

FLUJOS DE POTENCIA

AVO6MED

F2.1. INTRODUCCIÓN

Este anexo documenta aquellas características más sobresalientes del flujo de potencia **AV06MED**, 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 *F2.4. COMENTARIOS* de este anexo, las debilidades operativas del funcionamiento del SEIN para el escenario simulado.

F2.2. 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° F2.1** y la **Tabla N° F2.2** concentran la información antes detallada.

Tabla N° F2.1: Demanda y Despacho totalizados por áreas

Area	Generación	Demanda
	MW	MW
1-Costa Norte	493.40	426.40
2-Costa Centro	308.47	1373.87
3-Sierra Norte	0.00	93.00
4-Sierra Centro	1996.53	634.53

Area	Generación	Demanda
	MW	MW
5-Costa Sur	190.93	352.83
6-Sierra Sur	189.5	137.47
Total	3177.90	3018.10

Tabla N° F2.2: Generación por Central

Hidro SICN	2006 - Avenida - Media demanda	
	MW	Cantidad de Grupos en Servicio
Mantaro	626.7	7 grupos de 7
Restitución	209.3	3 grupos de 3
Huinco	200.0	4 grupos de 4
Matucana	120.0	2 grupos de 2
Callahuanca 6 kV	39.8	3 grupos de 3
Callahuanca 8 kV	35.2	1 grupos de 1
Moyopampa	64.7	3 grupos de 3
Huampaní	29.0	2 grupos de 2
Cahua	40.0	2 grupos de 2
Carhuaquero	87.0	3 grupos de 3
Cañon del Pato	240.0	6 grupos de 6
Malpaso	48.0	4 grupos de 4
Oroya	8.7	3 grupos de 3
Pachachaca	9.3	4 grupos de 4
Yaupi	102.0	5 grupos de 5
Yuncan	129.9	3 grupos de 3
Gallito Ciego	17.0	1 grupos de 2
Curumuy	10.0	2 grupos de 2
Poechos	15.2	2 grupos de 2
Pariac	3.0	2 grupos de 6
Chimay	150.0	2 grupos de 2
Yanango	41.0	1 grupos de 1
Huanchor	18.2	2 grupos de 2
Subtotal (SICN)	2244.0	

Hidro SIS	2006 - Avenida - 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	129.6	3 grupos de 3
Charcani VI	6.9	1 grupos de 1
Aricota I	4.0	2 grupos de 2
Aricota II	2.0	1 grupos de 1
Huancarama	2.8	1 grupos de 1
Machupicchu	85.8	3 grupos de 3
San Gaban II	100.0	2 grupos de 2
Subtotal (SISUR)	347.5	

Subtotal hidro (SEIN)	2591.5	
-----------------------	--------	--

Térmicas SICN	2006 - Avenida - Media demanda	
	MW	Cantidad de Grupos en Servicio
TG4 Malacas	81.2	1 grupos de 1
TG 1 y 2 Malacas GN		
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		
TG Ventanilla 3	154.8	1 grupos de 1
TG Ventanilla 4	153.7	1 grupos de 1
CC Ventanilla TG3		
TV Trupal		
TV San Nicolas		
GD San Nicolas		
TG Aguaytía 1	86.7	1 grupos de 1
TG Aguaytía 2	78.0	1 grupos de 1
GD Tumbes MAK		
GD Yarinacocha Wartsila		
Subtotal (SICN)	554.3	

Térmicas Sur	2006 - Avenida - 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		
TG Mollendo		
GD Moquegua		
GD Calana		
Ilo 1 TV2	10.0	1 grupos de 1
Ilo 1 TV3		
Ilo 1 TV4	22.0	1 grupos de 1
Ilo 1 TG 1		
Ilo 1 TG 2		
Ilo 1 CATKATO		
Ilo 2 TV		
Subtotal térmico (SISUR)	32.0	
Subtotal térmico (SIN)	586.3	
Generación total SEIN		3177.9
Demanda total SEIN		3018.1

F2.3. 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.

F2.3.1. NIVELES DE TENSIÓN

La **Tabla N° F2.3** contiene un listado que identifica aquellas barras que superan alguno de los límites considerados para este parámetro.

Tabla N° F2.3: 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)
17092 TRUJNSVC	8.00	1 1.0583	8.467	17108 CHIMBO	1213.8	1 1.0819	14.930
26000 INDECS	0110.0	2 1.0943	10.943	27044 CHAVASVC	4.80	2 1.1639	5.587
27088 SANJUAN	310.0	2 1.0693	10.693	27168 BALNESVC	7.30	2 1.2001	8.761
37000 VIZCASVC	16.0	3 1.0547	16.875	42002 C.ARM	I-O 220	4 1.0940	240.68
42008 HUAYUCA	220	4 1.0706	235.53	42016 HUANC	CAVE 220	4 1.0618	233.60
42018 RESTITU	1 220	4 1.0943	240.75	42020 RESTITU	2 220	4 1.0943	240.75
42022 RESTITU	3 220	4 1.0943	240.75	44000 NUCOND	OR60.0	4 1.0550	63.301
44008 CHOSICA	60.0	4 1.0539	63.236	44038 PAMPAS	69.0	4 1.0911	75.286
44072 MOYOP	AMP60.0	4 1.0542	63.251	44074 COBRIZA	I69.0	4 1.0935	75.449
44078 CALLAHU	160.0	4 1.0587	63.524	44082 CALLAHU	260.0	4 1.0902	65.412
46004 OROYA	2.30	4 1.0500	2.415	47042 PARAGSH	112.0	4 1.1189	13.427
47062 JICAMARC	10.0	4 1.0514	10.514	47080 SANJUAN	2.40	4 1.0729	2.575
47082 SANJUAN	11.0	4 1.0695	11.765	47086 CASAPIE	D12.0	4 1.0967	13.160
47234 COBRIZA	I10.0	4 1.0918	10.918	47236 PAMPAS	10.0	4 1.0838	10.838
47238 PAMPAS	22.9	4 1.0852	24.851	47270 EXCELSI	22.40	4 1.0591	2.542
47272 MINATAC	1.480	4 1.0620	0.510	47274 MINATAC	24.16	4 1.0937	4.550
47334 TICLIO	.440	4 1.0643	0.468	49030 N-COBRI	11.00	4 1.0918	1.092
49032 N-PAMPAS	1.00	4 1.0844	1.084	49220 N-PARAG	11.00	4 1.0712	1.071
56120 ILOTV	4 13.8	5 1.0500	14.490	57148 SOCABAY	210.0	5 1.0516	10.516
57150 SOCABAY	310.0	5 1.0507	10.507				

BUSES WITH VOLTAGE LESS THAN 0.9500:

X----- BUS -----X	AREA	V(PU)	V(KV)	X----- BUS -----X	AREA	V(PU)	V(KV)
22016 T-ICA	220	2 0.9493	208.85	22044 BALNEAR	I 220	2 0.9464	208.20
22056 ICA	220	2 0.9493	208.84	22058 MARCONA	220	2 0.9297	204.54
24082 TAMBD	MOR60.0	2 0.9309	55.854	24084 CHINCHA	60.0	2 0.9372	56.233
24086 PISCO	60.0	2 0.9434	56.605	24092 ALTDL	UNA60.0	2 0.9421	56.524
24094 PARACAS	60.0	2 0.9484	56.904	24098 ICANORTE	60.0	2 0.9426	56.555
24108 STAMARGA	60.0	2 0.9346	56.079	24152 T-ALT	LUN60.0	2 0.9459	56.753
24154 T-ICANOR	60.0	2 0.9473	56.839	24156 TACAMA	60.0	2 0.9403	56.417
24158 VILLACUR	60.0	2 0.9147	54.880	24162 T-MORA	60.0	2 0.9458	56.749
24164 T-PEDREG	60.0	2 0.9327	55.964	24166 T-PNUEVO	60.0	2 0.9482	56.892
24170 PEDREGAL	60.0	2 0.9326	55.957	27114 STAMARGA	10.0	2 0.9463	9.463
27118 ICA	10.0	2 0.9486	9.486	27140 STAROSA	310.0	2 0.9481	9.481
27142 STAROSA	410.0	2 0.9358	9.358	27144 BALNEAR	110.0	2 0.9377	9.377
27146 BALNEAR	210.0	2 0.9318	9.318	27148 BALNEAR	310.0	2 0.9377	9.377
27180 TACAMA	10.0	2 0.9083	9.083	29008 N-ICA	1.00	2 0.9304	0.930
29014 N-SROSA	31.00	2 0.9481	0.948	29018 N-BALNE	11.00	2 0.9377	0.938
29020 N-BALNE	21.00	2 0.9391	0.939	29022 N-BALNE	31.00	2 0.9377	0.938
29128 N-SROSA	41.00	2 0.9358	0.936	41000 UCHUCHAC	138	4 0.9344	128.94

41006 CONDORCO 138	4	0.8561	118.14	41044 PARAGSHA 138	4	0.9396	129.66
41046 CARHUAMA 138	4	0.9081	125.32	41052 CARIPA 138	4	0.8612	118.85
41054 OROYANUE 138	4	0.8514	117.49	41064 PARAGSH2 138	4	0.9404	129.78
44002 LAPLANIC60.0	4	0.9368	56.209	44112 S.ANITA 60.0	4	0.9449	56.692
47028 HUACHIPA10.0	4	0.9364	9.364	47074 MONTERRI10.0	4	0.9373	9.373
47096 HUICRA 2.40	4	0.9231	2.215	47108 CASPNO1 50.0	4	0.9437	47.187
47132 CFRANCIS50.0	4	0.9420	47.101	47144 MONTERRI23.0	4	0.9495	21.838
47170 CASAPALC50.0	4	0.9410	47.052	47336 TORREN8 10.0	4	0.8815	8.815
49126 N-MATUCA1.00	4	0.9484	0.948	67140 YURACAC16.90	6	0.9275	6.400

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 63 y 65 kV (1.0542 y 1.0902 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 (138 kV).

Tanto las barras de estas SE, como de otras adyacentes, están caracterizadas por poseer perfiles de tensión que van desde 117 kV en Oroya Nueva, 125 kV en Carhuamayo y hasta 130 kV en 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.

F2.3.2. SOBRECARGAS

El resumen del equipamiento que presenta sobrecarga se ha dividido en la **Tabla N° F2.4** correspondiente a líneas de transmisión y la **Tabla N° F2.5**, la cual constituye el reporte de los transformadores que operan por encima de su potencia nominal.

Tabla N° F2.4: Sobrecargas en líneas de transmisión

TRANSMISSION LINE LOADINGS ABOVE 100.0 % OF RATING SET A:

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	175.0	152.4	114.8
22046*	SANJUAN	220	2	42000	POMACCOCH	220	4	2	175.0	152.4	114.8
24174*	STAROSV	260.0	2	44028	STA.ROSA	60.0	4	1	62.7	56.1	111.7
42000*	POMACCOCH	220	4	42010	PACHACHA	220	4	1	171.4	152.4	112.4
44022	HUAMPANI	60.0	4	44086*	ÑAÑA	60.0	4	1	47.1	40.5	116.3

Observaciones:

Según información descriptiva aportada por el COES en relación con las características operativas del SEIN, las líneas indicadas en la **Tabla N° F2.4** suelen registrar sobrecargas para esta banda horaria.

Tabla N° F2.5: 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	8.5	8.0	106.7
14066*	LAPAJUEL	60.0	1	19046	N-LAPAJU1	1.00	1	1	36.3	33.0	109.9
16032	ZARUMILL	10.0	1	19006*	N-ZARUMI	1.00	1	1	2.1	2.0	105.8
17038*	PAITA	10.0	1	19152	N-PAITA	1.00	1	1	8.4	8.0	105.3
17058	TUMAN	10.0	1	19024*	N-TUMAN	1.00	1	1	2.0	2.0	101.9
17080	TRUJINO	310.0	1	19182*	N-TRUJN31	1.00	1	1	17.2	15.0	114.9
17104	LAPAJUEL	10.0	1	19046*	N-LAPAJU1	1.00	1	1	34.5	33.0	104.6
17108*	CHIMBO	1213.8	1	19148	N-CHMB121	1.00	1	2	41.0	36.0	113.8
22006*	STA.ROSA	220	2	29014	N-SROSA31	1.00	2	3	89.4	85.0	105.2
22006*	STA.ROSA	220	2	29128	N-SROSA41	1.00	2	4	134.0	120.0	111.7
22056*	ICA	220	2	29008	N-ICA	1.00	2	1	53.3	50.0	106.6
22122*	ACE.AREQ	220	2	27174	ACE.AREQ20	20.0	2	3	50.5	50.0	101.1
24070*	ATOCONGO	60.0	2	27074	ATOCONG16	60.0	2	1	25.2	25.0	100.8
24070*	ATOCONGO	60.0	2	27076	ATOCONG26	60.0	2	2	25.2	25.0	100.8
24084*	CHINCHA	60.0	2	27100	CHINCHA	10.0	2	1	10.6	7.0	150.7
24084*	CHINCHA	60.0	2	27100	CHINCHA	10.0	2	2	10.6	7.0	150.7
24086*	PISCO	60.0	2	27102	PISCO	10.0	2	1	7.3	7.0	104.6
24088*	ELCARMEN	60.0	2	27112	ELCARMEN10	10.0	2	1	5.5	5.0	110.4
24092*	ALTDLUNA	60.0	2	27104	ALTDLUNA10	10.0	2	1	10.2	7.0	146.3
24098*	ICANORTE	60.0	2	27116	ICANORT110	10.0	2	2	7.3	7.0	104.3
24098*	ICANORTE	60.0	2	27178	ICANORT210	10.0	2	1	7.3	7.0	104.2
24118*	JGALVEZ	60.0	2	27132	JGALVEZ	10.0	2	1	28.8	25.0	115.1
24118*	JGALVEZ	60.0	2	27132	JGALVEZ	10.0	2	2	28.5	25.0	114.0
24120*	LIMATAM	160.0	2	27154	LIMATAM210	10.0	2	2	33.0	25.0	131.8
24120*	LIMATAM	160.0	2	27154	LIMATAM210	10.0	2	3	32.0	25.0	128.1
24120*	LIMATAM	160.0	2	27156	LIMATAM110	10.0	2	1	28.1	25.0	112.5
29128	N-SROSA	41.00	2	44056*	STAROSA260	10.0	2	4	126.8	120.0	105.7
44076*	PUENTE	60.0	4	47068	PUENTE1	10.0	4	1	53.7	40.0	134.1
44076*	PUENTE	60.0	4	47070	PUENTE2	10.0	4	2	25.7	25.0	102.6
44076*	PUENTE	60.0	4	47070	PUENTE2	10.0	4	3	26.8	25.0	107.1
44084*	HUACHIPA	60.0	4	47028	HUACHIPA10	10.0	4	1	23.1	17.2	134.3
44112*	S.ANITA	60.0	4	49046	N-SANITA1	1.00	4	1	45.2	40.0	112.9
44218*	PUCALLP	260.0	4	49060	N-PUCALL1	1.00	4	1	17.5	15.0	116.5
47018	S.CLARA	10.0	4	49044*	N-SCLARA1	1.00	4	1	11.0	10.0	109.6
47336	TORREN8	10.0	4	47358*	TORREN8	50.0	4	1	26.3	10.0	263.4
47350	PUCALLPA	10.0	4	49060*	N-PUCALL1	1.00	4	1	16.3	15.0	108.6
47366*	CONDORCO	6.90	4	49078	N-CONDOR1	1.00	4	1	11.6	10.0	115.5
61034*	TINTAYA	138	6	67076	TINTAYA110	10.0	6	1	23.6	20.0	118.0

61132*	CACHIMAY 138	6	67140	YURACAC16.90	6	1	28.0	20.0	139.9
66004	HUANCARA2.40	6	67118*	HUANCARA22.0	6	1	2.7	2.5	109.6
66004	HUANCARA2.40	6	67118*	HUANCARA22.0	6	2	2.7	2.5	109.6

F2.3.3. LIMITES DE REACTIVO

El listado de plantas generadoras contenido en la **Tabla N° F2.6** pretende agilizar la distinción de aquellas centrales con su despacho de potencia reactiva en los límites de sus respectivas curvas de capacidad.

Tabla N° F2.6: Generadores con un despacho reactivo en los límites de su curva de capacidad

BUS	NAME	BSVLT	ON/OFF	TYP	MW	MVAR	QMAX	QMIN
46016	MATUCAN1	12.5	1 0	-2	60.0	33.1	33.1	-30.8
46018	MATUCAN2	12.5	1 0	-2	60.0	33.1	33.1	-30.8
46022	HUAMPANI	10.0	2 0	-2	29.0	31.1	31.1	-20.3
46082	CALLAHU	16.50	1 0	-2	13.4	7.5	7.5	-7.0
46084	CALLAHU	26.50	1 0	-2	13.1	7.5	7.5	-7.0
46086	CALLAHU	36.50	1 0	-2	13.3	7.5	7.5	-7.0
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

F2.4. COMENTARIOS

Se puede concluir que, en términos generales, el escenario de análisis **AV06MED** presenta un funcionamiento adecuado y acorde a las características operativas reales de la red del SEIN informadas por el COES.

Cabe destacar que los niveles de tensión resultantes están relacionados con las condiciones de despacho, ya que en el período de Avenida todas las centrales tienen agua suficiente para generar más que en el Estiaje y muchas veces a plena carga todo el día. En este período, el despacho se orienta a la máxima captación de energía hidroeléctrica, por lo que se restringe la operación de algunas plantas térmicas y algunas de ellas se ponen fuera de servicio. Dada la ubicación geográfica de la generación hidroeléctrica respecto de los centros de consumos, las caídas de tensión por algunas de las principales líneas resultan mayores.

A pesar de lo descripto en el párrafo precedente, en referencia a los perfiles de tensión registrados en el presente escenario, se advierte que la disminución de la demanda en comparación al escenario de punta, trae aparejada una elevación en las magnitudes de tensión.

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.

F2.5. 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°F2.1:** corresponde al diagrama unifilar sintetizado de la Red del subsistema Norte, donde se destacan los circuitos de 220 kV y 138 kV.
- **Figura N°F2.2:** 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°F2.3:** 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.**

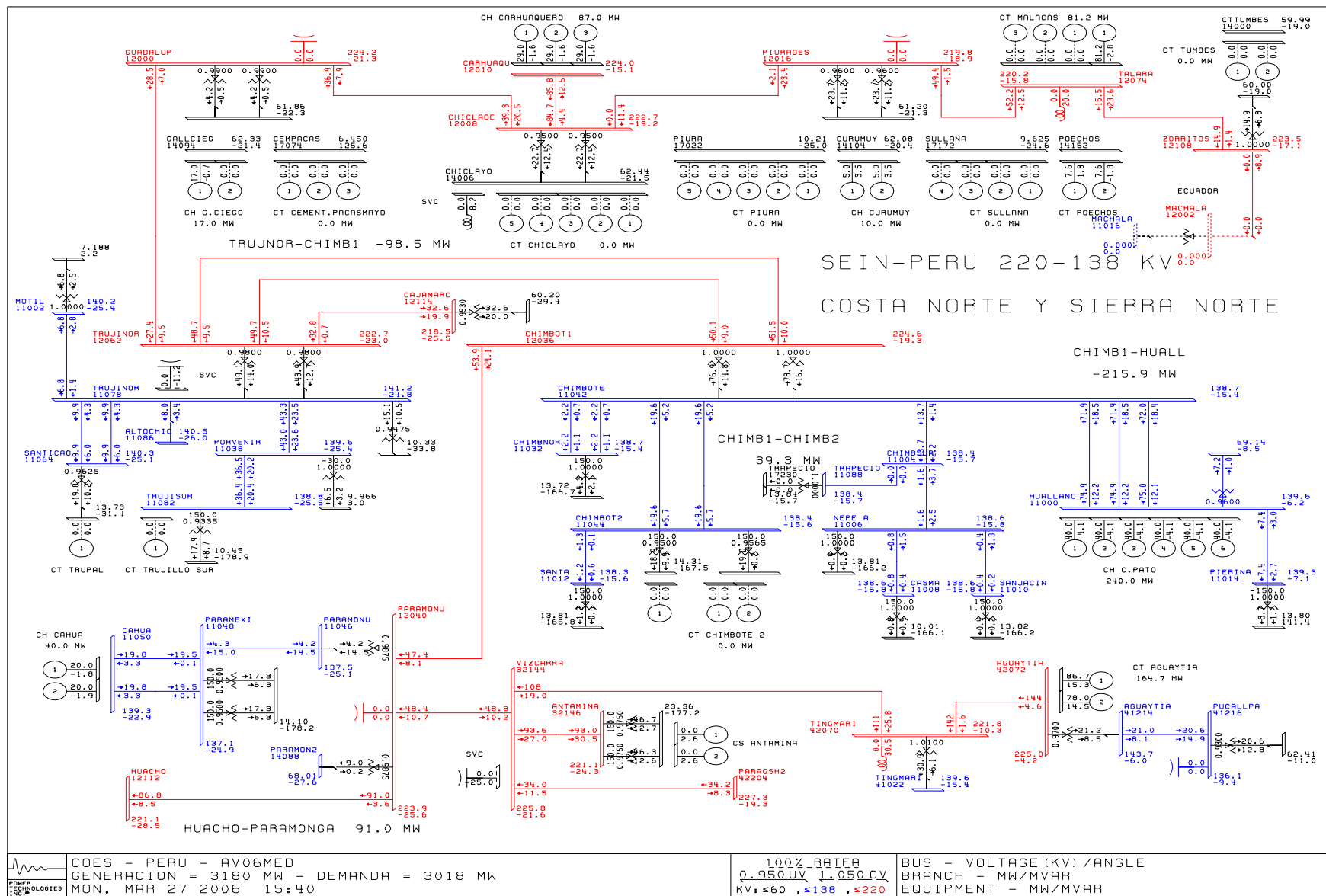


Figura N°F2.1: Red Norte 220 kV y 138 kV



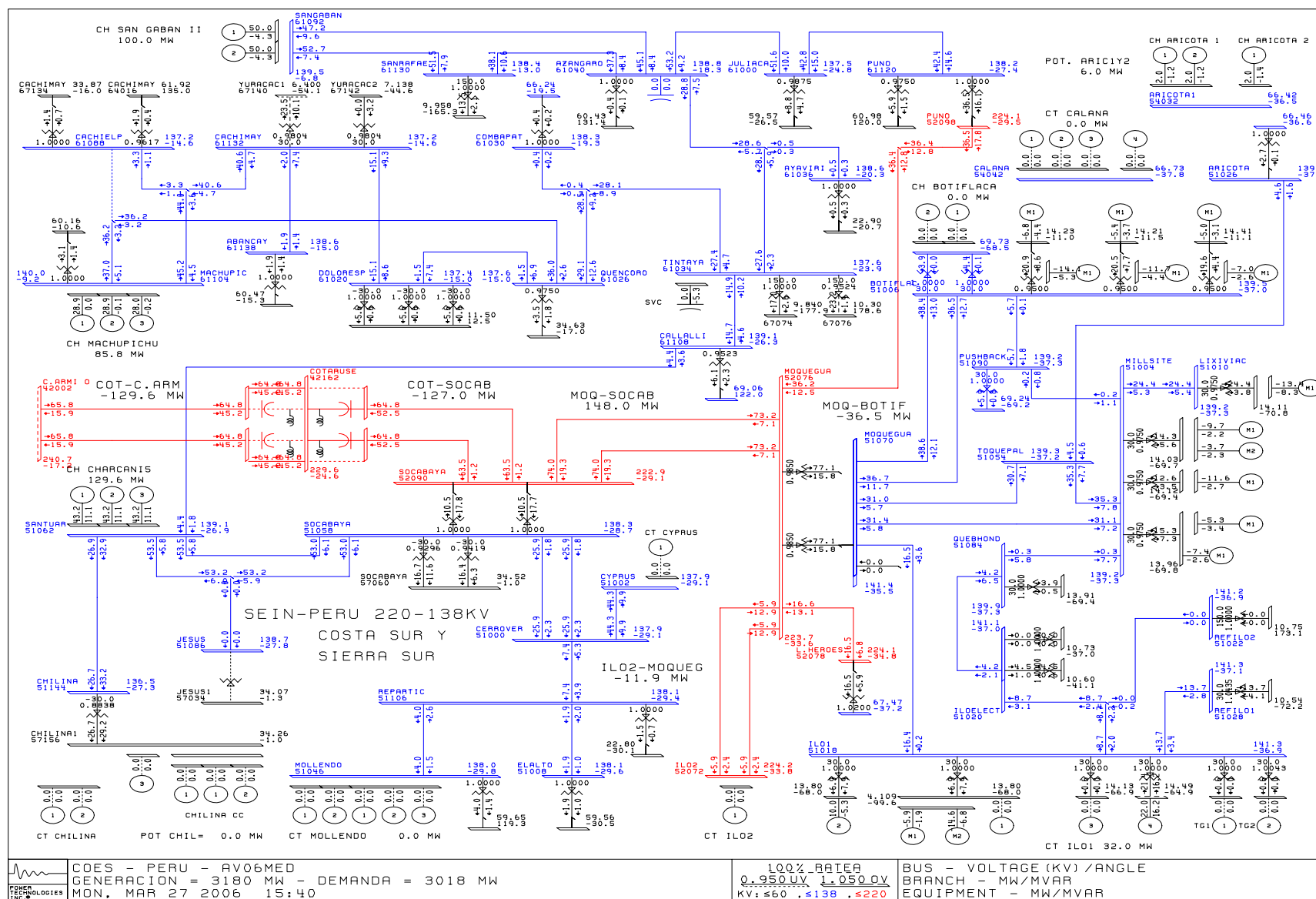


Figura N°F2.3: Red Sur 220 kV y 138 kV