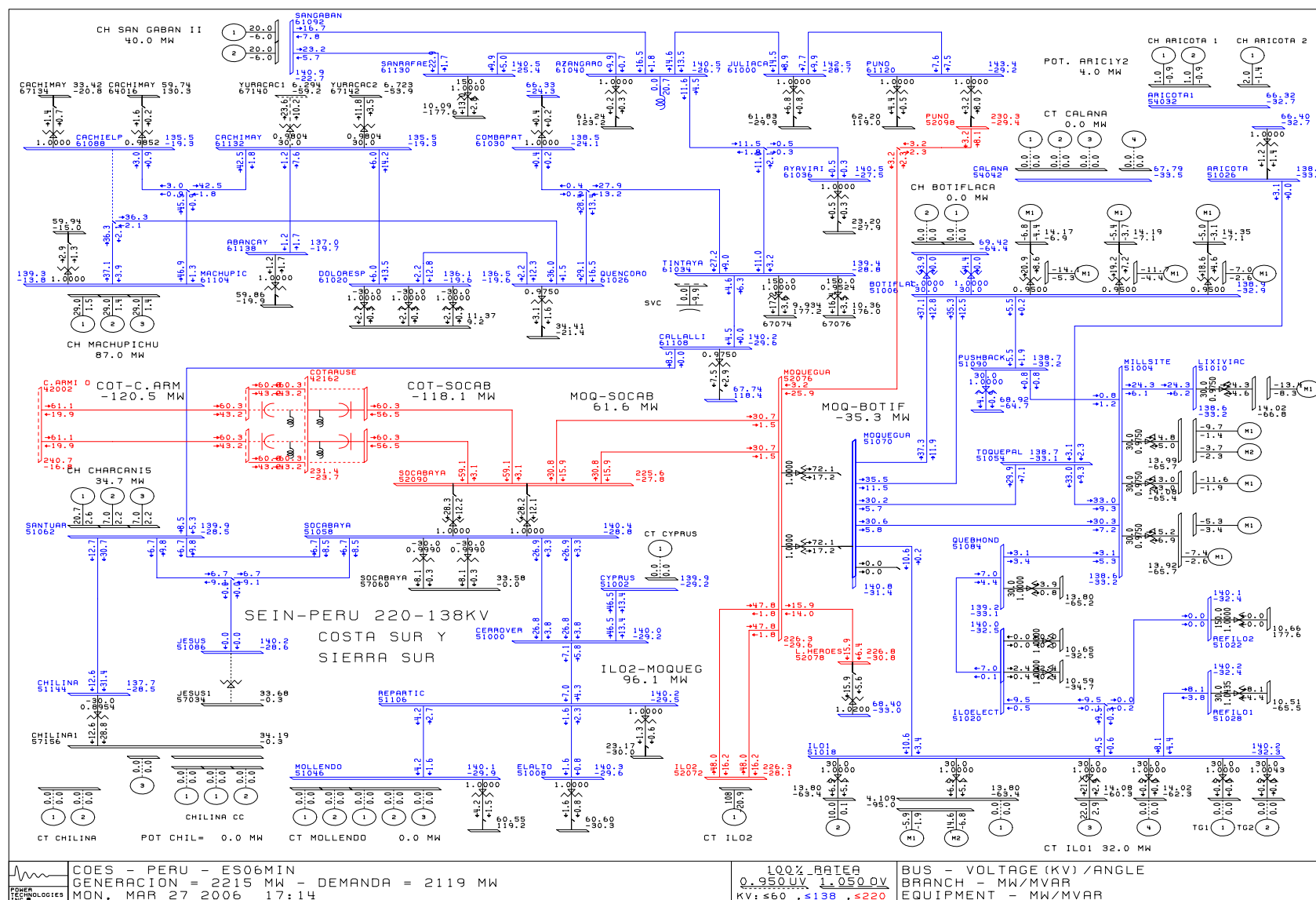


Figura N°F6.3: Red Sur 220 kV y 138 kV