

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**



**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA LÍNEA EN 138 KV CHARCANI V-YURA O  
CHARCANI I-YURA**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:**

**EDWIN LEONIDAS JARA BARRIENTOS**

**PROMOCIÓN  
2005-I**

**LIMA-PERÚ  
2007**

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA LÍNEA EN 138  
KV CHARCANI V – YURA O CHARCANI I - YURA**

## **SUMARIO**

El presente volumen de Tesis desarrolla la Factibilidad del Suministro Eléctrico de 48 MW para la fabrica de cementos Yura, desde la subestación Santuario 138 kV, asimismo se considera dentro del análisis a otras cargas como las canteras la cual se alimenta de la barra de Yura en 33 kV con la finalidad de lograr una mejor calidad y confiabilidad en el servicio eléctrico, reducir las pérdidas de potencia y energía, así como conseguir un menor precio de compra de energía y potencia al conectarse directamente al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional "SINAC" a una barra en 138 kV.

## **DEDICATORIA**

El presente se lo dedico a mis padres por su apoyo incondicional y moral. Además al Ing. Luis Prieto por su constante guía profesional.

## INDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
A.- Objetivo	1
B.- Alcances	1
C.- Antecedentes	2
D.- Definición del Problema	3
E.- Características del Área del Proyecto	3
a. Ubicación Geográfica	3
b. Medios de Transporte	4
c. Servicios y Facilidades de Alojamiento	4
F.- Resumen de Demanda de Potencia	4
G.- Inversiones	4
<b>CAPÍTULO I</b>	<b>6</b>
<b>ANÁLISIS DE MERCADO DEL SISTEMA ELÉCTRICO</b>	<b>6</b>
1.1 Análisis del Mercado Eléctrico	6
1.2 Evaluación del Mercado Eléctrico	10
<b>CAPÍTULO II</b>	<b>15</b>
<b>PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN TÉCNICA DE ALTERNATIVAS</b>	<b>15</b>
2.1 Planteamiento y Evaluación Técnica de Alternativas	15
2.2 Alternativa I: Línea Charcani V - Yura - 138kV y Subestaciones	15
2.2.1 Descripción de la Alternativa	15
2.2.2 S.E. Santuario 138 kV	15

2.2.3 Línea 138 kV Charcani V-Yura _____	16
2.2.4 S.E. Yura 138/33/6,3kV _____	16
2.2.5 Análisis del Sistema Eléctrico _____	18
2.2.6 Impacto Tarifario _____	19
2.2.7 Inversiones Estimadas _____	20
2.3 Alternativa II: Línea Charcani I – Yura;138kV y Subestaciones _____	20
2.3.1 Descripción de la Alternativa _____	20
2.3.2 S.E. Charcani I 138 kV _____	20
2.3.3 Línea 138 kV Charcani I-Yura _____	21
2.3.4 S.E. Yura 138/33/6,3kV _____	21
2.3.5 Sistema de Control y Comunicaciones _____	21
2.3.6 Análisis del Sistema Eléctrico _____	22
2.3.7 Impacto Tarifario _____	23
2.3.8 Inversiones Estimadas _____	24
2.4 Comparación de Alternativas _____	24
<b>CAPÍTULO III _____</b>	<b>26</b>
<b>DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO SELECCIONADO _____</b>	<b>26</b>
3.1 Línea de Transmisión 138 Kv Charcani V-Yura _____	26
3.1.1 Descripción de la Ruta de Línea _____	26
3.1.2 Descripción de Ruta de Línea de Transmisión _____	27
3.1.3 Estudio de Suelos y Geología Superficial _____	28
3.1.4 Estudio de Impacto Ambiental _____	28
3.1.5 Características del Equipamiento _____	28
a. Torres _____	28
b. Conductor _____	28
c. Cable de Guarda _____	29
d. Aisladores _____	29

## VII

e.	Puesta a Tierra	29
f.	Material de Ferretería	29
g.	Pararrayos Intermedios	30
h.	Campamentos y Almacenes	30
i.	Servidumbre	30
3.2	Ampliación Subestación Santuario 138 kV	30
3.2.1	Descripción de las Instalaciones Existentes	30
3.2.2	Configuración de la Subestación Santuario	31
3.2.3	Equipos en el Patio de Llaves	31
3.2.4	Protección Control y Medición	32
3.2.5	Servicios Auxiliares	34
3.2.6	Obras Civiles	34
3.3	Subestación Yura 138/33/6 kV	35
3.3.1	Configuración de la Subestación Yura	35
3.3.2	Descripción del Equipamiento	35
3.3.3	Tensiones Auxiliares	35
3.3.4	Equipos de Maniobra y Transformación	35
3.3.5	Sistema de Puesta a Tierra	36
3.3.6	Sistema de Protección	36
3.3.7	Servicios Auxiliares	38
3.3.8	Obras Civiles	38
3.4	Sistema Control y Comunicaciones	40
3.5	Comparación De Alternativas	43
3.6	Costos de Generación Térmica	44
3.6.1	Costos de Inversión	44
3.6.2	Costos de Operación y Mantenimiento	44
3.6.3	Resumen de Inversiones	45

## VIII

3.6.4 Costos de Recupero	45
<b>CAPÍTULO IV</b>	<b>47</b>
<b>EVALUACIÓN ECONÓMICA</b>	<b>47</b>
4.1 Premisas de Cálculo	47
4.2 Tarifas y Costos a Considerar para la Evaluación Económica	47
4.3 Beneficios	48
4.4 Resultados de la Evaluación Económica del Proyecto	48
4.5 Análisis de Sensibilidad	49
4.6 Costo Marginal por cubrir el déficit de oferta de energía a la Planta Yura hasta el 2028	50
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>51</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>54</b>
<b>LÁMINAS Y PLANOS</b>	<b>56</b>
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>127</b>

## INTRODUCCIÓN

### A.- Objetivo

La presente Tesis tiene como objetivo plantear alternativas que permita seleccionar el suministro eléctrico más conveniente que permitirá atender a una demanda proyectada de 20 años (2009-2028).

Para el suministro eléctrico de corto plazo que cubrirá el crecimiento de Yura (2007-2009), se plantearon las siguientes alternativas:

- ▬ **Alternativa I:** Mejora del Aislamiento de la Línea D/T Charcani I-Yura-33 kV, Ampliación de la SE Charcani I 33/36kV, Conversión a 33kV de la línea Cono Norte-Deriv. Socosani-22,9kV -15 km, Línea de Interconexión Deriv. Socosani-Yura-33kV-3km y Subestaciones
- ▬ **Alternativa II:** Mejora del Aislamiento de la Línea D/T Charcani I-Yura-33 kV, Ampliación de la SE Charcani I 33/36kV, Nueva Línea Cono Norte–Yura-33kV-18km y Subestaciones.
- ▬ **Alternativa III:** Mejora del Aislamiento de la Línea D/T Charcani I-Yura-33 kV, Ampliación de la S.E Charcani I 33/36kV, Línea de Interconexión Deriv. Socosani-Yura-22,9 kV-3km y Subestaciones
- ▬ **Alternativa IV:** Repotenciación de la Línea DT Charcani I-Yura-33 kV, Ampliación de las SS.EE Charcani I 33/36kV y Yura 33/6,3 kV

### B.- Alcances

La presente Tesis ha seleccionado para el suministro que cubrirá el incremento de la demanda de Yura en el largo plazo (2009-2028) está conformado por las siguientes obras:

- S.E. Santuario 138 kV: Se implementará una celda de doble barra 138 kV, de tipo compacta, utilizándose la infraestructura existente de Egasa, tales como; el sistema barras 138 kV, servicios auxiliares, edificio de control, etc, el cual será pagado como alquiler a Egasa. Esta SE tiene la ventaja de pertenecer al sistema principal de transmisión, con la facilidad que se podrá comprar energía a cualquier generador.

- Línea 138 kV Charcani V-Yura: Esta línea tendrá un longitud de 27,7 km, desarrollando su recorrido por zonas eriazas por la falda del volcán Chachani, evitando la zona de expansión urbana del Cono Norte de Arequipa. Estará conformada por torres de celosía, conductor de AAAC-200 mm<sup>2</sup>, aisladores poliméricos y cable de guarda.
- S.E. Yura 138/33/6,3kV- 50-60/30-40/20-30 MVA: Alimentará en 33 KV a las subestaciones SE1, SE2, SE3 y La Cantera. Asimismo en contingencia o mantenimiento de la línea en 138 kV se podrá alimentar con la línea DT Charcani I – Yura 33 kV repotenciada.
- Sistema de Control y Comunicaciones: El sistema de comunicaciones será vía onda portadora, el control de las subestaciones será desde el Centro de Control de Yura en donde se implementará una estación maestra con un sistema SCADA (Mini Scada), el control y monitoreo de la celda de línea 138 kV en la S.E. Santuario, será integrada al centro de control existente en dicha subestación para que eventualmente sea maniobrada por Egasa, asimismo vía el sistema de Egasa se enviará al COES la información que se requiera de la nueva celda.
- Interconexión con las SS.EE. SE1 y SE2 y Suministro Existente: Se realizará la conexión con las SS.EE. SE1, SE2 y la línea Charcani I–Yura a la barra 33 kV de la nueva subestación de potencia.
- Implementación de la Nueva Subestación SE2: Se realizará implementación de la nueva subestación para alimentar a las cargas de los crudos, trasladando los equipos previstos en el Suministro de Corto Plazo a esta Nueva Subestación, debiendo en esta época reconfigurar el sistema de distribución en 33 y 6,3 kV de la planta.

### **C.- Antecedentes**

Los antecedentes del proyecto son los siguientes:

- La Fábrica de Cemento Yura S.A., en adelante Yura, desde 1998 a la fecha ha crecido en producción y por ende en demanda; la demanda en 1 998 fue de 12 MW, proyectándose seguir creciendo para el 2 008 a 19,4 MW, el 2 009 a 24,3 MW y para el 2 028 a 48,0 MW.
- Yura cuenta con una línea en 33 kV de doble terna con estructuras de acero y conductor ACSR 2/0, la cual fue construida en 1965, teniendo a la fecha 42 años de operación. La antigüedad de la línea y el incremento de la demanda ha

hecho que Yura en el año 2000 realice estudios de evaluación del estado de las estructuras y conductores, obteniéndose que el conductor no ha perdido sus características mecánicas, sin embargo ante el crecimiento de la demanda de los próximos años y la polución que existe a los alrededores de la Fábrica, así como el crecimiento de la ciudad, es necesario que Yura renueve su suministro eléctrico, por uno de mayor confiabilidad y sin límites para el crecimiento de la producción en los próximos 20 años.

- Con la actual demanda de 15 MW, la línea no está preparada para atender la demanda proyectada de Yura y la Cantera de unos 48MW.

#### **D.- Definición del Problema**

La Planta de Cemento Yura tiene un suministro en 33 kV desde la S.E. Charcani I, con una línea de 21 km., de unos 42 años de antigüedad, la misma que fue diseñada para 8 MW, actualmente con reforzamientos y mantenimientos cada vez más seguidos se suministra la demanda a la Planta de 15 MW, con una baja calidad de servicio, un alto nivel de pérdidas (8% en potencia y 6% en energía). Asimismo en el corto plazo Yura tiene previsto ampliar su demanda a unos 19,4 MW el 2008, a 24,9 MW en el 2009 y a 48 MW, en el 2028, motivo por el cual se requiere evaluar y determinar el proyecto técnico y económicamente factible.

#### **E.- Características del Área del Proyecto**

##### **a. Ubicación Geográfica**

El área del proyecto se ubica en la ciudad de Arequipa, comprendiendo los distritos de Cerro Colorado y Yura. Las características geográficas y climatológicas son las siguientes:

- Altitud (máxima /mínima) : 3 500/2 600 msnm
- Temperatura mínima /media / máxima : 0 °C / 18°C / 35°C
- Velocidad máxima de viento : 94 km/h (Según CNE-Suministro)
- Contaminación y Nivel isocerámico : Medio

La ubicación geográfica del proyecto y caminos de acceso , el diagrama unifilar general y la ruta de línea se presentan en las **Láminas GEN-01, GEN-02 y GEN-03** respectivamente.

## b. Medios de Transporte

Los medios de comunicación a la zona del proyecto son los siguientes:

- Medio Terrestre: Como medio terrestre, se tiene la carretera Panamericana Sur que enlaza la ciudad de Lima con Arequipa. Asimismo, se tiene la carretera Arequipa-Matarani que une Arequipa con el puerto de Matarani.
- Medio Marítimo: En cuanto a vía marítima, se tiene facilidades portuarias en el puerto de Matarani, para el transporte marítimo nacional e internacional.
- Medio Aéreo: Se cuenta con el aeropuerto Rodríguez Ballón situado en la ciudad de Arequipa a 45 minutos de la ciudad de Lima.

Los caminos de acceso al área del proyecto se presenta en la lámina **GEN-01**.

## c. Servicios y Facilidades de Alojamiento

Para realizar los trabajos de montaje de obra se cuenta con los servicios existentes en la ciudad de Arequipa, tales como abastecimiento de agua, alcantarillado, energía eléctrica, capacidad hotelera y casas de alquiler, así como el campamento de la planta de Yura.

## F.- Resumen de Demanda de Potencia

En el cuadro siguiente se presenta el resumen de la demanda de la Fábrica de Cemento Yura:

**Resumen de la Demanda de Potencia y Energía**

<b>Hora</b>	<b>2 006</b>	<b>2 009</b>	<b>2 014</b>	<b>2 019</b>	<b>2 024</b>	<b>2 028</b>
	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 5</b>	<b>Año 10</b>	<b>Año 15</b>	<b>Año 20</b>
Horas de Punta	8,12	15,12	15,91	17,91	20,00	20,00
Horas Fuera de Punta	14,92	24,27	28,06	41,31	48,00	48,00

Fuente : Proyectos y Operaciones Yura

La demanda considera la implementación de la futura planta, así como del circuito que se conectaría en 33 kV a la cantera.

## G.- Inversiones

Las inversiones para la implementación de este proyecto estarán a cargo de la empresa contratista, se muestran a continuación:

### Resumen de Inversiones

Ítem	Descripción	Alter. I mil
<b>1</b>	<b>Línea de Transmisión</b>	<b>1 356</b>
	Línea Nueva en 138kV Charcani V - Yura -27,7 km	1 330
	Línea Nueva en 138kV Charcani I - Yura-20,9 km	-
	Línea de Interconexión 33 kV S.E. Yura y SS.EE. SE-1 y SE-2 y LT Existente	26
<b>2</b>	<b>Subestaciones de Potencia</b>	<b>2 974</b>
	S.E, Charcani I 138 kV	-
	S.E. Santuario 138kV	420
	S.E. Yura 138/33/6 kV	2 367
	Subestación de Distribución SE-2	187
<b>3</b>	<b>Sistema de Control y Comunicaciones</b>	<b>266</b>
<b>Costo Directo Total s/IGV</b>		<b>4 596</b>
<b>4</b>	<b>OTROS COSTOS</b>	
	- Compensación por Servidumbre (km)	6
	- Costos de Ingeniería	161
	- Supervisión	115
	- Administración	69
	- Gastos Financieros	46
	- Gastos Generales	368
	- Utilidades	230
	- <b>IMPREVISTOS (3%)</b>	<b>138</b>
	<b>Inversión Total por Alternativa Sin IGV</b>	<b>5 728</b>
	<b>Inversión Total por Alternativa +IGV</b>	<b>6 816</b>

## CAPÍTULO I

### ANÁLISIS DE MERCADO DEL SISTEMA ELÉCTRICO

#### 1.1 Análisis del Mercado Eléctrico

El estudio de mercado eléctrico tiene por objeto cuantificar la demanda de potencia y energía eléctrica de Cementos Yura, de la Cantera, y de SEAL, ubicadas en el área del proyecto, para el planteamiento de la mejor alternativa de suministro eléctrico, y permitir el dimensionamiento eléctrico del nuevo suministro a Yura en líneas y subestaciones de potencia y de distribución en la fábrica de cemento, para un horizonte de 20 años.

#### Fuentes de Información

Para el cumplimiento del proyecto se han realizado coordinaciones con las siguientes entidades:

- **Cementos Yura:** Entidad con quien se coordinó el desarrollo del servicio de asesoría en sus aspectos técnicos. Asimismo se coordinó la entrega de información para el desarrollo del estudio.
- **Egasa:** Entidad con quien se coordinó lo concerniente a los despachos de la Centrales Hidroeléctricas Charcani I, II, III, IV y V, y la disponibilidad de los puntos de suministro en 138 kV en la S.E. Santuario o Charcani I.

#### Análisis de la Demanda Actual

En el cuadro siguiente se presenta el resumen de la demanda de la Fábrica de Cemento Yura:

**Cuadro N° 1.1: Resumen de la Demanda de Potencia y Energía**

Hora	2 006	2 009	2 014	2 019	2 024	2 028
	0	1	5	10	15	20
Horas de Punta	8,12	15,12	15,91	17,91	20,00	20,00
Horas Fuera de Punta	14,92	24,27	28,06	41,31	48,00	48,00

Fuente : Proyectos y Operaciones Yura

La demanda considera la implementación de la futura planta, así como del circuito que se conectaría en 33 kV a la cantera.



Cargas	Propietario	2 006	2 009	2 014	2 019	2 024	2 029
		0	1	5	10	15	20
Cervesur	Cervesur	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48
<b>Cemento Yura</b>	<b>Cemento Yura</b>	<b>8,12</b>	<b>15,12</b>	<b>15,91</b>	<b>17,91</b>	<b>20,00</b>	<b>20,00</b>
Socosani	Socosani	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
<b>Total</b>		<b>107,72</b>	<b>122,54</b>	<b>136,93</b>	<b>158,52</b>	<b>183,54</b>	<b>210,38</b>

**Cuadro N° 1.4: Proyección de la Demanda en Horas Fuera de Punta**

Cargas SET	Propietario	2 006	2 009	2 014	2 019	2 024	2 028
		0	1	5	10	15	20
San Lázaro	SEAL	5,18	5,69	6,46	7,56	8,85	10,36
Chilina	SEAL	6,14	6,75	7,66	8,97	10,50	12,29
Challapampa	SEAL	4,58	5,04	5,71	6,69	7,83	9,17
Pq.Industrial	SEAL	18,98	20,92	23,73	27,78	32,52	38,06
Socabaya	SEAL	2,41	2,49	2,82	3,30	3,87	4,53
Paucarpata	SEAL	1,03	1,07	1,21	1,41	1,66	1,94
Jesús	SEAL	4,93	5,09	5,77	6,75	7,90	9,25
Cono Norte	SEAL	1,09	1,22	1,39	1,62	1,90	2,22
PSE - Yura	SEAL	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,03
Molicop	Molicop	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Aceros Sur	Aceros Sur	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20	2,20
Cervesur	Cervesur	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48	1,48
<b>Cemento Yura</b>	<b>Cemento Yura</b>	<b>14,92</b>	<b>24,27</b>	<b>28,06</b>	<b>41,31</b>	<b>48,00</b>	<b>48,00</b>
Socosani	Socosani	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
<b>Total</b>		<b>65,46</b>	<b>78,73</b>	<b>89,01</b>	<b>111,60</b>	<b>129,23</b>	<b>142,03</b>

Fuente : SEAL, Cemento Yura y Osinerg-Gart

De los cuadros anteriores se puede concluir que la demanda máxima de Yura ocurre en horas fuera de punta, reduciéndose en Horas de punta en promedio al 54%. En el **Anexo A “mercado Eléctrico”** se presenta el detalle de la proyección de la demanda, por centro de carga.

En el **cuadro N° 1.7** se presenta el detalle de la agrupación de cargas de Cemento Yura por centro de carga y por subestación.

#### Evaluación de la Oferta

La fuente de suministro de energía eléctrica para el proyecto será el Sistema Interconectado Nacional -SEIN, en la barra de Santuario en 138 kV y en contingencia en 33 kV, con energía proveniente de la CC.HH. Characani I, II, III, IV, V y VI y Chilina.

La oferta estará limitada por la capacidad por la potencia del transformador de potencia de Yura de 138/33/10 kV - 45-60/30-40/27-35MVA (ONAN/ONAF), tal y como se muestra en el **cuadro N° 1.5**.

#### Balance Oferta – Demanda

En el cuadro siguiente se presenta el Balance Oferta/Demanda del proyecto, para el periodo de análisis de 20 años (2 009 – 2 028), considerando el crecimiento de Yura, y

limitada por la potencia del transformador de potencia y capacidad de transmisión de la línea proyectada.

**Cuadro N° 1.5: Resumen del Balance Oferta Demanda en Horas de Máxima Demanda**

Años		Alternativa I				Alternativa II			
		Demanda		Oferta	Balance	Demanda		Oferta	Balance
		Yura MW	Pérdidas MW	S.E Yura 60 MVA	Oferta Demanda	Yura MW	Pérdidas MW	S.E Yura 60 MVA	Oferta Demanda
1	2009	24,27	0,22	57,60	33,34	24,27	0,18	57,60	33,34
2	2010	24,27	0,22	57,60	33,34	24,27	0,18	57,60	33,34
3	2011	25,95	0,24	57,60	31,66	25,95	0,20	57,60	31,66
4	2012	26,74	0,25	57,60	30,87	26,74	0,20	57,60	30,87
5	2013	28,06	0,27	57,60	29,55	28,06	0,22	57,60	29,55
6	2014	30,81	0,32	57,60	26,80	30,81	0,26	57,60	26,80
7	2015	30,81	0,35	57,60	26,80	30,81	0,29	57,60	26,80
8	2016	33,70	0,42	57,60	23,91	33,70	0,34	57,60	23,91
9	2017	38,56	0,53	57,60	19,05	38,56	0,43	57,60	19,05
10	2018	41,31	0,62	57,60	16,30	41,31	0,50	57,60	16,30
11	2019	42,00	0,65	57,60	15,60	42,00	0,53	57,60	15,60
12	2020	45,00	0,72	57,60	12,60	45,00	0,59	57,60	12,60
13	2021	45,00	0,74	57,60	12,60	45,00	0,61	57,60	12,60
14	2022	48,00	0,82	57,60	9,60	48,00	0,67	57,60	9,60
15	2023	48,00	0,84	57,60	9,60	48,00	0,70	57,60	9,60
16	2024	48,00	0,84	57,60	9,60	48,00	0,70	57,60	9,60
17	2025	48,00	0,84	57,60	9,60	48,00	0,70	57,60	9,60
18	2026	48,00	0,84	57,60	9,60	48,00	0,70	57,60	9,60
19	2027	48,00	0,84	57,60	9,60	48,00	0,70	57,60	9,60
20	2028	48,00	0,84	57,60	9,60	48,00	0,70	57,60	9,60

Donde:

- Alternativa I: Línea Charcani V - Yura - 138kV y Subestaciones
- Alternativa II: Línea Charcani I - Yura - 138kV y Subestaciones
- La oferta del transformador se ha definido a un factor de potencia de 0,96 y con la potencia ONAF

Del cuadro anterior se puede concluir que la oferta del suministro a largo plazo cubrirá el crecimiento de la demanda de Yura en todo el periodo de análisis 20 años (2028), asimismo queda de reserva al año final unos 9,6 MW como respaldo del crecimiento de la demanda, esto se ha logrado con la definición del transformador con potencias ONAN/ONAF.

## 1.2 Evaluación del Mercado Eléctrico

### Descripción del Sistema Eléctrico

El actual suministro de energía eléctrica a Yura tiene las siguientes instalaciones:

- Línea Charcani I–Yura; 33 kV; 20,9km; 6,5 km; conductor de ACSR 2/0 (79mm<sup>2</sup>), doble terna con estructuras de acero, construida en 1 965, teniendo a la fecha 42 años de operación.
- Subestación Yura 33 /6,6 kV-18 MVA con regulación automática bajo carga

Se tiene previsto realizar las siguientes obras para cubrir el déficit de energía para los años 2006-2009, con el proyecto “Suministro de Corto Plazo”:

- **S.E. Charcani I 33 kV:** Se implementará AutoTransformador 28 MVA 33±2x2,0%//35,5 kV y los equipos de protección y seccionamiento.
- **Repotenciación de la Línea 33 kV Charcani I-Yura:** Se cambiará el conductor de ACSR 2/0 por AAAC 3/0 y se incrementará un aislador a la cadena de aisladores de suspensión.
- **En la S.E. Yura 33/6,3 kV:** Se implementará lo siguiente:
  - ▬ Se cambiará la celda existente 33 kV por otra celda del tipo Metal Clad 40 kV-200 kV –BIL, debido al incremento de la tensión de llegada.
  - ▬ Se instalará un transformador de potencia de 8/10 MVA (ONAN/ONAF) con su respectiva celda Metal Clad en 33 kV

**Nota :** Todo el equipamiento previsto en la S.E. Yura se utilizará en la configuración final del suministro definitivo en 138 kV:

El diagrama unifilar del sistema eléctrico existente se presenta en la **Lámina YURA-03**, y el detalle del suministro de corto plazo, en el perfil de 33 kV.

### Parámetros Eléctricos

#### a.- Generadores:

Para el Análisis del Sistema Eléctrico se considera las características de los siguientes grupos de generación de Egasa, así como las barras de conexión al SINAC de Socabaya y Santuario:

El detalle de los parámetros eléctricos usados se presenta en el **Anexo B.1.1**

#### b.- Líneas:

Se han calculado los parámetros eléctricos de las líneas del sistema de transmisión en 33/22,9 kV, las cuales se presentan en el **Anexo B.1.2**

#### c- Parámetros Eléctricos de Transformadores:

Los parámetros eléctricos de transformadores se presentan en el **Anexo B.1.3**

## Análisis del Sistema Eléctrico

Se ha efectuado la simulación del sistema eléctrico existente, incluyendo todo el sistema en 33 kV de Seal y Egasa con el programa Digsilent V.13.1.257 para la condición de carga máxima y mínima (Horas de Punta y Fuera de Punta) y para las condiciones hidrológicas más desfavorables “estiaje”.

En el **Anexo N° C.1** se presentan los reportes de los resultados detallados de tensiones, despachos y flujos de potencia para horas de punta y horas fuera de punta, destacando los siguientes puntos:

- El factor de potencia de la Fábrica en barras 33 kV de Yura oscila entre 0.93 a 0.97, estando en máxima demanda en promedio en 0.97, es decir Yura ha realizado compensación reactiva en la Fábrica reduciendo pérdidas y aumentando la capacidad de transmisión de la línea.
- Los puntos de entrega de potencia y energía son las CC.HH. Charcani I, II, III, IV y eventualmente el SINAC en la barra de Chilina 33 kV, el detalle del balance Oferta/Demanda se resume en el cuadro siguiente:

**Cuadro N° 1.6: Balance Oferta Demanda – Sistema Eléctrico Existente**

Generación	Potencia en MW	
	HP	HFP
CH.Charcani I, II y III (1)	6,1	6,1
CH. Charcani IV (2)	11,35	11,35
<b>Total CC.HH.</b>	<b>17,45</b>	<b>17,45</b>
Chilina-SINAC (3)	-8,99	-1,21
<b>TOTAL Generación</b>	<b>8,46</b>	<b>16,24</b>
<b>TOTAL Demanda</b>	<b>8,12</b>	<b>14,92</b>
<b>Pérdidas (MW)</b>	<b>0,34</b>	<b>1,32</b>
<b>% de Pérdidas de Potencia</b>	<b>4,02%</b>	<b>8,13%</b>
Factor de carga	0,7	
Factor de pérdidas	0,4795	
<b>% Pérdidas de Energía</b>	<b>5,71%</b>	

Notas:

(1) Es la potencia entregada en barras 33 kV de la S.E. Charcani I

(2) Es el flujo de potencia entregada en barras 33 kV de la S.E. Charcani I

(3) Es el flujo de potencia entregado(+) o retirado(-) en barras 33 kV de la S.E. Charcani I

- Las pérdidas de potencia de transmisión y transformación de la línea Charcani I-Yura son del 8,8 % en potencia y de 5,7 % en energía, indicadores que son bastante altos.
- La máxima demanda de Yura ocurre en horas fuera de punta del sistema eléctrico, disminuyendo su consumo al 54% en horas de punta.

- El perfil de tensiones en las barras en 33 kV del sistema eléctrico asociado al suministro de Yura se resume en el cuadro siguiente, destacando que la caída de tensión en horas de punta en 33 kV es 7,3%, valor que se considera alto, sin embargo, dado que el transformador de potencia es de regulación bajo carga, el perfil en la carga (6.0 kV) es bueno.

**Cuadro N° 1.6: Perfil de Tensiones – Sistema Eléctrico Existente**

Barra o Carga	Existente 2006	
	HFP	HP
Chilina 33 kV	1,029	1,024
Socabaya 33 kV	1,000	1,000
Charcani IV 33 kV	1,040	1,050
Charvani I 33 KV	1,024	1,034
<b>Yura 33 kV</b>	<b>0,927</b>	<b>0,986</b>
<b>Yura 6,6 kV</b>	<b>1,010</b>	<b>1,010</b>
Challapampa 33 KV	1,006	0,988
Cono Norte 33 kV	0,999	0,973
Cono Norte 23 kV	0,999	0,973
Socosoni 23 kV	1,033	0,993

- En conclusión, el sistema eléctrico opera con altas pérdidas (6% de pérdidas de energía), caída tensión alta en 33 KV (7,3%), y ello se debe al crecimiento de la demanda, por lo que en el corto plazo se requiere un nuevo punto de suministro que cubra el crecimiento de la producción de la planta de Cemento Yura.

En el **Anexo N° C.1** se presenta el reporte de flujo de potencia para el sistema en análisis.

#### Configuración del Sistema de Distribución de la Mina

Se a coordinado con Yura la configuración final de la distribución de la planta, y la determinación de la ubicación de la subestación llegada del nuevo suministro 138/33/6,3 kV, planteándose que para la reducción de pérdidas en la fábrica se debe reconfigurar el sistema de distribución en 6 kV de la planta conforme se describe a continuación:

Las cargas en la fábrica se agrupan conforme al proceso de acuerdo a lo siguiente:

- En la zona de Crudos se agrupan motores de una potencia instalada 13,8 MW
- En la zona de Molino de Cemento se agrupan motores de un potencia instalada 18,5 MW
- En la planta proyectada al futuro se tiene 27,4 MW

En el cuadro siguiente se presenta la agrupación de cargas de la fábrica por centro de carga:

**Cuadro N° 1.7: Agrupación de Cargas por Centro de Transformación**

Subestación	Celda	Carga	Potencia	Demanda	
			Instalada	Máxima	
SE-01 33/6,3KV 18 MVA Cemento	Celda 24	Motor de molino Loesche	4 000	3 700	
	Celda 25	Motor de ventilador de filtro Loesche	2 000	1 200	
	Celda 26	Transformador de auxiliares de molino Loesche	1 600	850	
	Celdas 01 y 02	Motores de Molino de Cemento 1	2 040	1 340	
	Celda 11	Motor de molino de cemento 2	2 400	1 900	
	Celda 12	Motor de separador de cemento 2	295	140	
	Celda 13	Transformador de auxiliares del Molino de Cemento 2	1 600	350	
	Celda 06	Ensacadoras, Silos de Cemento y Planta 1	2 500		
	Celda 07	Transformador de alumbrado	400	200	
	<b>Sub Total</b>			<b>16 835</b>	<b>9 680</b>
Reserva (10%)			1 684	968	
<b>Total</b>			<b>18 519</b>	<b>10 648</b>	
SE-02 19-24 MVA Crudos	Celda 03	Motor de molino de Crudos 1	1 020	850	
	Celda 20	Motor de molino de Crudos 2	2 200	2 200	
	Celda 19	Motor de Separador de Crudos 2	295	150	
	Celda 17	Transformador de auxiliares de Molino de Crudos 2	1 600	760	
	Celda 04	Transformador de motores F6 y F18 de Horno 1	500	260	
	Celda 21	Transformador de motor de accionamiento de Horno 2	500	60	
	Celda 16	Ventilador 602	740	660	
	Celda 15	Ventilador 602 a	370	330	
	Celda 14	Transformador de auxiliares del Horno 2	1 600	1 000	
	Celda 09	Motor de Chancadora O&K y Transformador de equipos de Chancado	1 500	450	
	Celda 23	Transformador de equipamiento de carbón	1 250	450	
	Celda 05	Bombas, Residencia, Equipo Móvil	1 000	160	
	<b>Sub Total</b>			<b>12 575</b>	<b>7 330</b>
Reserva (10%)			1 258	733	
<b>Total</b>			<b>13 833</b>	<b>8 063</b>	
SE-03 35 MVA Futuro		Motor de Molino de Crudos 3	4 000	3 000	
		Motor de Ventilador del Molino de Crudos 3	4 200	3 150	
		Motor de Ventilador de Filtro del Molino de Crudos 3	2 200	1 650	
		Motor de Ventilador Bypass del Horno 3	580	435	
		Motor de Ventilador de Ventilador de Molino de Carbón	900	675	
		Motor de Molino de Carbón	1 400	1 050	
		Motor de ID Fan de Horno 3	3 550	2 663	
		Transformador de auxiliares de Crudos 3	1 600	1 200	
		Motor de Horno 3	710	533	
		Transformador de auxiliares de Horno 3	1 600	1 200	
		Motor de Ventilador de Enfriamiento de Horno 3	1 000	750	
		Transformador N° 1 de Auxiliares de Enfriador de Horno 3	1 600	1 200	
		Transformador N° 1 de Auxiliares de Enfriador de Horno 3	1 600	1 200	
	<b>Sub Total</b>			<b>24 940</b>	<b>18 705</b>
	Reserva (10%)			2 494	1 871
<b>Total</b>			<b>27 434</b>	<b>20 576</b>	
Circuito Cantera 30 kV	Cargas de Cantera		1 200	900	
	Faja Transportadora		5 000	4 000	
	<b>Sub Total</b>		<b>6 200</b>	<b>4 900</b>	
	Reserva (10%)		620	490	
<b>Total</b>			<b>6 820</b>	<b>5 390</b>	
<b>Total</b>	<b>Potencia Instalada Fábrica de Cemento Yura</b>		<b>66 605</b>	<b>44 677</b>	

Notas: Fuente: Cargas entregadas por Yura

El Factor de Simultaneidad de las cargas existentes es de : 58%

El Factor de Simultaneidad asumido para las cargas futuras, se ha asumido en: 75%

Para la Faja Transportadora se ha asumido una carga de 5000 kW con un factor de simultaneidad de: 80%

Con esta agrupación de cargas se ha previsto implementar 03 subestaciones de distribución 33/6,3 kV, con lo cual se reducen los tramos de cables de energía en 6,0 KV, para alimentarse más próximos al nivel de 33 kV, consiguiéndose reducción de pérdidas de energía en el sistema de conexión a motores en 6 kV y tableros de distribución.

Las subestaciones previstas serían las siguientes:

- **SE-01 “Cemento”- 33/6,3kV-18 MVA:** Será la actual ubicación de la S.E. Yura 33/6,3 KV y alimentará principalmente a las cargas alrededor del molino de cemento
- **SE-02 “Crudos”- 33/6,3kV-12/15 MVA (Onan/Onaf ):** Se ubicará aledaña al molino de crudos, para alimentar a los motores del proceso de crudos y parte del futuro crecimiento de la planta.
- **SE-03 “Planta Futura”-138/33/6,3kV- 45-60/30-40/27-35 MVA:** Alimentará a las cargas de la futura planta, y será parte de la S.E. de llegada del suministro en 138 kV.

Por otro lado debido a que se tiene una carga actual de unos 500 KW en la Cantera a unos 15 km de la planta, y que con el aumento de la producción para los próximos años la demanda crecerá, se ha previsto que un circuito alimente a la cantera con una línea en 33 kV con costos similares a una línea en 22,9 kV a 10 Mil US \$/km; asimismo cabe mencionar que esta línea podrá alimentar a la carga de la faja transportadora o teleférico, de ser rentable su implementación.

Sobre la base de esta configuración definitiva se ha planteado los proyectos de Corto Plazo en 33 kV y Largo Plazo en 138 kV para el suministro eléctrico a Yura.

En el **Plano YURA-05** se presenta la disposición y ubicación de subestaciones de la configuración final de la planta.

## **CAPÍTULO II**

### **PLANTEAMIENTO Y EVALUACIÓN TÉCNICA DE ALTERNATIVAS**

#### **2.1 Planteamiento y Evaluación Técnica de Alternativas**

Las alternativas que se evaluarán en el presente capítulo tienen como objetivo cubrir el crecimiento de la demanda de Yura para el largo plazo 2009-2028, tomando en consideración la menor inversión, el menor costo de la energía y el menor nivel de pérdidas, las alternativas planteadas son las siguientes:

- Alternativa I: Línea Charcani V - Yura - 138kV y Subestaciones
- Alternativa II: Línea Charcani I - Yura - 138kV y Subestaciones

Para cada alternativa planteada se realizará la descripción de la alternativa, el análisis de flujo de potencia e inversiones estimadas, previendo antes un capítulo de premisas de cálculo, en donde se presenta los parámetros eléctricos de las líneas, transformadores y generadores del sistema eléctrico.

#### **2.2 Alternativa I: Línea Charcani V - Yura - 138kV y Subestaciones**

##### **2.2.1 Descripción de la Alternativa**

Esta alternativa plantea salir de la S.E. Santuario 138 KV, con una línea de Transmisión en 138 kV y una subestación de llegada en Yura de 138/33/6,3 kV, conforme se describe a continuación:

##### **2.2.2 S.E. Santuario 138 kV**

Se ampliará la S.E. Santuario con una celda doble barra 138 kV, de tipo compacta, ya que el espacio disponible en el patio de llaves es pequeño, se utilizará la infraestructura existente como el sistema barras 138 kV, servicios auxiliares, edificio de control, etc., el cual será pagado como alquiler a Egasa. Esta Subestación tiene la ventaja de pertenecer al sistema principal de transmisión, con la facilidad que se podrá comprar energía a cualquier generador del SEIN.

Se implementará el siguiente equipamiento:

- Celda híbrida compacta para línea 145 kV; 800 A; 550/750 kV-BIL (interno/externo), configuración simple barra conformador por:
  - ▢ Seccionadores de Barra 145 kV; 800 A; 550 kV-BIL
  - ▢ Interruptor de potencia 145 kV; 800 A; 550 kV-BIL; 25 kA
  - ▢ Transformadores de Corriente 400-800/5/5/5A
  - ▢ Seccionadores de Línea
- Transformador de Tensión del tipo capacitivo  $138/\sqrt{3}: 100/\sqrt{3}: 100/\sqrt{3}$ ; 5p; cl 0,2
- Pararrayos 120 kV; 10 kA; cl 0,2.
- Sistema de Barras y Pórticos
- Sistema de Control, Protección y Comunicaciones
- Obras Civiles

### **2.2.3 Línea 138 kV Charcani V-Yura**

Esta línea tendrá una longitud de 27,2 km, desarrollando su recorrido por zonas eriazas por la falda del volcán Chachani, evitando la zona de expansión urbana del Cono Norte de Arequipa, la línea tendrá las siguientes características:

- Tensión Nominal: 138 kV
- Número de Ternas: Una
- Longitud: 27,7 km
- Conductor: 200 mm<sup>2</sup> AAAC
- Cable de Guarda: 50 mm<sup>2</sup> Acero EHS
- Estructuras: Torres de Celosía
- Aisladores: Poliméricos
- Puesta a tierra: Contrapeso de cable coperwelld 2 AWG, y varilla para anclaje de coperwelld
- Vano promedio: 400
- Altura máxima / mínima sobre el nivel mar: 3 500/2 600 m.s.n.m.

### **2.2.4 S.E. Yura 138/33/6,3kV**

Esta subestación alimentará en 33 KV a las subestaciones SE1, SE2, SE3 y La Cantera. Asimismo en contingencia o mantenimiento de la línea en 138 kV se podrá alimentar a parte de la planta con la línea D/T Charcani I – Yura 33 kV repotenciada.

Se implementará el siguiente equipamiento por subestación:

➤ Subestación SE-3 138/33/6,3kV- 45-60/30-40/27-35 MVA: Esta subestación será del tipo exterior con el siguiente equipamiento:

- ▬ 01 Transformador de Potencia 138±10x1,25%/33/6,3kV; 45-60/30-40/27-35 MVA (ONAN/ONAF), de regulación bajo de carga
- ▬ 01 Celda híbrida compacta para línea 145 kV; 800 A; 550/750 kV-BIL (interno/externo), configuración simple barra conformador por:
  - Seccionadores de Barra 145 kV; 800 A; 550 kV-BIL
  - Interruptor de potencia 145 kV; 800 A; 550 kV-BIL; 25 kA
  - Transformadores de Corriente 400-800/5/5/5A
  - Seccionadores de Línea
- ▬ 03 Transformador de Tensión del tipo capacitivo 138/√3: 100/√3:100/√3; 5p; cl 0,2
- ▬ 03 Pararrayos 120 kV; 10 kA; cl 0,2.
- ▬ 04 Celdas del tipo Metal Clad 40kV-200 kV-BIL;800 A; 40 kA, conformado por interruptor de potencia del tipo extraíble, transformadores de corriente, medidores y relé de protección, las cuales se usarán para alimentar a la SE-1, SE-2, la cantera y el suministro existente en 33 kV
- ▬ 01 Celda del tipo Metal Clad 40kV-200 kV-BIL;1200 A; 40 kA, conformado por interruptor de potencia del tipo extraíble, transformadores de corriente, transformadores de tensión, medidores y relé de protección para conexión al transformador de potencia
- ▬ 02 Celdas del tipo Metal Clad 7,2kV-95 kV-BIL;2000 A; 25 kA, conformado por interruptor de potencia del tipo extraíble, transformadores de corriente, transformadores de tensión, medidores y relé de protección para conexión al transformador de potencia
- ▬ Sistema de Barras y Pórticos
- ▬ Sistema de Control, Protección y Comunicaciones
- ▬ Obras Civiles

Nota: las celdas de distribución a los motores y centros de carga serán suministro de la planta futura.

➤ Implementación de la Nueva Subestación SE2: Se realizará implementación de la nueva subestación para alimentar a las cargas de los crudos, trasladando los equipos previstos en el Suministro de Corto Plazo a esta Nueva Subestación, debiendo en esta época reconfigurar el sistema de distribución en 33 y 6,3 kV de la planta.

- Interconexión con las SS.EE. SE1 y SE2 y Suministro Existente: Se realizará la conexión con las SS.EE. SE1, SE2 y la línea Charcani I–Yura a la barra 33 kV de la nueva subestación de potencia, con los siguientes tramos de línea:
  - Interconexión con el Suministro Existente de Characni I: Se interconectará a la nueva subestación de llegada de Yura, con un tramo de línea en DT con conductor 3/0 de AAAC de 0,5 km.
  - Interconexión con la SE-1: Se interconectará a la nueva subestación de llegada de Yura, con un tramo de línea en DT con conductor 3/0 de AAAC y de 0,5 km
  - Interconexión con la SE-2: Se implementará un nuevo tramo de línea en 33 kV de 0,5 km con conductor 3/0 de AAAC para la conexión con la SE-2

### 2.2.5 Análisis del Sistema Eléctrico

Se ha efectuado la simulación del sistema eléctrico proyectado en la presente alternativa, incluyendo todo el sistema en 33 kV de Seal y Egasa para la condición de carga máxima y mínima (Horas de Punta y Fuera de Punta) y para las condiciones hidrológicas más desfavorables “estiaje”. En el Anexo N° C.2 se presentan los reportes de los resultados detallados de tensiones, despachos y flujos de potencia para horas de punta y horas fuera de punta, destacando los siguientes puntos:

- Para el análisis se ha considerado que el crecimiento de la demanda mantendrá el factor de potencia 0.97, para lo cual Yura debe realizar la compensación reactiva de las nuevas cargas que entrarán en operación.
- El punto de entrega de potencia y energía a Yura será en la barra 138 kV de la Subestación Santuario, con energía proveniente de Charcani V y el Sistema Interconectado Nacional.
- Las pérdidas de energía del sistema de transmisión y transformación de Yura se reducen con respecto a los niveles actuales, tal y como se aprecia en el cuadro siguiente:

**Cuadro N° 2.1 : Reducción de Pérdidas**

Descripción	2006 (1)	2009	2013	2018	2023	2028
Pérdidas de Potencia en	8,13%	0,89%	0,95%	1,50%	1,76%	1,76%
Pérdidas de Energía en %	5,71%	0,61%	0,65%	1,03%	1,21%	1,21%

Nota: (1) Son las pérdidas del sistema eléctrico existente.

El nivel de pérdidas se incrementa conforme la demanda de Yura aumenta en los años siguientes, teniendo que para el 2028 las pérdidas llegarán al 1,21% en energía, valor que se considera óptimo.

- El perfil de tensiones en las barras del sistema eléctrico asociado al suministro de Yura se resume en el cuadro siguiente:

**Cuadro N° 2.2: Perfil de Tensiones**

Generación o Centro de Carga	Perfil de Tensión				
	2009 HFP	2013 HFP	2018 HFP	2023 HFP	2028 HFP
Santuario 138 kV	1,039	1,037	1,034	1,025	1,025
Yura 138 kV	1,028	1,024	1,015	1,002	1,002
Yura 33 kV	1,037	1,041	1,039	1,037	1,037
Yura 6 kV (SE-3)	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050
SE1-33 kV	1,030	1,038	1,035	1,032	1,032
SE2-33 kV	1,033	1,040	1,037	1,034	1,034

El perfil de tensiones es bueno, principalmente por que se parte la barra de Santuario que es regulada por la CH Charcani V, asimismo el transformador de Yura es de regulación automática.

- En la contingencia de falla de las SS.EE, línea de transmisión o mantenimiento de las mismas, se prevé el suministro desde Charcani I, con la línea repotenciada en 33 kV, debiendo racionarse cargas para el año final hasta al 50%, Los resultados de esta simulación se presentan en el **Anexo N° C.2.8**.

### 2.2.6 Impacto Tarifario

En esta alternativa la compra de energía se realizará en la barra de Santuario, perteneciente al Sistema Principal de Transmisión del SEIN, catalogado como barra base.

La negociación existente del contrato tarifario de Yura con Egasa representa el 85% del costo con respecto al precio regulado, sobre esta base se asume que como resultado de negociación con el generador, que podría ser cualquiera del SEIN, se consiga como mínimo del costo regulado en la barra base de Santuario el 85% del precio actual, valor con el cual se realizará la evaluación económica y flujo de caja en el periodo de análisis.

En el cuadro siguiente se presenta un resumen los precios en barra:

**Cuadro N° 2.3: Tarifas en Barra**

ORIGEN	Tensión kV	PPB S/./kW-	PEBP CS/kW-	PEBF cS/kW-
Barra base Santuario 138	138	28.60	9.99	9.12
Negociación con el	138	24.31	8.49	7.75

Donde:

PPB : Precio en barra de la Potencia de Punta

PEBP : Precio en barra de la Energía en horas de Punta

PEBF : Precio en barra de la Energía en horas fuera de Punta

(\*) Se asume que se conseguirá como resultado de la negociación con el Generador como mínimo el costo de compra de energía sea el 85% del precio regulado de la barra base de Santuario, conforme a la actual negociación de Yura con Egasa.

### **2.2.7 Inversiones Estimadas**

La inversión estimada de esta alternativa asciende a 6 816 mil US \$, que incluye estudios, administración, gastos financieros, suministro, montaje, transporte, gastos generales, utilidades e IGV, cuyo resumen en forma comparativa con la otra alternativa se presenta en el **cuadro N° 2.7**.

La valorización de las inversiones en forma detallada se presentan en el **Anexo D.1**.

## **2.3 Alternativa II: Línea Charcani I – Yura;138kV y Subestaciones**

En esta alternativa se plantea realizar las siguientes obras:

### **2.3.1 Descripción de la Alternativa**

Esta alternativa a diferencia de la Alternativa N° I, plantea realizar un seccionamiento de la línea existente Charcani V-Chilina en 138 kV con una subestación de transferencia a altura de la C.H. Charcani I, utilizando los servicios auxiliares de dicha central, así como la posibilidad de que Egasa se conecte a esta nueva subestación para evacuar la energía generada por las centrales Charcani I, II, III, IV y VI.

### **2.3.2 S.E. Charcani I 138 kV**

Aledaña a la Central Charcani I se construirá una subestación de transferencia 138 kV de configuración simple barra 138 kV, del tipo compacta, ya que el espacio disponible es pequeño, se utilizará los servicios auxiliares de la CH. Charcani I.

Se implementará el siguiente equipamiento:

- 03 Celdas híbridas compactas para línea 145 kV; 800 A; 550/750 kV-BIL (interno/externo), configuración simple barra conformador por:
  - ▬ Seccionadores de Barra 145 kV; 800 A; 550 kV-BIL
  - ▬ Interruptor de potencia 145 kV; 800 A; 550 kV-BIL; 25 kA
  - ▬ Transformadores de Corriente 400-800/5/5/5A
  - ▬ Seccionador de Línea
- 09 Transformador de Tensión del tipo capacitivo 138/√3: 100/√3:100/√3; 5p; cl 0,2
- 09 Pararrayos 120 kV; 10 kA; cl 0,2.
- Sistema de Barras y Pórticos

- Sistema de Control, protección y comunicaciones
- Obras Civiles

### **2.3.3 Línea 138 kV Charcani I-Yura**

Esta línea tendrá una longitud de 20,98 km, desarrollando su recorrido por zonas eriazas por la falda del volcán Chachani, evitando la zona de expansión urbana del Cono Norte de Arequipa, la línea tendrá las siguientes características:

- Tensión Nominal: 138 kV
- Número de Ternas: Una
- Longitud: 20,98 km
- Conductor 200 mm<sup>2</sup> AAAC
- Cable de Guarda 50 mm<sup>2</sup> Acero EHS
- Estructuras: Torres de Celosía
- Aisladores: Poliméricos
- Puesta a tierra: Contrapeso de cable coperwelld 2 AWG, y varilla para anclaje de coperwelld
- Vano promedio: 400
- Altura máxima / mínima sobre el nivel mar: 3500/2 600 m.s.n.m.

### **2.3.4 S.E. Yura 138/33/6,3kV**

Tendrá las mismas características descritas en la Alternativa I.

### **2.3.5 Sistema de Control y Comunicaciones**

El sistema de comunicaciones será vía onda portadora, el control de las subestaciones será desde la el Centro de Control de Yura en donde se implementará una estación maestra con un sistema SCADA (Mini Scada), Desde la S.E. Charcani I 138 kV se enviará al COES la información que se requiera de la subestación de transferencia. Las señales que maneja el Centro de Control de Yura como mínimo de las SS.EE. de Potencia serán las siguientes:

- Estados de los elementos de maniobra (interruptor, seccionadores)
- Medidas de Potencia Activa, Potencia Reactiva y Corriente.
- Mando de interruptores y Alarmas

Los equipos (relé, medidores y unidad de control) deberán tener la capacidad de conectarse a la red de datos del Centro de Control de Yura y Egasa, con protocolos de comunicación abierta. El sistema de telefonía comprenderá las comunicaciones de voz que se cursarán a través de las nuevas centrales telefónicas automáticas (PAX) que

serán emplazadas en las subestaciones, interconectadas con la central telefónica de Egasa y atenderá a los abonados locales de cada subestación. Este sistema telefónico se integrará a la red de telefonía pública que opera la empresa Telefónica del Perú. Dicha integración se hará mediante un circuito de telefonía pública que se conectará a cada central telefónica.

### 2.3.6 Análisis del Sistema Eléctrico

Se ha efectuado la simulación del sistema eléctrico proyectado en la presente alternativa, incluyendo todo el sistema en 33 kV de Seal y Egasa para la condición de carga máxima y mínima (Horas de Punta y Fuera de Punta) y para las condiciones hidrológicas más desfavorables “estiaje”.

En el **Anexo N° C.2** se presentan los reportes de los resultados detallados de tensiones, despachos y flujos de potencia para horas de punta y horas fuera de punta, destacando los siguientes puntos:

- Para el análisis se ha considerado que el crecimiento de la demanda mantendrá el factor de potencia 0.97, para lo cual Yura debe realizar la compensación reactiva de las nuevas cargas que entrarán en operación.
- El punto de entrega de potencia y energía a Yura será en la futura barra 138 kV de la S.E. Charcani I, con energía proveniente de Charcani V y el Sistema Interconectado Nacional.
- Las pérdidas de energía del sistema de transmisión y transformación de Yura se reducen con respecto a los niveles actuales, tal y como se aprecia en el cuadro siguiente:

**Cuadro N° 2.4 : Reducción de Pérdidas**

Descripción	2006 (1)	2009	2013	2018	2023	2028
Pérdidas de Potencia en %	8,13%	0,73%	0,78%	1,22%	1,45%	1,47%
Pérdidas de Energía en %	5,71%	0,50%	0,53%	0,84%	1,00%	1,01%

Nota (1): Son las pérdidas del sistema eléctrico existente

Las pérdidas se incrementarán conforme la demanda de Yura aumenta en los años siguientes, obteniéndose en el 2028 un 1,01% de pérdidas en energía, valor que se considera óptimo.

- El perfil de tensiones en las barras del sistema eléctrico asociado al suministro de Yura se resume en el cuadro siguiente:

**Cuadro N° 2.5 : Perfil de Tensiones**

Generación o Centro de Carga	Perfil de Tensión				
	2009	2013	2018	2023	2028
	HFP	HFP	HFP	HFP	HFP
Santuario 138 kV	1,039	1,039	1,033	1,028	1,024
Charcani I 138 kV	1,033	1,032	1,021	1,012	1,005
Yura 138 kV	1,024	1,023	1,007	0,995	0,987
Yura 33 kV	1,037	1,041	1,039	1,037	1,037
Yura 6 kV (SE-3)	1,050	1,050	1,050	1,050	1,050
SE1-33 kV	1,030	1,038	1,035	1,032	1,032
SE2-33 kV	1,033	1,040	1,037	1,034	1,034

El perfil de tensiones es bueno, principalmente por que se parte la barra de Santuario que es regulada por la CH Charcani V, asimismo el transformador de Yura es de regulación automática.

- En la contingencia de falla de las SS.EE, línea de transmisión o mantenimiento de las mismas se prevé el suministro desde Charcani I, con la línea repotenciada en 33 kV, debiendo racionarse cargas para el año final hasta al 50%, Los resultados de esta simulación se presentan en el Anexo N° C.3.8

### 2.3.7 Impacto Tarifario

En esta alternativa al igual que la alternativa anterior, la compra de energía se realizará en la barra base de Santuario, y se pagará peaje por el uso de la línea Charcani V-Chilina La negociación existente del contrato tarifario de Yura con Egasa representa el 85% del costo con respecto a el precio regulado, sobre la base de esto se asume que como resultado de negociación con el generador, que podría ser cualquiera del SEIN, se consiga como mínimo del costo regulado en la barra base de Santuario el 85% del precio. Para la evaluación económica se calcula los precios de barra en la nueva S.E. Charcani I 138 KV llevado con peajes. En el cuadro siguiente se presenta un resumen de los precios en barra:

**Cuadro N° 2.6 : Tarifas en Barra**

ORIGEN	Tensión kV	PPB S./kW-mes	PEBP CS/kW-h	PEBF cS/kW-h
Barra base Santuario 138 kV	138	28,60	9,99	9,12
Negociación con el Generador (1)	138	24,31	8,49	7,75

Charcani I 138 kV (2)	138	24,711	8,782	8,032
-----------------------	-----	--------	-------	-------

Donde:

PPB : Precio en barra de la Potencia de Punta

PEBP : Precio en barra de la Energía en horas de Punta

PEBF : Precio en barra de la Energía en horas fuera de Punta

Se asume el costo de energía que actualmente Egasa le vende a Yura, que es del 85% del precio regulado.

(2) Precio en barra calculado según los procedimientos del Osinerg y las tarifas en barra vigente a noviembre 2006.

### 2.3.8 Inversiones Estimadas

La inversión estimada de esta alternativa asciende a 7 500 mil US \$, que incluye suministro, montaje, transporte, gastos generales, utilidades e IGV, cuyo resumen en forma comparativa con la otra alternativa se presenta en el **cuadro N° 2.7**.

La valorización de las inversiones en forma detallada se presenta en el **Anexo D.2**.

## 2.4 COMPARACIÓN DE ALTERNATIVAS

En el cuadro siguiente se presenta en resumen la comparación de alternativas y la selección de la alternativa recomendada técnicamente:

**Cuadro N° 2.7 : Comparación de Alternativas**

Descripción	Alternativa	
	I	II
Tiempo de Implementación	27 meses	27 meses
Costo Equivalente de Compra de Energía ctv \$/kWh (SIN IGV)	3,94	4,21
% Pérdidas de Potencia (2028)	1,76%	1,45%
% Pérdidas de Energía (2028)	1,21%	1,00%
Valor Actual de Compra de Energía en Mil US \$	70 193,99	75 176,45
Valor Actual de Pérdidas Mil US \$	720,41	634,87
Valor Actual Total de Compra de Energía Mil US \$	70 914,40	75 811,31
comparación porcentual del total de compra de energía	100%	107%
<b>Inversión inicial ( Con IGV)</b>	<b>6 816</b>	<b>7 500</b>
comparación porcentual de Inversiones	<b>100%</b>	<b>110%</b>

Donde: **Alternativa I:** Línea Charcani V - Yura - 138kV y Subestaciones

**Alternativa II:** Línea Charcani I - Yura - 138kV y Subestaciones

Ambas alternativas contarían con el visto bueno de Egasa y son técnicamente factibles, por lo que la selección de la alternativa se definirá en la evaluación económica.

La alternativa I tiene las siguientes ventajas con respecto a la alternativa II

- Tiene menor costo de inversión, cuesta 684 Mil US \$ menos
- La alternativa I, a pesar de tener un mayor nivel de pérdidas, el valor actual neto valorizado de compra de energía es menor en 7% representando 4 897 Mil US\$ de diferencia, esto es debido a que el precio de compra de energía es menor en la barra de base de Santuario, mientras que en la alternativa II hay que agregarle a ese costo el peaje por el uso de la línea 138 kV Santuario-Chilina de Egasa.
- La alternativa I tiene la ventaja de que la subestación Santuario es una subestación existente, no teniendo que hacer inversiones en los servicios comunes de la subestación, tales como; caminos de acceso, edificio de control, servicios auxiliares, sistema red de tierra profunda, sistema de comunicaciones con el COES, etc. Asimismo durante la etapa de operación se puede llegar a un acuerdo para que Egasa se encargue del mantenimiento de la nueva celda.

### CAPÍTULO III

#### DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO SELECCIONADO

##### 3.1 Línea de Transmisión 138 Kv Charcani V-Yura

Las características principales de la línea de transmisión se detallan en el cuadro siguiente:

**Cuadro N° 3.1 : Características Generales de Líneas de Transmisión**

Tensión Nominal	138 kV
Número de Ternas	Una
Longitud	27,7 km
Conductor	200 mm <sup>2</sup> AAAC
Cable de Guarda	50 mm <sup>2</sup> Acero EHS
Estructuras	Torres Metálicas
Aisladores	Poliméricos
Puesta a tierra	Contrapeso de coperwelld 2 AWG,
Vano promedio	400
Altura máxima sobre el nivel mar	3500 m.s.n.m.
Altura mínima sobre el nivel mar	2600 m.s.n.m.

##### 3.1.1 Descripción de la Ruta de Línea

La ruta de línea ha sido definida en base al análisis de fotografías satelitales del año 2003, cartas geográficas 1/100 000 del IGN y el reconocimiento en campo en la zona del proyecto, por lo que en la etapa de estudio definitivo se deberá realizar el trazo definitivo y levantamiento topográfico.

Se ha tomado en consideración los siguientes criterios y normas de seguridad para el trazo referencial en el presente estudio de factibilidad:

- Poligonal lo más recta posible siempre y cuando sea posible, tratando de minimizar los fuertes ángulos de desvío, lo cual implica optimizar los suministros de materiales.
- En los tramos de ruta se verificó que estas no pasen por terrenos inundables, suelos hidromórficos y geológicamente inestables, para lo cual se contó con los mapas de geológicos proporcionados por el INGEMET.
- El proyecto en el tramo inicial de 7 km pasa por la zona de la Reserva Nacional Salinas Aguada Blanca, los siguientes 10 km pasa por la zona de

amortiguamiento de dicha reserva, debiendo de tomar esta consideración en el Estudio de Impacto Ambiental.

- Se realizó el trazo siempre evitando la expansión del cono Norte de Arequipa, con la finalidad de evitar problemas de servidumbre en la etapa de ejecución de obra, en la etapa del Estudio definitivo se debe contrastar con el planeamiento del crecimiento urbano de Arequipa y el distrito de Yura de tal manera de no afectar estos terrenos.

### 3.1.2 Descripción de Ruta de Línea de Transmisión

La ruta de la Línea Eléctrica se muestra en el plano GEN-02, y cuyas coordenadas UTM se muestran en el siguiente Cuadro:

**Cuadro N° 3.2 : Coordenadas UTM de Vértices de la Línea**

Línea	Vértices	UTM WGS 84 Zona 18	
		Este (m)	Norte (m)
Charcani V - Yura	C-0	238676	8200545
	C-1	238058	8201031
	C-2	237521	8200834
	C-3	235877	8199142
	C-4	217452	8198047
	C-5	214231	8200487
	C-6	212878	8200601
	C-7	212839	8200713
Charcani I - Yura	D-1	230693	8194707
	D-2	230679	8194842
	D-3	230561	8196025
	D-4	217452	8198047
	D-5	214231	8200487
	D-6	212878	8200601
	D-7	212839	8200713

A continuación se describe la ruta de la línea, en forma general:

La ruta de línea empieza en la torre de salida de la S.E. Santuario, cruzando el río Chili con un vano especial de unos 800m, para luego tomar dirección hacia Yura por la falda del Volcán Chachani, yendo paralela a la línea Charcani V-Chilina de Egasa hasta la altura de la CH. Charcani IV, desviando a partir de allí hacia la fábrica, evitando pasar por la expansión del Cono Norte de Arequipa. A la altura del Cerro Los Andes la línea se pega a la carretera y a la línea en 33 kV DT de Yura, para la acometida a la planta se desconectará el tramo final de las Torres en 33 kV direccionándose a la ubicación de la S.E. de Llegada.

En el plano GEN-02 se muestra la ruta de línea y ubicación de Subestaciones

### **3.1.3 Estudio de Suelos y Geología Superficial**

El Estudio de Suelos y la Geología superficial tiene como objetivo clasificar los diferentes tipos de suelos desde el punto de vista de sus propiedades, para diseñar la cimentación para las estructuras, de la línea de transmisión basándonos en sus propiedades mecánicas (capacidad portante, peso específico, cohesión, ángulo de fricción, etc.).

En la etapa del estudio definitivo se debe desarrollar el estudio de geología con información referente a características geotécnicas y geológicas de la zona del proyecto, y calicatas por cada tipo de suelo.

### **3.1.4 Estudio de Impacto Ambiental**

En la etapa del Estudio Definitivo se debe desarrollar el Estudio de Impacto Ambiental con los respectivos trámites con el INRENA para su aprobación, y el Instituto Nacional de Cultura –INC para obtener la resolución del EIA y el certificado del CIRA.

Los primeros 7km de la línea pasan por la Reserva Nacional Salinas Aguada Blanca, mientras que los próximos 10 km pasan por el área de amortiguamiento de la reserva.

Las líneas existentes en 138 kV a Socobaya, Chilina y Callalli así como las Centrales Hidroeléctricas de Charcani I, II, III, IV, V y VI están construidas dentro de la reserva y su zona de amortiguamiento, por lo que con las gestiones y justificaciones debidas la línea no debería tener problemas para obtener la resolución de EIA.

### **3.1.5 Características del Equipamiento**

A continuación se detallan las características principales de las Líneas de Transmisión

#### **a. Torres**

Las torres deben de ser celosía por lo accidentado de la topografía en gran parte de la ruta de línea

#### **b. Conductor**

El conductor a utilizar será de aleación de aluminio 200mm<sup>2</sup> Canton; la sección del conductor ha sido definida tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Corrientes de cortocircuito
- Esfuerzos mecánicos
- Capacidad de corriente en régimen normal
- Regulación de tensión
- Nivel de Pérdidas óptimo

Los accesorios de los conductores que se utilizan son: amortiguadores de vibración tipo stockbridge, varilla de armar preformada, manguito de empalme, manguito de reparación,

pasta para aplicación de empalmes, esferas de balizaje, cintas reflectoras para esferas de balizaje.

#### **c. Cable de Guarda**

Los cables de guarda considerados para el proyecto son de acero EHS de 50 mm<sup>2</sup>. La selección de los cables de guarda se ha hecho en base a los siguientes aspectos:

- Corrientes de cortocircuito
- Esfuerzos mecánicos

Los accesorios del cable de guarda que se utilizan son: amortiguadores, manguitos de reparación y empalme. Para fijar el cable de guarda a las estructuras se utiliza ensambles de suspensión y anclaje, conformados por grilletes y grapas de suspensión o anclaje.

#### **d. Aisladores**

Actualmente existen en el mercado pocas variedades en cuanto a materiales a ser utilizados. Las alternativas comunes son los aisladores de porcelana, de vidrio y los aisladores poliméricos de goma de silicón.

- Económicamente como monto de inversión, resulta cuasi indiferente la selección entre estos, sin embargo los aisladores de goma de silicón presentan mejores características, como son:
- Menor Peso (del orden del 20% de las cadenas estándares)
- Mayor facilidad de montaje, debido al bajo peso y menores requerimientos para los ensambles, ya que están conformados por una sola unidad.
- Los períodos de mantenimiento son menores, debido a su característica de hidrofobicidad.
- Son antibandálicos, debido a su flexibilidad en el diseño y la superficie expuesta.

Debido a esto para el proyecto se ha seleccionado aisladores poliméricos.

#### **e. Puesta a Tierra**

El sistema de puesta a tierra será con contrapesos instalados en forma lineal separados una distancia horizontal de 1,5m y tendidos a lo largo del eje de la línea, separados a una distancia horizontal entre conductores de 1,5m , y unidas entre sí mediante conductor de cobre recocido de 2AWG.

#### **f. Material de Ferretería**

Los elementos de hierro y acero, tales como pernos y accesorios de aisladores, serán de acero forjado y galvanizado en caliente a fin de protegerlos contra la corrosión. Las

características mecánicas de estos elementos han sido definidas sobre la base de las cargas a las que estarán sometidas.

#### **g. Pararrayos Intermedios**

El criterio para la selección de los pararrayos intermedios ha sido para dar mayor confiabilidad a la línea en presencia de descargas directas, para esto se ha colocado un par juegos de pararrayos en la estructuras Adyacentes al vano que se encuentra a mayor altura 3500 msnm.

En caso de una descarga directa a la línea, los pararrayos descargarán la onda de sobretensión de manera que no llegue a la subestación, donde se encuentran instalados los equipos de maniobra y el transformador de potencia.

#### **h. Campamentos y Almacenes**

Los campamentos y almacenes previstos para la obra son los siguientes:

- Campamento y Almacén: S.E. Yura
- Almacén: Santuario

#### **i. Servidumbre**

El ancho de la faja de servidumbre para las líneas, por la cual se debe indemnizar a los propietarios de los terrenos afectados se resume en el cuadro siguiente:

**Cuadro N° 3.3 : Anchos mínimos de Franjas de Servidumbre**

<b>Tensión Nominal de la</b>	<b>Ancho -</b>
20-36	11
60-70	16
115-145	20

Para el proyecto en 138 kV la franja de servidumbre es de 20m.

### **3.2 Ampliación Subestación Santuario 138 kV**

#### **3.2.1 Descripción de las Instalaciones Existentes**

La Subestación Santuario se encuentra en el departamento de Arequipa cercana al cono Norte de la ciudad, a orillas del río Chili y entre los Volcanes Misti y Chachani, de esta subestación se evacua 139 MW en horas de punta de la C.H. Charcani V al SEIN.

La tensión de generación es de 13,8kV, y la tensión de transmisión en 138 kV, la subestación de transmisión en el patio de llaves se configura en doble barra con el siguiente equipamiento:

- 02 Celdas de Línea, con destino a la S.E. Socabaya, con equipamiento de maniobra y medida del tipo convencional (seccionador de línea y de barra,

pararrayos interruptor, transformadores de medida), los equipos son en 145 kV –750 kV-BIL.

- 03 Celdas de línea, con destino a los transformadores de potencia de los grupos de generación, con equipamiento de maniobra y medida del tipo convencional (seccionador de línea y barra, pararrayos interruptor, transformadores de medida), los equipos son en 145 kV –750 kV-BIL.
- 01 Celdas de Línea, con destino a la S.E. Chilina, con equipamiento de maniobra y medida del tipo convencional (seccionador de línea y de barra, pararrayos interruptor, transformadores de medida), los equipos son en 145 kV –750 kV-BIL.
- 01 Celdas de Línea, con destino a la S.E. Callalli, con equipamiento de maniobra y medida del tipo convencional (seccionador de línea y de barra, pararrayos interruptor, transformadores de medida), los equipos son en 145 kV –750 kV-BIL.

En el patio de llaves 138kV existe una celda libre para la implementación de una celda de línea del tipo compacta, la cual se usará para equipar la celda de salida a Yura.

### **3.2.2 Configuración de la Subestación Santuario**

La SE. Santuario de configuración doble barra cuenta con un espacio disponible para albergar una celda de línea en 138 kV del tipo compacta, espacio que se equipará con una celda del híbrida compacta. El equipo de maniobra será instalado al exterior. Se implementará un tablero de control, protección y medida, el cual permitirá el control y monitoreo de los equipos en 138kV, y se instalará dentro del edificio de control existente.

Los servicios auxiliares serán tomados de las salidas de reserva de los tableros existentes. La red de tierra superficial de la nueva celda se conectará a la red de tierra profunda existente en la subestación.

Para el sistema de control se llevarán señales de control, medición, alarmas de la celda de línea completa hasta la Estación Maestra del centro de control de Egasa, así como al equipo de onda portadora para comunicación con la S.E. Yura. El control y monitoreo de esta celda se hará desde Yura, eventualmente el control podrá ser transferido al Centro de Control de Egasa asimismo será vía el sistema de comunicaciones existente por donde se enviará al COES la información que se requiera de la nueva celda.

### **3.2.3 Equipos en el Patio de Llaves**

En la subestación Santuario se implementará los siguientes equipos principales:

- Celda híbrida compacta para línea 145 kV; 800 A; 550/750 kV-BIL (interno/externo), configuración simple barra conformador por:
  - ▬ Seccionadores de Barra 145 kV; 800 A; 550 kV-BIL
  - ▬ Interruptor de potencia 145 kV; 800 A; 550 kV-BIL; 31,5 kA
  - ▬ Transformadores de Corriente 400-800/5/5/5A
  - ▬ Seccionadores de Línea
    - Transformador de Tensión del tipo capacitivo  $138/\sqrt{3}: 100/\sqrt{3}:100/\sqrt{3}$ ; 5p; cl 0,2
    - Pararrayos 120 kV; 10 kA; cl 0,2.
    - Sistema de Barras y Pórticos
    - Obras Civiles

### **3.2.4 Protección Control y Medición**

A continuación se describen las consideraciones sobre fiabilidad, seguridad, respaldo, los requerimientos de redundancia, y las consideraciones que se tuvieron para la selección del esquema de protección de la línea Charcani V-Chilina 138 kV

Este esquema de protecciones se realizó tomando en cuenta el comportamiento de los sistemas eléctricos existentes en Egasa y Rep

La tecnología de los relés de protección será de estado sólido digitales, dado el desempeño satisfactorio que éstos han presentado en la aclaración de fallas de los sistemas de potencia.

En forma general las protecciones deben poseer mando local y remoto, poseer interfaz de comunicación, indicadores locales de operación, suficientes entradas y salidas para poder implementar la lógica de protecciones.

Como primera condición para la protección de una línea de transmisión se adoptó el criterio de redundancia de su esquema de protección. Las protecciones de línea se establecieron de forma que exista una protección principal (21- relé de distancia) y una de respaldo sobrecorriente.

Se instalará un tablero conteniendo lo siguiente:

- Relé Electrónico Multifunción con funciones de Distancia (21) como protección principal , con funciones de respaldo (67/67N ) Sobrecorriente direccional y de fallas a tierra, 79 (Recierre) y 25 (sincronismo).
- Controlador de Bahía, se suministrará una Unidad de Control para el control y mando de la celda con tecnología de microprocesadores, prevista para la siguientes funciones:

#### Funciones de Protección

- ▣ Sobrecorriente instantánea y temporizada (50/51)
- ▣ Sobrecorriente de falla a tierra instantánea y temporizada (50/51N)
- ▣ Sobrecorriente direccional de fases y tierra (67/67 N)
- ▣ Sobrecorriente de secuencia negativa (46);
- ▣ Sobre y subtensión (59/27)
- ▣ Protección de frecuencia (81), habilitada con la función de rechazo de carga.
- ▣ Función de recierre (79)
- ▣ Función de Falla de Interruptor
- ▣ Función de Sincronismo (25)

#### Funciones de Control:

- ▣ Monitoreo y visualización gráfica del estado de posición (abierto/cerrado) de los equipos de maniobra de la bahía con un mínimo de un interruptor y cuatro seccionadores
- ▣ Mando (abrir/cerrar) de los equipos de maniobra de la bahía con un mínimo de un interruptor y cuatro seccionadores
- ▣ Visualización de alarmas con un mínimo de dos (alarma leve y alarma grave)
- ▣ Facilidad para programar la lógica de enclavamiento y opciones de bloqueo de la bahía.
- ▣ Display gráfico; debe mostrar la posición de apertura o cierre del interruptor y seccionadores asociados

#### Funciones de Medida

- ▣ Medidas de valores instantáneos de tensión, corriente de línea, potencia activa, potencia reactiva, frecuencia y factor de potencia
- ▣ Medición de energía activa y reactiva kWhr, kVarHr
- ▣ Datos estadísticos de demanda máxima de potencia activa, potencia reactiva, y tensión
- ▣ Perfiles de Carga de potencia activa, potencia reactiva y tensión

#### Funciones de Reporte

- ▣ Registros de operación
- ▣ Registros de fallas
- ▣ Oscilografía
  - Medidor Electrónico y Multifunción para la medida de los siguientes parámetros:
- ▣ Tensión de fases y fase tierra

- ▣ Corriente por fase
- ▣ Frecuencia, factor de potencia
- ▣ Potencia activa y reactiva
- ▣ Medición activa doble tarifa y reactiva tarifa simple

Deberá tener capacidad de memoria masiva, inclusiva para almacenar el perfil de carga diario con un intervalo de 15 minutos.

➤ Facilidades de Comunicaciones

Los equipos (relé, medidores y unidad de control) deben tener la capacidad de conectarse a la red de información del centro de control de Egasa, para lo cual deberán suministrarse con dos protocolos, uno de los cuales deberá ser el existente en dicha subestación y el otro protocolo deberá ser de protocolo abierto.

Desde el Controlador de Bahía se deberá enviar toda la información a la Estación Maestra de Egasa, así como al equipo de Onda Portadora para comunicación con la S.E. Yura.

### 3.2.5 Servicios Auxiliares

Actualmente la S.E. Santuario cuenta con tableros de servicios auxiliares en corriente alterna y continua, de los cuales se tomarán un circuito libre e independiente tanto en continua como en alterna para los equipos de la celda de salida en 138kV para Yura.

Las siguientes son las tensiones de SS.AA

- Corriente continua para control y protección : 110 Vcc
- Corriente continua para Comunicaciones : 48 Vcc
- Corriente alterna, para motores, calefacción, etc. : 380/220 Vca
- Corriente alterna para equipos de computo : 220 Vca

### 3.2.6 Obras Civiles

Las obras civiles previstas para la ampliación de la subestación Santuario, son las siguientes:

- Relleno compactado en las áreas que se encuentren a desnivel.
- Nivelación de terreno manual en el área de ampliación.
- Construcción de bases de concreto armado para los siguientes equipos:
  - ▣ 01 Celda Híbrida Compacta 138 kV (01 cimentación)
  - ▣ 03 Transformador de Tensión 138 kV (03 cimentaciones)
  - ▣ 03 Pararrayos 138 kV (03 cimentaciones)
  - ▣ 01 Pórtico 138 kV (01 cimentación)

- Enripiado área de ampliación patio de llaves
- Construcción de Canaletas de Concreto para cables de control

### **3.3 Subestación Yura 138/33/6 kV**

#### **3.3.1 Configuración de la Subestación Yura**

La subestación Yura se ubicará aledaña a la ampliación de la fábrica, y se ha configurado en base a criterios de seguridad, confiabilidad de operación y pensando en minimizar las inversiones, la configuración de la subestación en el nivel en 138kV será de llegada es decir de conexión directa al transformador de potencia, con una celda de línea-transformador del tipo compacta, la configuración para la distribución en 33 kV y 6 kV será en simple barra con celdas Metal Clad del tipo interior.

El control y monitoreo de esta subestación se hará desde el centro de control de la planta Yura desde un Mini Scada, asimismo se prevé como control en la S.E. Yura una HMI para controlarla, la cual podrá hacerse desde la RTU a suministrar para esta subestación, el sistema de comunicaciones con la S.E. Santuario será vía onda portadora.

#### **3.3.2 Descripción del Equipamiento**

Los equipos para la S.E. Yura en 138 kV serán para instalación al exterior, los de distribución 33 kV y 6kV serán del tipo interior y son los siguientes:

#### **3.3.3 Tensiones Auxiliares**

- Corriente continua para control y protección : 110 Vcc
- Corriente continua para Comunicaciones : 48 Vcc
- Corriente alterna, para motores, calefacción, etc. : 380/220 Vca
- Corriente alterna para equipos de computo : 220 Vca

#### **3.3.4 Equipos de Maniobra y Transformación**

La configuración de la subestación en el lado 138 KV será de llegada, solo con una celda línea transformador y tendrá el siguiente equipamiento:

- 01 Transformador de Potencia 138±10x1,25%/33/6,3kV; 45-60/30-40/27-35 MVA (ONAN/ONAF), de regulación bajo de carga
- 01 Celda híbrida compacta para línea 145 kV; 800 A; 550/750 kV-BIL (interno/externo), configuración simple barra conformador por:
  - ▬ Seccionadores de Barra 145 kV; 800 A; 550 kV-BIL
  - ▬ Interruptor de potencia 145 kV; 800 A; 550 kV-BIL; 25 kA
  - ▬ Transformadores de Corriente 400-800/5/5/5A
  - ▬ Seccionadores de Línea

- ▬ 03 Transformador de Tensión del tipo capacitivo  $138/\sqrt{3}: 100/\sqrt{3}:100/\sqrt{3}$ ; 5p; cl 0,2
- ▬ 03 Pararrayos 120 kV; 10 kA; cl 0,2.

En el lado 33 KV se implementará los siguientes equipos del tipo interior:

- 04 Celdas del tipo Metal Clad 40kV-200 kV-BIL;800 A; 40 kA, conformado por interruptor de potencia del tipo extraíble, transformadores de corriente, medidores y relé de protección, las cuales se usarán para alimentar a las SE-1, SE-2, la cantera y el suministro existente en 33 kV
- 01 Celda del tipo Metal Clad 40kV-200 kV-BIL;1200 A; 40 kA, conformado por interruptor de potencia del tipo extraíble, transformadores de corriente, transformadores de tensión, medidores y relé de protección para conexión al transformador de potencia

En el lado 6 KV se implementará los siguientes equipos del tipo interior:

- 02 Celdas del tipo Metal Clad 7,2kV-95 kV-BIL;2000 A; 25 kA, conformado por interruptor de potencia del tipo extraíble, transformadores de corriente, medidores y relé de protección, las cuales se usarán como celdas de barra, de donde conectarán las celdas de alimentador para las cargas de Yura.

### **3.3.5 Sistema de Puesta a Tierra**

La malla de tierra profunda se construirán con conductores de 95mm<sup>2</sup> de cobre enterrados a una profundidad 0,8 m, jabalinas de 2,4 m y 16mm<sup>2</sup> de sección y empalmes mediante soldadura exotérmica, la red de tierra superficial (conexión a equipos ) se hará con conductores de 70mm<sup>2</sup>.

### **3.3.6 Sistema de Protección**

En forma general las protecciones deben poseer mando local y remoto, poseer interfaz de comunicación, indicadores locales de operación, suficientes entradas y salidas para poder implementar la lógica de protecciones.

Se suministrará el equipamiento principal siguiente:

- 01 Relé diferencial 87 para protección de Transformador de tres devanados, que además dispondrá de las siguientes funciones:
  - ▬ Sobrecorriente instantánea y temporizada (50/51)
  - ▬ Sobrecorriente de falla a tierra instantánea y temporizada (50/51N)
  - ▬ Sobrecorriente direccional de fases y tierra (67/67 N)
  - ▬ Sobrecorriente de secuencia negativa (46)
- 02 Medidores Electrónicos y Multifunción para la medida de los siguientes parámetros:

- ▣ Tensión de fases y fase tierra
- ▣ Corriente por fase
- ▣ Frecuencia, factor de potencia
- ▣ Potencia activa y reactiva
- ▣ Medición activa doble tarifa y reactiva tarifa simple

Deberá tener capacidad de memoria masiva, inclusiva para almacenar el perfil de carga diario con un intervalo de 15 minutos.

- 02 Controladores de Bahía, que servirá para el control y mando de las celdas; 138kV, 33 kV; con tecnología de microprocesadores, prevista para las siguientes funciones:

#### Funciones de Protección

- ▣ Sobrecorriente instantánea y temporizada (50/51)
- ▣ Sobrecorriente de falla a tierra instantánea y temporizada (50/51N)
- ▣ Sobrecorriente direccional de fases y tierra (67/67 N)
- ▣ Sobrecorriente de secuencia negativa (46);
- ▣ Sobre y subtensión (59/27);
- ▣ Protección de frecuencia (81); prevista con rechazo de carga.
- ▣ Función de de recierre (79);
- ▣ Función de Falla de Interruptor;
- ▣ 59N protección de sobretensión homopolar, para detectar las fallas a tierra del sistema en delta.
- ▣ Función de Sincronismo (25)

#### Funciones de Control:

- ▣ Monitoreo y visualización gráfica del estado de posición (abierto/cerrado) de los equipos de maniobra de la bahía con un mínimo de un interruptor y cuatro seccionadores
- ▣ Mando (abrir/cerrar) de los equipos de maniobra de la bahía con un mínimo de un interruptor y cuatro seccionadores
- ▣ Visualización de alarmas con un mínimo de dos (alarma leve y alarma grave)
- ▣ Facilidad para programar la lógica de enclavamiento y opciones de bloqueo de la bahía.
- ▣ Display gráfico; debe mostrar la posición de apertura o cierre del interruptor y seccionadores asociados

### Funciones de Medida

- ▣ Medidas de valores instantáneos de tensión, corriente de línea, potencia activa, potencia reactiva, frecuencia y factor de potencia
- ▣ Medición de energía activa y reactiva kWhr, kVarHr
- ▣ Datos estadísticos de demanda máxima de potencia activa, potencia reactiva, y tensión
- ▣ Perfiles de Carga de potencia activa, potencia reactiva y tensión

### Funciones de Reporte

- ▣ Registros de operación
- ▣ Registros de fallas
- ▣ Oscilografía
  - Facilidades de Comunicaciones

Los equipos (relé, medidores y unidad de control) tener la capacidad de conectarse a la red de información del centro de control, para lo cual deberán suministrarse con protocolos del tipo abierto.

### **3.3.7 Servicios Auxiliares**

Para la selección del sistema de servicios auxiliares de las subestación, tanto en c.a. como en c.c., se consideró un sistema que permitirá darle un buen respaldo a la alimentación auxiliar requerida por los equipos de maniobra, control y protección de las subestaciones, con el fin de asegurar una buena confiabilidad en la operación de ellas.

Se contará con tres niveles de tensión para servicios auxiliares:

- 380/220 Vac trifásico por intermedio del TSA 6/0.38-.0,22 kV – 50 kVA
- 110 Vcc por intermedio del banco de baterías de 100 A-Hr
- 48 Vcc por intermedio de banco de baterías de 50 A-Hr.
- Se suministrará además cargadores-rectificadores para baterías 110 y 48 Vcc.

### **3.3.8 Obras Civiles**

Las Obras civiles previstas para la Subestación Yura son las siguientes:

- Nivelación y explanación del área de la subestación, empleando equipo pesado.
- Construcción de cerco perimétrico con rejas metálicas
- Construcción de bases de concreto armado, en el patio de 138 kV para los siguientes equipos:
  - ▣ 01 Celda Híbrida Compacta 138 kV (01 cimentación)
  - ▣ 03 Transformador de Tensión 138 kV (03 cimentaciones)

▣ 03 Pararrayos 138 kV (03 cimentaciones)

- 01 Base del Transformador de potencia de 60 MVA, será de concreto armado y tendrá forma de poza con capacidad para albergar hasta el 100% de aceite en caso éste se derrame. Se construirán además vigas de acceso para los transformadores desde el ingreso, en el centro de la vía de acceso, hasta su ubicación definitiva. Esta contará con los rieles incrustados, para un fácil transporte del transformador, y también con argollas de tiro consistentes de cáncamos de fierro empotrados en dados de concreto, para el transporte del mismo.
- Construcción de 01 Edificio de Control bajo sistema mixto (albañilería portante y aporticado), con techo aligerado con una pendiente de 8%, con acabados de tarrajeado y pintura, vereda exterior, servicios higiénicos. El edificio de control tendrá los siguientes ambientes: Sala de Control, Deposito, Sala de Baterías y SS.HH. Las instalaciones sanitarias de agua y de alcantarillado serán conectadas a los sistemas públicos respectivos.
- El edificio de control se comportará como una estructura de albañilería, con muros portantes en un sentido, y sistema aporticado (viga – columna) en otro. Los muros son de  $e=25$  cm de espesor, y con una losa aligerada, la cual se comportará como un diafragma rígido. La losa aligerada tendrá pendiente hacia uno de los lados para facilitar el drenaje de agua de lluvias.
- En cuanto a acabados, los pisos serán de cemento pulido, salvo los de la sala de baterías, el cual será de gress cerámico antiácido y el piso de los servicios higiénicos, los que serán de cerámico antideslizante. Los muros serán tarrajeados y pintados con látex sintético 02 manos. Los muros contarán con un contrazócalo de cemento pulido de altura 30 cm, tanto interior como exteriormente, para proteger la parte inferior de dichos muros de humedad.
- Las ventanas serán de fierro y vidrio doble. Todas las puertas exteriores serán metálicas con perfiles y ángulos metálicos y vidrio doble en la parte superior. Las puertas interiores serán contraplacadas de madera tornillo acabado barniz natural.
- Construcción de una galería de cables de concreto armado de 2.50 m de ancho y 2.00 m de altura, la que se ubicara por debajo del edificio de control. La galería de cables; tendrá 2 tapas de inspección con sus respectivas escaleras de gato y dentro de ella llevará bandejas metálicas para llevar los cables de control y energía en 6 kV y 33 kV

- Construcción de canaletas exteriores para cables, de concreto armado.
- Construcción de cunetas exteriores, alrededor de la vía de acceso, patio de llaves y edificio de control, para recepcionar el agua de lluvia.
- Ejecución de anillo de acceso vehicular
- Enripiado área de patio de llaves.

### **3.4 Sistema Control y Comunicaciones**

El proyecto “Línea en 138 kV Charcani V - Chilina y Subestaciones” incluye un sistema de telecomunicaciones previsto fundamentalmente para intercomunicar a los operadores de Egasa y Yura. Dicho sistema de comunicaciones incluye también canales de datos de baja velocidad que serán utilizados para integrar dichas subestaciones al Centro de Control que se ubicará en la Fábrica.

Desde el Centro de Control de Yura se tendrá el control de las dos subestaciones, conforme a la siguiente filosofía:

- S.E. Santuario: Se ampliará la subestación con una celda de salida en 138 kV para Yura, el control y monitoreo de esta celda se hará desde S.E. Yura, eventualmente el control podrá ser transferido al Centro de Control de Egasa, previendo para ello ampliar e Integrar la nueva celda a la Estación Maestra del Centro de Control, asimismo será vía el sistema de comunicaciones existente de EGASA por donde se enviará al COES la información que se requiera de la nueva celda. El sistema de Control tendrá los siguientes niveles de control:
  - ▬ 1º Nivel : Local en botoneras de equipos, en el patio de llaves
  - ▬ 2º Nivel: Local en el edificio de control, para lo cual se prevé el controlador de bahía
  - ▬ 3º Nivel: Local en el edificio de control, para lo cual se prevé la ampliación del mímico existente.
  - ▬ 4º Nivel : Remoto desde la Estación Maestra en el Centro de Control de Egasa
  - ▬ 5º Nivel : Remoto desde la Estación Maestra en el Centro de Control de Yura en la fábrica.
- S.E. Yura: Es una subestación nueva en 138/33/6kV, el control y monitoreo de esta subestación, el de la S.E. Santuario se hará desde la estación maestra ubicada en el centro de control de Yura. El sistema de Control tendrá los siguientes niveles de control:
  - ▬ 1º Nivel : Localmente en botoneras de equipos, en el patio de llaves

▬ 2º Nivel : Localmente en el edificio de control, para lo cual se prevé el controlador de Bahía para las celdas .

▬ 3º Nivel : Remotamente desde la Estación Maestra del Centro de Control de Yura.

El sistema telefonía comprende las comunicaciones de voz que se cursarán a través de las nuevas centrales telefónicas automáticas (PAX) que serán emplazadas en las subestaciones, interconectadas con la central telefónica de Egasa y atenderá a los abonados locales de cada subestación. Este sistema telefónico se integrará a la red de telefonía pública que opera la empresa Telefónica del Perú S.A.A., dicha integración se hará mediante un circuito de telefonía pública que se conectará a cada central telefónica.

El servicio telefónico atenderá las comunicaciones entre diversos abonados que estarán ubicados en distintos ambientes tales como:

- Sala de Control de S.E. Santuario: Con aparato telefónico de mesa.
- Patio de llaves S.E. Santuario: Con aparato telefónico de intemperie.
- Sala de control de S.E. Yura: Con aparato telefónico de mesa.
- Patio de llaves S.E. Yura: Con aparato telefónico de intemperie.
- Centro de control de Yura: Con aparato telefónico de mesa.

Este sistema permitirá el uso de equipos terminales FAX en las subestaciones, así será posible recibir comunicaciones vía FAX a través de la red de telefonía pública.

El sistema de control y comunicaciones tendrá el siguiente equipamiento principal:

- Sistema de Onda Portadora: Un enlace de onda portadora entre Egasa y Santuario
- Sistema de Telefonía:
  - ▬ Central telefónica automática a instalarse en la S.E. Yura
  - ▬ Integración al sistema de telefonía de la S.E. Egasa.
- Sistema de Control
  - ▬ Sistema de Control de Subestación (SCS).
  - ▬ Hardware, PC industrial, concentradores de datos, impresora, UPS, etc.
  - ▬ Software, Mini SCADA en Yura con interfaz hombre máquina para operar, controlar y monitorear las subestaciones de Yura y la celda de salida en 138kV en la S.E. Santuario.

Los equipos (relé, medidores y unidad de control) deberán tener la capacidad de conectarse a la red de datos del Centro de Control de Egasa, con protocolos de comunicación abierta.

Será necesario integrar al Centro de Control de Yura como mínimo las siguientes señales de las subestaciones:

- Estados de los elementos de maniobra (interruptor, seccionadores)
- Medidas de Potencia Activa, Potencia Reactiva y Corriente.
- Mando de interruptores
- Alarmas

El detalle de las señales ha enviar será coordinado con Yura en la etapa de la Ingeniería de Detalle.

En el cuadro siguiente se presenta el resumen de las inversiones previstas en forma referencial para las dos alternativas en forma comparativa:

**Cuadro N° 3.4 : Inversiones Referenciales**

Ítem	Descripción	Alter. I mil us\$	Altern. II mil us\$
<b>1</b>	<b>Línea de Transmisión</b>	<b>1 356</b>	<b>989</b>
	Línea Nueva en 138kV Charcani V - Yura -27,7 km	1 330	-
	Línea Nueva en 138kV Charcani I - Yura-20,9 km	-	962
	Línea de Interconexión 33 kV S.E. Yura y SS.EE. SE-1 y SE-2 y LT Existente	26	26
<b>2</b>	<b>Subestaciones de Potencia</b>	<b>2 974</b>	<b>3 762</b>
	S.E, Charcani I 138 kV	-	1 208
	S.E. Santuario 138kV	420	-
	S.E. Yura 138/33/6 kV	2 367	2 367
	Subestación de Distribución SE-2	187	187
<b>3</b>	<b>Sistema de Control y Comunicaciones</b>	<b>266</b>	<b>308</b>
	<b>Costo Directo Total s/IGV</b>	<b>4 596</b>	<b>5 059</b>
<b>4</b>	<b>OTROS COSTOS</b>		
	- Compensación por Servidumbre (km)	6	4
	- Costos de Ingeniería	161	177
	- Supervisión	115	126
	- Administración	69	76
	- Gastos Financieros	46	51
	- Gastos Generales	368	405
	- Utilidades	230	253
	<b>- IMPREVISTOS (3%)</b>	<b>138</b>	<b>152</b>

Ítem	Descripción	Alter. I mil us\$	Altern. II mil us\$
	<b>Inversión Total por Alternativa Sin IGV</b>	<b>5 728</b>	<b>6 302</b>
	<b>Inversión Total por Alternativa +IGV</b>	<b>6 816</b>	<b>7 500</b>
	<b>Comprar. Porcentual, Inversiones</b>	<b>100%</b>	<b>110%</b>

Del cuadro anterior se puede concluir que la alternativa I es más económica en 10%, representando un ahorro de unos 684 Mil US\$ en la inversión inicial, sin embargo como se verá en la evaluación económica, esta ventaja se incrementa por el menor costo de compra energía al conectarse directamente a la barra base de Santuario 138 kV.

### 3.5 Comparación De Alternativas

En el cuadro siguiente se presenta en resumen la comparación de alternativas y la selección de la alternativa recomendada técnicamente:

**Cuadro N° 3.5 : Comparación de Alternativas**

Descripción	Alternativa	
	I	II
Tiempo de Implementación	27 meses	27 meses
Costo Equivalente de Compra de Energía ctv \$/kWh (SIN IGV)	3,94	4,21
% Pérdidas de Potencia (2028)	1,76%	1,45%
% Pérdidas de Energía (2028)	1,21%	1,00%
Valor Actual de Compra de Energía en Mil US \$	70 193,99	75 176,45
Valor Actual de Pérdidas Mil US \$	720,41	634,87
Valor Actual Total de Compra de Energía Mil US \$	70 914,40	75 811,31
comparación porcentual del total de compra de energía	100%	107%
<b>Inversión inicial ( Con IGV)</b>	<b>6 816</b>	<b>7 500</b>
comparación porcentual de Inversiones	<b>100%</b>	<b>110%</b>

Donde: **Alternativa I:** Línea Charcani V - Yura - 138kV y Subestaciones

**Alternativa II:** Línea Charcani I - Yura - 138kV y Subestaciones

Ambas alternativas contarían con el visto bueno de Egasa y son técnicamente factibles, por lo que la selección de la alternativa se definirá en la evaluación económica.

La alternativa I tiene las siguientes ventajas con respecto a la alternativa II

- Tiene menor costo de inversión, cuesta 684 Mil US \$ menos
- La alternativa I, a pesar de tener un mayor nivel de pérdidas, el valor actual neto valorizado de compra de energía es menor en 7% representando 4 897 Mil US\$ de diferencia, esto es debido a que el precio de compra de energía es menor en la barra de base de Santuario, mientras que en la alternativa II hay que

agregarle a ese costo el peaje por el uso de la línea 138 kV Santuario-Chilina de Egasa.

- La alternativa I tiene la ventaja de que la subestación Santuario es una subestación existente, no teniendo que hacer inversiones en los servicios comunes de la subestación, tales como; caminos de acceso, edificio de control, servicios auxiliares, sistema red de tierra profunda, sistema de comunicaciones con el COES, etc. Asimismo durante la etapa de operación se puede llegar a un acuerdo para que Egasa se encargue del mantenimiento de la nueva celda.

### **3.6 Costos de Generación Térmica**

Considerando que Yura no realice el proyecto de largo plazo (2009-2028), para la evaluación económica se asume que para cubrir el déficit de la oferta de energía eléctrica, por el crecimiento de la producción de la planta se requerirá que se invierta en grupos térmicos, que en adelante denominaremos Central Térmica -CT Yura, y cuyas premisas para su valorización son las siguientes:

#### **3.6.1 Costos de Inversión**

La inversión se valoriza por la adquisición de grupos nuevos, debido a las siguientes razones:

- Grupos Nuevos por crecimiento de la demanda
- Grupos Nuevos por reemplazo de existentes que cumplieron su ciclo de vida
- El tiempo de vida de un grupo térmico esta asociado a sus horas de utilización nominales, que generalmente depende del fabricante y velocidad, y puede variar entre 10 000 a 40 000 horas, los grupos comerciales oscilan entre 15000 y 25 000, horas. Según el factor de carga de la planta se ha considerado para la valorización que el tiempo en el cual se copa las horas de utilización es de 3 años.
- Las horas de utilización nominales para los grupos nuevos se ha asumido en 18000 Horas y se le puede realizar un máximo de dos over hall en su periodo de vida, de acuerdo a lo especificado por el fabricante.
- El costo utilizado para la valorización de cada grupo es de 350 \$ /kW. Instalado en la planta.

Nota : Se considera que existe un grupo térmico de 1 000 kW en Yura.

#### **3.6.2 Costos de Operación y Mantenimiento**

Los costos de operación y ,mantenimiento para este tipo de centrales son 41 \$/MWh; estos costos consideran los siguientes principales rubros:

- Accesorios: filtros de petróleo, filtro de aceite, filtro de aire.
- Lubricantes: aceite monogrado, aditivos, grasa refrigerante, etc.
- Mantenimiento mecánico: Lavado y sondeo de radiador, engrase, ajuste de piezas
- Personal; Operador de planta, administrativo, Técnicos electricistas, mecánicos e ingenieros.

### 3.6.3 Resumen de Inversiones

El detalle de los costos de inversión y mantenimiento se presenta en el **anexo N° E.2**, y su resumen en el cuadro siguiente:

**Cuadro N° 3.6 : Costos Sin Proyecto**

ITEM	DESCRIPCIÓN	2 009	2 013	2 018	2 023	2 028
1	Despacho Central Térmica kW	0	3 790	17 040	23 735	23 735
2	Potencia Instalada de la Central Térmica	1 000	6 000	19 000	24 000	24 000
<b>3</b>	<b>Inversiones Mil US-\$</b>	<b>0</b>	<b>4 681</b>	<b>22 955</b>	<b>29 313</b>	<b>29 456</b>
	Costos de Inversión - Mil US-\$	0	0	1 050	0	0
	Costos de Operación Mil US-\$	0	4 402	19 790	27 566	27 566
	Costos de Mantenimiento - Mil US-\$	0	279	2 115	1 747	1 890

### 3.6.4 Costos de Recupero

Para la evaluación se considerará que el grupo nuevo opera 18 000 horas hasta su primer Over-hault y que este tiempo de operación se logra en 3 años debido al factor de carga de la fábrica.

Para la determinación de los costos de recupero de capital se ha asumido los siguientes porcentajes de recupero y salvamento:

- Grupos que cumplieron su tiempo de operación con sus dos over hault, el valor de salvamento se ha considerado en 10% del costo, como recupero al año final, el cual va asociado al costo de oportunidad.
- Grupos que cumplió su tiempo de operación, quedándole 02 over hault, a este grupo se le da un 40% del costo, como recupero al año final, el cual va asociado al costo de oportunidad.
- Grupos que les falta por usar la tercera parte de su tiempo de operación y 02 over hault, se le pone un 60% del costo, como recupero al año final, el cual va asociado al costo de oportunidad.

- Grupos que les falta por usar dos tercios para culminar tiempo de operación y 02 over hault, a este grupo se le pone un 80% del costo, como recupero al año final, el cual va asociado al costo de oportunidad.

## CAPÍTULO IV EVALUACIÓN ECONÓMICA

### 4.1 Premisas de Cálculo

- Periodo de análisis 2009 al 2028 (20 años), periodo que durará la concepción, gestión, ejecución y puesta en servicio del nuevo suministro eléctrico en 138 KV.
- En el año 0 (2008) se prevé el inicio del proyecto
- Se considera que la construcción del proyecto se iniciará en el 2008 y será puesto en servicio en el año 2009
- Se considera que Yura no se limitará en el crecimiento de su producción, y cubrirá el déficit de oferta de energía eléctrica con Generación Térmica, para el caso sin proyecto.

### 4.2 Tarifas y Costos a Considerar para la Evaluación Económica

Los costos considerados son los siguientes:

- Precio de compra de Energía y Potencia:
  - ▬ **Alternativa I:** Se considera el precio de la barra base Santuario 138 kV, al 85% como resultado de la negociación con cualquier generador.
  - ▬ **Alternativa II:** Se considera el precio de la barra base Santuario 138 kV, al 85% como resultado de la negociación con cualquier generador, agregándole el peaje por el uso de la línea Charcani V-Chilina
- Costos de inversión en líneas, subestaciones
- Costos de operación y mantenimiento
- Costos de las pérdidas de potencia y energía de las líneas y transformadores
- Depreciación como un valor negativo, se considera una depreciación lineal para un tiempo de vida de 25 años.

En el cuadro siguiente se presenta las tarifas calculadas, según los procedimientos del Osinerg de la compra de energía y potencia:

**Cuadro N° 4.1 : Tarifas en Barras de Compra**

<b>ORIGEN</b>	<b>Tensión kV</b>	<b>PPB S/./kW-</b>	<b>PEBP CS/kW-</b>	<b>PEBF cS/kW-</b>
Barra base Santuario 138 kV	138	28,60	9,99	9,12
Negociación con el Generador (1)	138	24,31	8,49	7,75
Charcani I 138 kV (2)	138	24,711	8,782	8,032

Donde: PPB : Precio en barra de la Potencia de Punta

PEBP : Precio en barra de la Energía en horas de Punta

PEBF : Precio en barra de la Energía en horas fuera de Punta

Notas: (1) Se asume que se consiga con negociación como mínimo el costo de compra sea el 85% del precio regulado de la barra base de Santuario, conforme a la actual negociación de Yura con Egasa.

(2) Precio en barra calculado según los procedimientos del Osinerg y las tarifas en barra vigente a noviembre 2006.

El detalle del cálculo de las tarifas se presenta en el **Anexo E.3.**

#### **4.3 Beneficios**

Para el presente análisis se está considerando que Yura no se limitará en el crecimiento de su producción, y cubrirá el déficit de oferta de energía eléctrica con Generación Térmica, por lo que como beneficio se cuantifica el ahorro que representa el suministro del sistema interconectado y el costo que representaría hacerlo con centrales térmicas y el suministro existente repotenciado en 33 kV, a un alto costo de combustible, mantenimiento y pérdidas altas en el sistema de transmisión.

Asimismo se considera como beneficio el peaje que se cobraría por la línea más las subestaciones hasta la subestación Yura en BT y MT.

#### **4.4 Resultados de la Evaluación Económica del Proyecto**

Con los criterios establecidos anteriormente se ha efectuado la Evaluación Económica del Proyecto, cuyos detalles se presentan en el **Anexo N° E.1**, y el resumen se presenta en el cuadro siguiente:

**Cuadro N° 4.2 : Indicadores Económicos del Proyecto (Con IGV)**

Descripción	Alternativa I	Alternativa II
Tasa de descuento	12%	12%
Valor Actual Neto ( VAN)	66 037 Mil US \$	56 788 Mil US \$
Tasa Interna de Retorno ( TIR)	47%	39%
Relación Beneficio Costo (B/C)	10,69 Pu	8,57 Pu
Tiempo de Repago	3,90 Años	4,90 Años
Precio Equivalente de Energía y potencia	1,50 ctv \$/kWh	1,60 ctv \$/kWh

Donde:

**Alternativa I:** Línea Charcani V - Yura - 138kV y Subestaciones

**Alternativa II:** Línea Charcani I - Yura - 138kV y Subestaciones

De la evaluación económica se concluye lo siguiente:

Los resultados indican que la Alternativa I es más rentable que la alternativa II, esto es debido fundamentalmente a que tiene menor costo de inversión, y una menor tarifa de compra de energía.

#### 4.5 Análisis de Sensibilidad

Se ha realizado el análisis de sensibilidad para la alternativa seleccionada, ante variaciones de los costos de compra de energía resultado de la negociación con cualquier generador, así como de las inversiones previstas obteniéndose los siguientes resultados:

**Cuadro N° 4.3 : Análisis de Sensibilidad**

Descripción Indicadores Económicos	Variaciones					
	Inversiones			Tarifa de Compra		
	-10%	0%	10%	-5%	0%	5%
Tasa de descuento (%)	12%	12%	12%	12%	12%	12%
Valor Actual Neto ( VAN) - Mil US \$	66 909	66 037	65 166	73 129	66 037	58 946
Tasa Interna de Retorno ( TIR) %	49%	47%	44%	52%	47%	41%
Relación Beneficio Costo (B/C)	11,91	10,69	9,69	11,73	10,69	9,65
Tiempo de Repago (años)	3,80	3,90	4,10	3,60	3,90	4,50
Precio Equivalente de Energía y potencia ( ctv \$/kWh)	1,50	1,50	1,50	1,42	1,50	1,57

Donde:

**Inversiones:** Es la variación de la inversión total de la alternativa seleccionado en +/- 10%

**Tarifa de Compra:** Son la variación de los resultados de la negociación con cualquier generador, respecto a los costos de compra energía en la barra base de Santuario.

Del cuadro anterior se verifica que, ante variaciones de la tarifa de compra de energía y la variación de las inversiones, el proyecto permanece siendo rentable.

#### 4.6 Costo Marginal por cubrir el déficit de oferta de energía a la Planta Yura hasta el 2028

Para la validación de la selección de la alternativa correcta se ha realizado una valorización de costos en el tiempo, determinándose el costo marginal de la energía, obteniéndose los siguientes resultados:

**Cuadro N° 4.4 : Evaluación por Costos**

<b>Descripción</b>	<b>Alter. I</b>	<b>Alter. II</b>
Inversiones al Año Inicial - Mil US \$	6 815,88	7 499,52
Valor Actual Neto de Compra de Energía -	70 193,99	75 176,45
Valor Actual Neto Pérdidas Mil US \$	720,41	634,87
Valor Actual Neto Recupero de Inversiones	-2 028,54	-2 232,00
<b>Total de Costos Mil US \$</b>	<b>75701,75</b>	<b>81078,83</b>
Comparación	100%	107%
Costo Marginal de Energía c US \$././kWh	1,60	1,71

Donde:

**Alternativa I:** Línea Charcani V - Yura - 138kV y Subestaciones

**Alternativa II:** Línea Charcani I - Yura - 138kV y Subestaciones

De los resultados del cuadro precedente se concluye y valida que la alternativa I, es la más económica en el periodo de análisis de 2020-2028, representando un ahorro a valor actual en costos de 5 377 Mil US \$ respecto a la otra alternativa.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

1. Con la actual demanda 15 MW de Yura, el suministro no es confiable, pues tiene salidas de servicio, asimismo las pérdidas actuales de energía y potencia en el sistema de transmisión de Yura son el 6% y 8% respectivamente, valores que son excesivamente altos, por otro lado la línea existente Charcani I – Yura 33 kV por capacidad de transmisión se encuentra al límite, además que tiene una antigüedad de 42 años, razones que justifican que Yura cuente con un nuevo suministro eléctrico, de mayor confiabilidad, a un menor costo de la energía y sin límites para el crecimiento de la producción en los próximos 20 años. El suministro seleccionado es el siguiente:
2. S.E. Santuario 138 kV: Se implementará una celda de doble barra 138 kV, de tipo compacta, utilizándose la infraestructura existente de Egasa, tales como; el sistema barras 138 kV, servicios auxiliares, edificio de control, etc, el cual será pagado como alquiler a Egasa. Esta SE tiene la ventaja de pertenecer al sistema principal de transmisión, con la facilidad que se podrá comprar energía a cualquier generador.
3. Línea 138 kV Charcani V-Yura: Esta línea tendrá una longitud de 27,7 km, desarrollando su recorrido por zonas eriazas por la falda del volcán Chachani, evitando la zona de expansión urbana del Cono Norte de Arequipa. Estará conformada por torres de celosía, conductor de AAAC-200 mm<sup>2</sup>, aisladores poliméricos y cable de guarda.
4. S.E. Yura 138/33/6,3kV- 50-60/30-40/27-35 MVA: Alimentará en 33 KV a las subestaciones de distribución SE1, SE2, SE3 y La Cantera. Asimismo en contingencia o mantenimiento de la línea en 138 kV se podrá alimentar con la línea DT Charcani I – Yura 33 kV repotenciada.
5. Sistema de Control y Comunicaciones: El sistema de comunicaciones será vía onda portadora, el control de las subestaciones será desde la el Centro de Control de Yura en donde se implementará una estación maestra con un sistema SCADA (Mini Scada), el control y monitoreo de la celda de línea 138 kV en la S.E. Santuario, será integrada al centro de control existente en dicha subestación para que

eventualmente sea maniobrada por Egasa, asimismo vía el sistema de Egasa se enviará al COES la información que se requiera de la nueva celda.

6. Interconexión con las SS.EE. SE1 y SE2 y Suministro existente: Se realizará la conexión con las SS.EE. SE1, SE2 y la línea Charcani I–Yura a la barra 33 kV de la Nueva subestación, con líneas aéreas.
7. Implementación de la Nueva Subestación SE2: Se realizará implementación de la nueva subestación para alimentar a las cargas de los crudos, trasladando los equipos previstos en el Suministro de Corto Plazo a esta Nueva Subestación, debiendo en esta época reconfigurar el sistema de distribución en 33 y 6,3 kV de la planta.
8. Las inversiones Previstas para el Proyecto son las siguientes:

Ítem	Descripción	Alter. I mil us\$
<b>1</b>	<b>Línea de Transmisión</b>	<b>1 356</b>
	Línea Nueva en 138kV Charcani V - Yura -27,7 km	1 330
	Línea Nueva en 138kV Charcani I - Yura-20,9 km	-
	Línea de Interconexión 33 kV S.E. Yura y SS.EE. SE-1 y SE-2 y LT Existente	26
<b>2</b>	<b>Subestaciones de Potencia</b>	<b>2 974</b>
	S.E, Charcani I 138 kV	-
	S.E. Santuario 138kV	420
	S.E. Yura 138/33/6 kV	2 367
	Subestación de Distribución SE-2	187
<b>3</b>	<b>Sistema de Control y Comunicaciones</b>	<b>266</b>
<b>Costo Directo Total s/IGV</b>		<b>4 596</b>
<b>4</b>	<b>OTROS COSTOS</b>	<b>1 132</b>
	<b>Inversion Total Por Alternativa Sin IGV</b>	<b>5 728</b>
	<b>Inversion Total Por Alternativa +IGV</b>	<b>6 816</b>

9. Los resultados de la evaluación económica indican que es rentable en comparación a que el suministro se haga con el suministro existente repotenciado y el déficit cubrirlo con generación térmica, pues se obtiene un Van de 66,0 Mil US\$ a una TIR de 47%.

## **RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda que Yura realice en el menor tiempo posible la Ejecución de la Obra, que debería estar conformada por las siguiente actividades:
  - ▣ **Inicio:** Se debe de iniciar la gestión del proyecto, paralelo al proyecto en 33 kV de Corto Plazo para que entre operación en el 2009, y empezar el estudio definitivo del proyecto
  - ▣ **Estudio Definitivo:** conformado por el levantamiento topográfico, diseños, especificaciones técnicas, metrado y presupuesto para la licitación de la obra.
  - ▣ **Estudio de Impacto Ambiental-EIA:** conformado por los siguientes informes
    - **Informe Ambiental:** Se desarrolla y presenta para su revisión y aprobación a la Dirección General de Asuntos Ambientales del Ministerio de Energía y Minas, al Instituto Nacional de Recursos Naturales–INRENA, el cual pasa por el desarrollo de talleres en la zona del proyecto, Audiencia Pública en la zona del proyecto.
    - **Informe Arqueológico:** Se debe obtener el certificado de Inexistencia de Restos Arqueológicos –CIRA, informe que debe ser revisado y aprobado por el Instituto Nacional de Cultura –INC de Arequipa y Lima
  - ▣ **Obtención de la Concesión Eléctrica:** Se requiere contar con la Concesión Eléctrica del proyecto, teniendo como requisito contar con los siguientes documentos aprobados: Expediente de Servidumbre, EIA, CIRA.
  - ▣ **Ejecución de Obra :** Para el inicio de la obra se requiere contar con la Concesión Eléctrica del proyecto, el proyecto se estima se construya en un periodo de 12 meses incluyendo el estudio de operatividad al COES.
2. Se recomienda evaluar la conveniencia de formar una empresa de Concesión Eléctrica para las instalaciones eléctricas del Grupo Gloria, (Yura, Gloria, Cemento Sur, etc.). La constitución de la empresa Concesionaria Eléctrica desde un inicio va a permitir en el presente proyecto que el EIA se envíe a la DGAAE (Energía) en lugar de la DGAAM (Minería) en el caso que lo presente Yura, lo cual implica la reducción del tiempo en la gestión de la Revisión, Talleres y Audiencia Pública, que viene a ser la ruta crítica del proyecto, considerando que para obtener la Concesión Eléctrica se requiere contar con el EIA aprobado. Asimismo permitirá comprar la energía en forma corporativa a un solo generador a un menor costo, con grandes ventajas económicas.

## **ANEXOS**

ANEXO A: Mercado Eléctrico

ANEXO B: Parámetros Eléctricos del Sistema

B.1 Parámetros Eléctricos de Generadores

B.2 Parámetros Eléctricos de Líneas

B.3 Parámetros Eléctricos de Transformadores

B.4 Cálculo de Capacidad Térmica de Conductores ACCC-200 mm<sup>2</sup>

ANEXO C: Análisis del Sistema Eléctrico

C.1 Sistema Existente

C.1.1 En Horas Fuera de Punta 2006

C.1.2 En Horas Punta 2006

C.2 Alternativa I: Línea Charcani V - Yura – 138 kV y Subestaciones

C.2.1 En Horas Fuera de Punta 2009 (Año 1)

C.2.2 En Horas de Punta 2009 (Año 1)

C.2.3 En Horas Fuera de Punta 2013 (Año 5)

C.2.4 En Horas Fuera de Punta 2018 (Año 10)

C.2.5 En Horas Fuera de Punta 2023 (Año 15)

C.2.6 En Horas Fuera de Punta 2028 (Año 20)

C.2.7 En Horas de Punta 2028 (Año 20)

C.2.8 Contingencia de Corte Servicio 2028 (Año 20)

C.3 Alternativa II: Línea Charcani I - Yura – 138 kV y Subestaciones

C.3.1 En Horas Fuera de Punta 2009 (Año 1)

C.3.2 En Horas de Punta 2009 (Año 1)

C.3.3 En Horas Fuera de Punta 2013 (Año 5)

C.3.4 En Horas Fuera de Punta 2018 (Año 10)

C.3.5 En Horas Fuera de Punta 2023 (Año 15)

C.3.6 En Horas Fuera de Punta 2028 (Año 20)

C.3.7 En Horas de Punta 2028 (Año 20)

ANEXO D: Inversiones Referenciales

D.0 Resumen General de Alternativas

D.1 Inversiones Alternativa I

D.1.1 Resumen de Inversiones

D.1.2 Ampliación de la Subestación Santuario 138 kV

D.1.3 Línea de Transmisión 138 kV Charcani V- Yura –27,7 km

D.1.4 Subestaciones Yura 138/33/6 kV- 50

D.1.5 Subestación SE-2 33/6 kV-15 MVA

D.2 Inversiones Alternativa II

D.2.1 Resumen de Inversiones

D.2.2 Subestación Charcani I 138 kV

D.2.3 Línea de Transmisión 138 kV Charcani I- Yura –20,9 km

ANEXO E: Evaluación Económica

E.1 Evaluación Económica

E.2 Determinación de los Costos con Suministro Térmico

E.3 Cálculo de Tarifas

ANEXO F: Cronograma de Ejecución de Obra

## **LÁMINAS Y PLANOS**

### **1.0 PLANOS GENERALES**

- GEN-01 Plano de Ubicación y Accesos del Proyecto
- GEN-02 Configuración Geográfica Ruta de Líneas y Ubicación de SS.EE (Esc.1 /100 000)
- GEN-03 Diagrama Unifilar General del Proyecto – Instalaciones Existentes

### **2.0 PLANOS ALTERNATIVA I**

- YURA-01 Diagrama Unifilar General del Proyecto – Instalaciones Proyectadas –Alternativa I
- YURA-02 Diagrama Unifilar S.E. Santuario 138 kV
- YURA-03 Diagrama Unifilar S.E. Yura 138/33/6 kV
- YURA-04 Diagrama Unifilar SE-2. Yura 33/6 kV-15 MVA
- YURA-05 Plano General en Planta de Ubicación de Subestaciones y Trazo de Línea en el área de la Fábrica de Cemento Yura
- YURA-06 Plano de Vista en Planta y Cortes de la S.E. Santuario 138 kV
- YURA-07 Plano de Vista en Planta y Cortes de la S.E. Yura 138/33/10 kV
- YURA-08 Silueta de Estructuras de la Línea en 138 kV
- YURA-09 Diagrama Unifilar del Sistema de Control y Comunicaciones – Alternativa I

### **3.0 PLANOS ALTERNATIVA II**

- YURA-10 Diagrama Unifilar General del Proyecto – Instalaciones Proyectadas –Alternativa II
- YURA-11 Diagrama Unifilar S.E. Charcani I 138 kV
- YURA-12 Diagrama Unifilar del Sistema de Control y Comunicaciones – Alternativa II

## ANEXO A: Mercado Eléctrico

**ANEXO N° A: MERCADO ELÉCTRICO  
PROYECCIÓN DE LA DEMANDA POTENCIA PERIODO 2006-2028**

**PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE POTENCIA EN MW  
EN HORAS DE PUNTA**

Subestación Sist. Elec	Cargas	Propietario	Tasa de Crecimiento	Tensión kV	2,006	2,007	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012	2,013	2,014	2,015	2,016	2,017	2,018	2,019	2,020	2,021	2,022	2,023	2,024	2,025	2,026	2,027	2,028
San Lázaro	San Lázaro	SEAL	3.20%	10	14.80	15.27	15.76	16.27	16.79	17.32	17.88	18.45	19.04	19.65	20.28	20.93	21.60	22.29	23.00	23.74	24.50	25.28	26.09	26.93	27.79	28.68	29.59
Chilina	Chilina	SEAL	3.20%	10	12.80	13.21	13.63	14.07	14.52	14.98	15.46	15.96	16.47	17.00	17.54	18.10	18.68	19.28	19.89	20.53	21.19	21.87	22.57	23.29	24.03	24.80	25.60
Challapampa	Challapampa	SEAL	3.20%	10	9.55	9.86	10.17	10.50	10.83	11.18	11.54	11.91	12.29	12.68	13.09	13.50	13.94	14.38	14.84	15.32	15.81	16.31	16.84	17.37	17.93	18.50	19.10
Pq.Industrial	Pq.Industrial	SEAL	3.50%	10	29.20	30.22	31.19	32.19	33.22	34.28	35.38	36.51	37.68	38.88	40.13	41.41	42.74	44.10	45.52	46.97	48.48	50.03	51.63	53.28	54.98	56.74	58.56
	Molicop	Molicop		33	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	Aceros Sur	Aceros Sur		33	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
	<b>TOTAL SE</b>				<b>33.40</b>	<b>34.42</b>	<b>35.39</b>	<b>36.39</b>	<b>37.42</b>	<b>38.48</b>	<b>39.58</b>	<b>40.71</b>	<b>41.88</b>	<b>43.08</b>	<b>44.33</b>	<b>45.61</b>	<b>46.94</b>	<b>48.30</b>	<b>49.72</b>	<b>51.17</b>	<b>52.68</b>	<b>54.23</b>	<b>55.83</b>	<b>57.48</b>	<b>59.18</b>	<b>60.94</b>	<b>62.76</b>
Deriv-T	Cervesur	Cervesur		33	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48
Socabaya	Socabaya	SEAL	3.00%	10	6.89	7.10	6.89	7.11	7.34	7.57	7.82	8.07	8.32	8.59	8.86	9.15	9.44	9.74	10.05	10.38	10.71	11.05	11.40	11.77	12.15	12.54	12.94
Paucarpata	Paucarpata	SEAL	3.00%	10	2.95	3.04	2.95	3.04	3.14	3.24	3.35	3.45	3.56	3.68	3.80	3.92	4.04	4.17	4.31	4.44	4.58	4.73	4.88	5.04	5.20	5.37	5.54
Jesús	Jesús	SEAL	3.20%	10	14.08	14.53	14.08	14.53	15.00	15.48	15.97	16.48	17.01	17.55	18.12	18.69	19.29	19.91	20.55	21.21	21.88	22.58	23.31	24.05	24.82	25.62	26.44
Cono Norte	Cono Norte	SEAL	5.70%	10	3.10	3.28	3.38	3.49	3.60	3.72	3.84	3.96	4.09	4.22	4.35	4.49	4.63	4.78	4.93	5.09	5.26	5.42	5.60	5.78	5.96	6.15	6.35
S.E Yura	SE-1	Cemento Yura		6				8.62	8.62	8.62	9.07	3.82	3.82	3.59	4.11	4.30	4.30	4.32	4.32	4.32	4.32	4.32	4.80	4.80	4.80	4.80	4.80
	SE-2	Cemento Yura		6				6.50	6.50	6.50	6.84	2.86	2.86	2.69	3.08	3.22	3.22	3.24	3.24	3.24	3.24	3.60	3.60	3.60	3.60	3.60	
	SE-3	Cemento Yura		6				0.00	0.00	0.00	0.00	7.32	7.32	6.88	7.87	8.24	8.24	8.28	8.28	8.28	9.20	9.20	9.20	9.20	9.20	9.20	
	Cantera	Cemento Yura		6				0.00	0.00	0.00	0.00	1.91	1.91	1.80	2.05	2.15	2.15	2.16	2.16	2.16	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	2.40	
	<b>Total Cemento Yura</b>				<b>6</b>	<b>8.12</b>	<b>8.97</b>	<b>12.97</b>	<b>15.12</b>	<b>15.12</b>	<b>15.12</b>	<b>15.91</b>	<b>15.91</b>	<b>14.97</b>	<b>17.12</b>	<b>17.91</b>	<b>18.00</b>	<b>18.00</b>	<b>18.00</b>	<b>20.00</b>	<b>20.00</b>						
Cono Norte	Socosani	Socosani		22.9	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
	PSE - Yura	SEAL	3.00%	22.9	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	
	<b>TOTAL SE</b>				<b>0.55</b>	<b>0.55</b>	<b>0.55</b>	<b>0.55</b>	<b>0.56</b>	<b>0.56</b>	<b>0.56</b>	<b>0.56</b>	<b>0.56</b>	<b>0.57</b>	<b>0.57</b>	<b>0.57</b>	<b>0.57</b>	<b>0.57</b>	<b>0.58</b>	<b>0.58</b>	<b>0.58</b>	<b>0.58</b>	<b>0.59</b>	<b>0.59</b>	<b>0.59</b>	<b>0.60</b>	
<b>TOTAL SISTEMA</b>				<b>107.72</b>	<b>111.70</b>	<b>117.25</b>	<b>122.54</b>	<b>125.78</b>	<b>129.13</b>	<b>133.37</b>	<b>136.93</b>	<b>140.60</b>	<b>143.46</b>	<b>149.52</b>	<b>154.35</b>	<b>158.52</b>	<b>162.91</b>	<b>167.35</b>	<b>171.93</b>	<b>178.66</b>	<b>183.54</b>	<b>188.58</b>	<b>193.77</b>	<b>199.14</b>	<b>204.67</b>	<b>210.38</b>	

Fuente: SEAL y CEMENTO YURA S.A.

**PROYECCIÓN DE LA DEMANDA DE POTENCIA EN MW  
EN HORAS FUERA DE PUNTA**

Subestación Sist. Elec	Cargas	Propietario	Tasa de Crecimiento	Tensión kV	2,006	2,007	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012	2,013	2,014	2,015	2,016	2,017	2,018	2,019	2,020	2,021	2,022	2,023	2,024	2,025	2,026	2,027	2,028
San Lázaro	San Lázaro	SEAL	3.20%	10	5.18	5.35	5.52	5.69	5.88	6.06	6.26	6.46	6.66	6.88	7.10	7.32	7.56	7.80	8.05	8.31	8.57	8.85	9.13	9.42	9.73	10.04	10.36
Chilina	Chilina	SEAL	3.20%	10	6.14	6.34	6.54	6.75	6.97	7.19	7.42	7.66	7.90	8.16	8.42	8.69	8.97	9.25	9.55	9.85	10.17	10.50	10.83	11.18	11.54	11.90	12.29
Challapampa	Challapampa	SEAL	3.20%	10	4.58	4.73	4.88	5.04	5.20	5.37	5.54	5.71	5.90	6.09	6.28	6.48	6.69	6.90	7.12	7.35	7.59	7.83	8.08	8.34	8.61	8.88	9.17
Pq.Industrial	Pq.Industrial	SEAL	3.50%	10	18.98	19.64	20.27	20.92	21.59	22.28	23.00	23.73	24.49	25.27	26.08	26.92	27.78	28.67	29.59	30.53	31.51	32.52	33.56	34.63	35.74	36.88	38.06
	Molicop	Molicop		33	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
	Aceros Sur	Aceros Sur		33	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20	2.20
	<b>TOTAL SE</b>				<b>23.18</b>	<b>23.84</b>	<b>24.47</b>	<b>25.12</b>	<b>25.79</b>	<b>26.48</b>	<b>27.20</b>	<b>27.93</b>	<b>28.69</b>	<b>29.47</b>	<b>30.28</b>	<b>31.12</b>	<b>31.98</b>	<b>32.87</b>	<b>33.79</b>	<b>34.73</b>	<b>35.71</b>	<b>36.72</b>	<b>37.76</b>	<b>38.83</b>	<b>39.94</b>	<b>41.08</b>	<b>42.26</b>
Deriv-T	Cervesur	Cervesur	0.00%	33	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	1.48	
Socabaya	Socabaya	SEAL	3.00%	10	2.41	2.48	2.41	2.49	2.57	2.65	2.74	2.82	2.91	3.01	3.10	3.20	3.30	3.41	3.52	3.63	3.75	3.87	3.99	4.12	4.25	4.39	4.53
Paucarpata	Paucarpata	SEAL	3.00%	10	1.03	1.06	1.03	1.07	1.10	1.13	1.17	1.21	1.25	1.29	1.33	1.37	1.41	1.46	1.51	1.55	1.60	1.66	1.71	1.76	1.82	1.88	
Jesús	Jesús	SEAL	3.20%	10	4.93	5.09	4.93	5.09	5.25	5.42	5.59	5.77	5.95	6.14	6.34	6.54	6.75	6.97	7.19	7.42	7.66	7.90	8.16	8.42	8.69	8.97	9.25
Cono Norte	Cono Norte	SEAL	5.70%	22.9	1.09	1.15	1.18	1.22	1.26	1.30	1.34	1.39	1.43	1.48	1.52	1.57	1.62	1.67	1.73	1.78	1.84	1.90	1.96	2.02	2.09	2.15	2.22
S.E. Yura	SE-1	Cemento Yura		6				13.83	13.83	14.79	15.24	6.73	7.39	7.39	8.09	9.25	9.91	10.08	10.80	10.80	11.52	11.52	11.52	11.52	11.52	11.52	11.52
	SE-2	Cemento Yura		6				10.43	10.43	11.16	11.50	5.05	5.54	5.54	6.07	6.94	7.43	7.56	8.10	8.10	8.64	8.64	8.64	8.64	8.64	8.64	
	SE-3	Cemento Yura		6				0.00	0.00	0.00	0.00	12.91	14.17	14.17	15.50	17.74	19.00	19.32	20.70	20.70	22.08	22.08	22.08	22.08	22.08	22.08	
	Cantera	Cemento Yura		6				0.00	0.00	0.00	0.00	3.37	3.70	3.70	4.04	4.63	4.96	5.04	5.40	5.40	5.76	5.76	5.76	5.76	5.76	5.76	
	<b>Total Cemento Yura</b>				<b>6</b>	<b>14.92</b>	<b>18.27</b>	<b>19.37</b>	<b>24.27</b>	<b>24.27</b>	<b>25.95</b>	<b>26.74</b>	<b>28.06</b>	<b>30.81</b>	<b>30.81</b>	<b>33.70</b>	<b>38.56</b>	<b>41.31</b>	<b>42.00</b>	<b>45.00</b>	<b>45.00</b>	<b>48.00</b>	<b>48.00</b>	<b>48.00</b>	<b>48.00</b>	<b>48.00</b>	
Cono Norte	Socosani	Socosani		22.9	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
	PSE - Yura	SEAL	3.00%	22.9	0.02	0.02	0																				

## ANEXO B: Parámetros Eléctricos del Sistema



**ANEXO N° B.2**  
**PARAMETROS DE LINEAS DE TRANSMISION**

Identificación de la Línea				Características Principales LT				Impedancias Unitarias reales (ohm/km)						Impedancias Unitarias por Unidad (pu)					
Extremos de Línea		Identif. Barras		Tipo de Cond.	Secc. Nomin. (mm²)	Capac. Máx. (Amp)	Long. (km)	Sec. Positiva/Negat			Sec. Homopolar			Sec. Positiva/Negat			Sec. Homopolar		
C. Carga o Gener. (1)	C. Carga o Gener. (2)	Codif. Barra(1)	Codif. Barra(2)					r	x	b	r	x	b	r	x	b	r	x	b
								ohm/km	ohm/km	nF/km	ohm/km	ohm/km	nF/km	pu	pu	pu	pu	pu	pu
CH Charc I	CH Charc II	CHI-B5	CHII-G	AAAC	3/0	286	0.5	0.4354	0.4076	10.9719	0.609	1.949	4.024	0.790	0.739	5.7E-07	1.105	3.535	2.1E-07
CH Charc I	CH Charc III	CHI-B5	CHIII-G	AAAC	3/0	286	1.0	0.4354	0.4076	10.9719	0.609	1.949	4.024	1.580	1.479	1.14E-06	2.210	7.070	4.2E-07
		CHI-B5	CHIII-G	AAAC	3/0	286	1.0	0.4354	0.4076	10.9719	0.609	1.949	4.024	1.580	1.479	1.1E-06	2.210	7.070	4.2E-07
CH Charc I	Derv-1. Charc I	CHI-B33	T1-B33	AAAC	4/0	331	0.2	0.3452	0.4831	9.2836	0.690	3.055	3.015	0.006	0.009	7.6E-06	0.013	0.056	2.5E-06
CH Charc I	Derv-2. Charc I	CHI-B33	T2-B33	AAAC	4/0	331	0.2	0.3452	0.4831	9.2836	0.690	3.055	3.015	0.006	0.009	7.6E-06	0.013	0.056	2.5E-06
CH Charc IV	Derv-(1-2). Charc I	CHIV-B33	T1-B33	AAAC	4/0	331	7.5	0.3452	0.4831	9.2836	0.690	3.055	3.015	0.238	0.333	2.9E-04	0.475	2.104	9.3E-05
		CHIV-B33	T2-B33	AAAC	4/0	331	7.5	0.3452	0.4831	9.2836	0.690	3.055	3.015	0.238	0.333	2.9E-04	0.475	2.104	9.3E-05
Derv-(1-2). Charc I	C.T. Chilina	T1-B33	CHIL-B33	AAAC	4/0	331	7.5	0.3452	0.4831	9.2836	0.690	3.055	3.015	0.238	0.333	2.9E-04	0.475	2.104	9.3E-05
		T2-B33	CHIL-B33	AAAC	4/0	331	7.5	0.3452	0.4831	9.2836	0.690	3.055	3.015	0.238	0.333	2.9E-04	0.475	2.104	9.3E-05
CH Charcani VI	SE Convertidor	CHVI-B33	CON-B33	AAAC	4/0	331	13.2	0.3452	0.4831	9.2836	0.690	3.055	3.015	0.418	0.586	5.0E-04	0.837	3.703	1.6E-04
		CHVI-B33	CON-B33	AAAC	4/0	331	13.2	0.3452	0.4831	9.2836	0.690	3.055	3.015	0.418	0.586	5.5E-04	0.837	3.703	1.8E-04
SE Convertidor	C.T. Chilina	CON-B33	CHIL-B33	AAAC	4/0	331	0.2	0.3452	0.4831	9.2836	0.690	3.055	3.015	0.005	0.007	5.7E-06	0.010	0.042	1.9E-06
		CON-B33	CHIL-B33	AAAC	4/0	331	0.2	0.3452	0.4831	9.2836	0.690	3.055	3.015	0.005	0.007	5.7E-06	0.010	0.042	1.9E-06
SE Convertidor	SE Challapampa	CON-B33	CHA-33	AAAC	4/0	331	3.0	0.3452	0.4831	9.2836	0.690	3.055	3.015	0.094	0.132	1.1E-04	0.188	0.833	3.7E-05
		CON-B33	CHA-33	AAAC	4/0	331	3.0	0.3452	0.4831	9.2836	0.690	3.055	3.015	0.094	0.132	1.1E-04	0.188	0.833	3.7E-05
SE Convertidor	SE Jesus	CON-B33	JES-33	AAAC	4/0	331	9.8	0.3452	0.4831	9.2836	0.690	3.055	3.015	0.310	0.433	3.7E-04	0.619	2.741	1.2E-04
		CON-B33	JES-33	AAAC	4/0	331	9.8	0.3452	0.4831	9.2836	0.690	3.055	3.015	0.310	0.433	3.7E-04	0.619	2.741	1.2E-04
C.T. Chilina	SE San Lázaro	CHIL-B33	SLA-33	ACSR	4/0	331	1.3	0.3536	0.4949	9.3986	0.699	3.067	3.027	0.042	0.058	4.9E-05	0.082	0.360	1.6E-05
		CHIL-B33	SLA-33	ACSR	4/0	331	1.3	0.3536	0.4949	9.3986	0.699	3.067	3.027	0.042	0.058	4.9E-05	0.082	0.360	1.6E-05
SE Challapampa	Cervesur	CHA-33	CER-33	AAAC	4/0	331	4.4	0.3452	0.4831	9.2836	0.690	3.055	3.015	0.140	0.197	1.7E-04	0.281	1.243	5.5E-05
		CHA-33	CER-33	AAAC	4/0	331	4.4	0.3452	0.4831	9.2836	0.690	3.055	3.015	0.140	0.197	1.7E-04	0.281	1.243	5.5E-05
Cervesur	SE Parque Industrial	CER-33	PIN-33	AAAC	4/0	331	1.0	0.3452	0.4831	9.2836	0.690	3.055	3.015	0.032	0.044	3.8E-05	0.063	0.281	1.2E-05
		CER-33	PIN-33	AAAC	4/0	331	1.0	0.3452	0.4831	9.2836	0.690	3.055	3.015	0.032	0.044	3.8E-05	0.063	0.281	1.2E-05
SE Socabaya	SE Paucarpata	SOC-33	PAU-33	AAAC	250MCM	368	7.0	0.2924	0.4547	9.4321	0.637	3.027	3.031	0.188	0.292	2.7E-04	0.410	1.946	8.7E-05
SE Parque Industrial	SE Socabaya	PIN-33	SOC-33	AAAC	250MCM	368	8.2	0.2924	0.4547	9.4321	0.637	3.027	3.031	0.219	0.341	3.2E-04	0.478	2.271	1.0E-04
		PIN-33	SOC-33	AAAC	250MCM	368	8.2	0.2924	0.4547	9.4321	0.637	3.027	3.031	0.219	0.341	3.2E-04	0.478	2.271	1.0E-04
SE Jesus	SE Socabaya	JES-33	SOC-33	AAAC	4/0	331	8.4	0.3452	0.4831	9.2836	0.690	3.055	3.015	0.265	0.371	3.2E-04	0.531	2.348	1.0E-04
		JES-33	SOC-33	AAAC	4/0	331	8.4	0.3452	0.4831	9.2836	0.690	3.055	3.015	0.265	0.371	3.2E-04	0.531	2.348	1.0E-04
SE Socabaya	CH Charc V	SOC-138	CHV-B138	AAAC	240	545	27.5	0.1475	0.5088	8.8529	0.352	1.521	4.516	0.021	0.073	1.7E-02	0.051	0.220	8.9E-03
		SOC-138	JES-138	AAAC	240	545	13.8	0.1475	0.5088	8.8529	0.352	1.521	4.516	0.011	0.037	8.7E-03	0.025	0.110	4.5E-03
		JES-138	CHV-B138	AAAC	240	545	13.8	0.1475	0.5088	8.8529	0.352	1.521	4.516	0.011	0.037	8.7E-03	0.025	0.110	4.5E-03
CH Charc V	SE Convertidor	CHV-B138	CON-B138	AAAC	240	545	18.0	0.1472	0.4941	9.1435	0.280	1.221	5.400	0.014	0.047	1.2E-02	0.027	0.115	7.0E-03
CH Charc I	Yura	CHI-B33	YUR-33	ACSR	2/0	286	20.9	0.4639	0.4949	9.3986	0.699	3.067	3.027	0.891	0.951	8.1E-04	1.342	5.892	2.6E-04



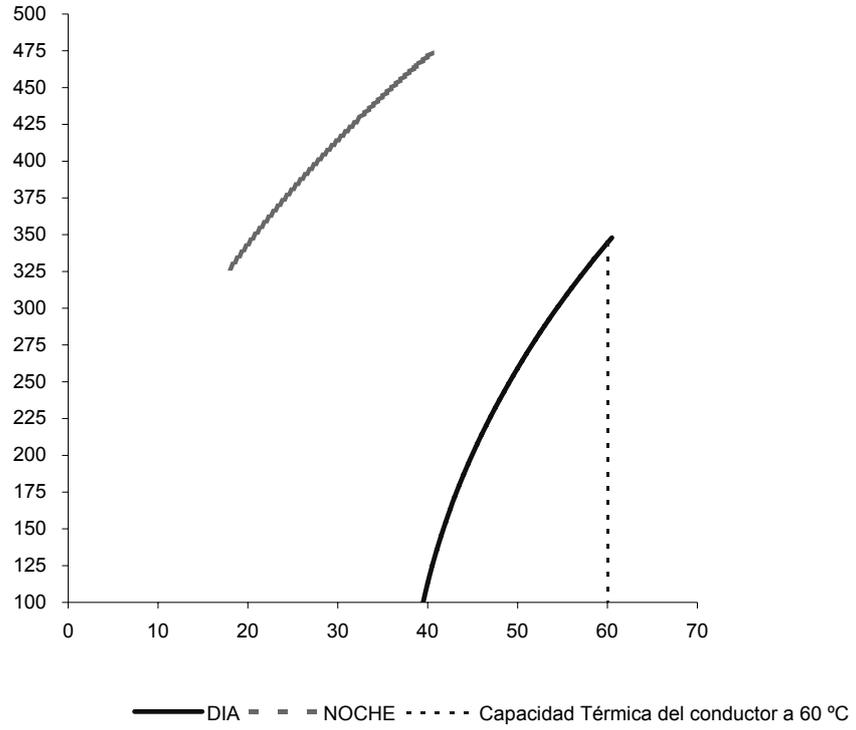
**ANEXO B.4**  
**CÁLCULO DE CAPACIDAD TÉRMICA DE CONDUCTORES**  
**CONDUCTOR DE AAAC - 200 mm<sup>2</sup>**

ITEM	DATOS GENERALES	UNIDAD	DIA	NOCHE
1	TIPO DE CONDUCTOR		AAAC	AAAC
2	SECCIÓN DEL CONDUCTOR	mm <sup>2</sup>	200	200
3	DIAMETRO DEL CONDUCTOR	mm	18.0592	18.0592
4	EMISITIVIDAD DEL CONDUCTOR		0.25	0.25
	0.23 CONDUCTOR NUEVO			
	0.91 CONDUCTOR NEGRO			
4	TEMP. INICIAL CONDUCTOR	°C	30.00	10
5	RESIST CONDUCTOR ( 20°C)	Ohm/km	0.1675	0.1675
6	COEF. ABSORCION SOLAR		0.25	0.3
	0.23 CONDUCTOR NUEVO			
	0.95 CONDUCTOR NEGRO			
7	ALTURA SOBRE EL NIVEL DEL MAR	m	2,600	2,600
8	VELOCIDAD TRANS. DEL VIENTO	km/hr	2.16	2.16
9	TEMPERATURA AMBIENTE	°C	35	0
10	AZIMUTH DE LA LINEA	Grados	330	330
11	LATITUD DE LA LINEA	Grados	133	13
12	HEMISFERIO (Norte=1, Sur=0)		0	0
13	FECHA	Mes-Dia	15-Jul	15-Jul
14	HORA DEL DIA (horas)		12	19
15	ALBEDO		0.8	0.1
	0.1 Para tierra			
	0.2 Para arena y hierba			
	0.8 Para hielo			
16	TIPO DE ATMOSFERA		4	4
	1=Excepcionalmente claro y seco			
	2=Excepcionalmente claro			
	3=Muy claro			
	4=Claro			
	5=Industrial			
<b>RESULTADOS PARCIALES</b>				
			DIA	NOCHE
(A)	DECLINACION SOLAR	Grados	23.4	
(B)	ALTITUD SOLAR ( H )	Grados	-18.8	
(C)	AZIMUTH DEL SOL	Grados	11.6	
(D)	ANGULO DE INCIDENCIA DEL SOL	Grados	45.0	
(E)	INTENSIDAD DE LA RADIACION			
	Por altitud ( ID )	W/M	900	
	Por tipo de dia ( Id )	W/M	100	
(F)	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR ( R )	ohm/km	0.174	0.161
(G)	NUMERO DE REINOLDS ( Re )		474	559
(H)	PERDIDAS CONVECTIVAS ( Qc )	W/M	-4.572	
(I)	CALOR RADIADO CONDUCTOR. ( Qr )	W/M	-0.459	
(J)	CALOR IRRADIADO P/SOL ( Qs )		2.749	
(K)	<b>CORRIENTE CIRCULANTE ( I )</b>	<b>AMP</b>	<b>211.6</b>	<b>0.0</b>

**TEMPERATURA DEL CONDUCTOR VERSUS CORRIENTE CIRCULANTE**

DURANTE EL DIA							DURANTE LA NOCHE					
TEMP °C	R Ohm/km	Re Reinolds	Qc W/m	Qr W/m	Qs W/m	I A	TEMP °C	R Ohm/km	Re Reinolds	Qc W/m	Qr W/m	I A
38.00	0.178	464	2.74	0.29	2.75	40	18.00	0.166	545.39	16.50	1.30	327
38.50	0.179	463	3.20	0.33	2.75	66	18.50	0.167	544.55	16.96	1.34	331
39.00	0.179	462	3.66	0.38	2.75	85	19.00	0.167	543.71	17.42	1.38	336
39.50	0.179	462	4.11	0.43	2.75	100	19.50	0.167	542.88	17.88	1.42	340
40.00	0.180	461	4.57	0.48	2.75	113	20.00	0.168	542.04	18.33	1.46	344
40.50	0.180	460	5.03	0.53	2.75	125	20.50	0.168	541.21	18.79	1.50	348
41.00	0.180	460	5.48	0.58	2.75	136	21.00	0.168	540.38	19.25	1.54	352
41.50	0.180	459	5.94	0.63	2.75	146	21.50	0.168	539.55	19.71	1.58	356
42.00	0.181	458	6.40	0.68	2.75	155	22.00	0.169	538.73	20.16	1.62	359
42.50	0.181	458	6.85	0.73	2.75	163	22.50	0.169	537.90	20.62	1.67	363
43.00	0.181	457	7.31	0.78	2.75	172	23.00	0.169	537.08	21.08	1.71	367
43.50	0.182	456	7.77	0.83	2.75	179	23.50	0.170	536.26	21.54	1.75	371
44.00	0.182	456	8.22	0.88	2.75	187	24.00	0.170	535.44	22.00	1.79	374
44.50	0.182	455	8.68	0.94	2.75	194	24.50	0.170	534.63	22.45	1.83	378
45.00	0.183	454	9.14	0.99	2.75	201	25.00	0.171	533.81	22.91	1.88	381
45.50	0.183	454	9.59	1.04	2.75	208	25.50	0.171	533.00	23.37	1.92	385
46.00	0.183	453	10.05	1.09	2.75	214	26.00	0.171	532.19	23.82	1.96	388
46.50	0.183	453	10.51	1.14	2.75	220	26.50	0.171	531.38	24.28	2.01	392
47.00	0.184	452	10.96	1.20	2.75	226	27.00	0.172	530.57	24.74	2.05	395
47.50	0.184	451	11.42	1.25	2.75	232	27.50	0.172	529.77	25.20	2.09	398
48.00	0.184	451	11.88	1.30	2.75	238	28.00	0.172	528.96	25.65	2.14	402
48.50	0.185	450	12.33	1.36	2.75	243	28.50	0.173	528.16	26.11	2.18	405
49.00	0.185	449	12.79	1.41	2.75	249	29.00	0.173	527.36	26.57	2.22	408
49.50	0.185	449	13.24	1.46	2.75	254	29.50	0.173	526.56	27.03	2.27	411
50.00	0.186	448	13.70	1.52	2.75	259	30.00	0.174	525.77	27.48	2.31	414
50.50	0.186	448	14.16	1.57	2.75	264	30.50	0.174	524.97	27.94	2.36	417
51.00	0.186	447	14.61	1.63	2.75	269	31.00	0.174	524.18	28.40	2.40	421
51.50	0.186	446	15.07	1.68	2.75	274	31.50	0.174	523.39	28.86	2.45	424
52.00	0.187	446	15.53	1.74	2.75	279	32.00	0.175	522.60	29.31	2.49	427
52.50	0.187	445	15.98	1.79	2.75	283	32.50	0.175	521.81	29.77	2.54	430
53.00	0.187	444	16.44	1.85	2.75	288	33.00	0.175	521.03	30.23	2.59	433
53.50	0.188	444	16.89	1.90	2.75	292	33.50	0.176	520.24	30.68	2.63	436
54.00	0.188	443	17.35	1.96	2.75	297	34.00	0.176	519.46	31.14	2.68	438
54.50	0.188	443	17.81	2.02	2.75	301	34.50	0.176	518.68	31.60	2.73	441
55.00	0.189	442	18.26	2.07	2.75	305	35.00	0.177	517.90	32.05	2.77	444
55.50	0.189	441	18.72	2.13	2.75	310	35.50	0.177	517.13	32.51	2.82	447
56.00	0.189	441	19.18	2.19	2.75	314	36.00	0.177	516.35	32.97	2.87	450
56.50	0.190	440	19.63	2.24	2.75	318	36.50	0.177	515.58	33.43	2.91	453
57.00	0.190	440	20.09	2.30	2.75	322	37.00	0.178	514.81	33.88	2.96	455
57.50	0.190	439	20.54	2.36	2.75	326	37.50	0.178	514.04	34.34	3.01	458
58.00	0.190	438	21.00	2.42	2.75	329	38.00	0.178	513.27	34.80	3.06	461
58.50	0.191	438	21.46	2.48	2.75	333	38.50	0.179	512.50	35.25	3.11	463
59.00	0.191	437	21.91	2.54	2.75	337	39.00	0.179	511.74	35.71	3.16	466
59.50	0.191	437	22.37	2.59	2.75	341	39.50	0.179	510.98	36.17	3.20	469
60.00	0.192	436	22.82	2.65	2.75	344	40.00	0.180	510.22	36.62	3.25	471
60.50	0.192	435	23.28	2.71	2.75	348	40.50	0.180	509.46	37.08	3.30	474

**GRÁFICA DE TEMPERATURA DEL CONDUCTOR VERSUS CORRIENTE CIRCULANTE  
EN EL DIA Y EN LA NOCHE**

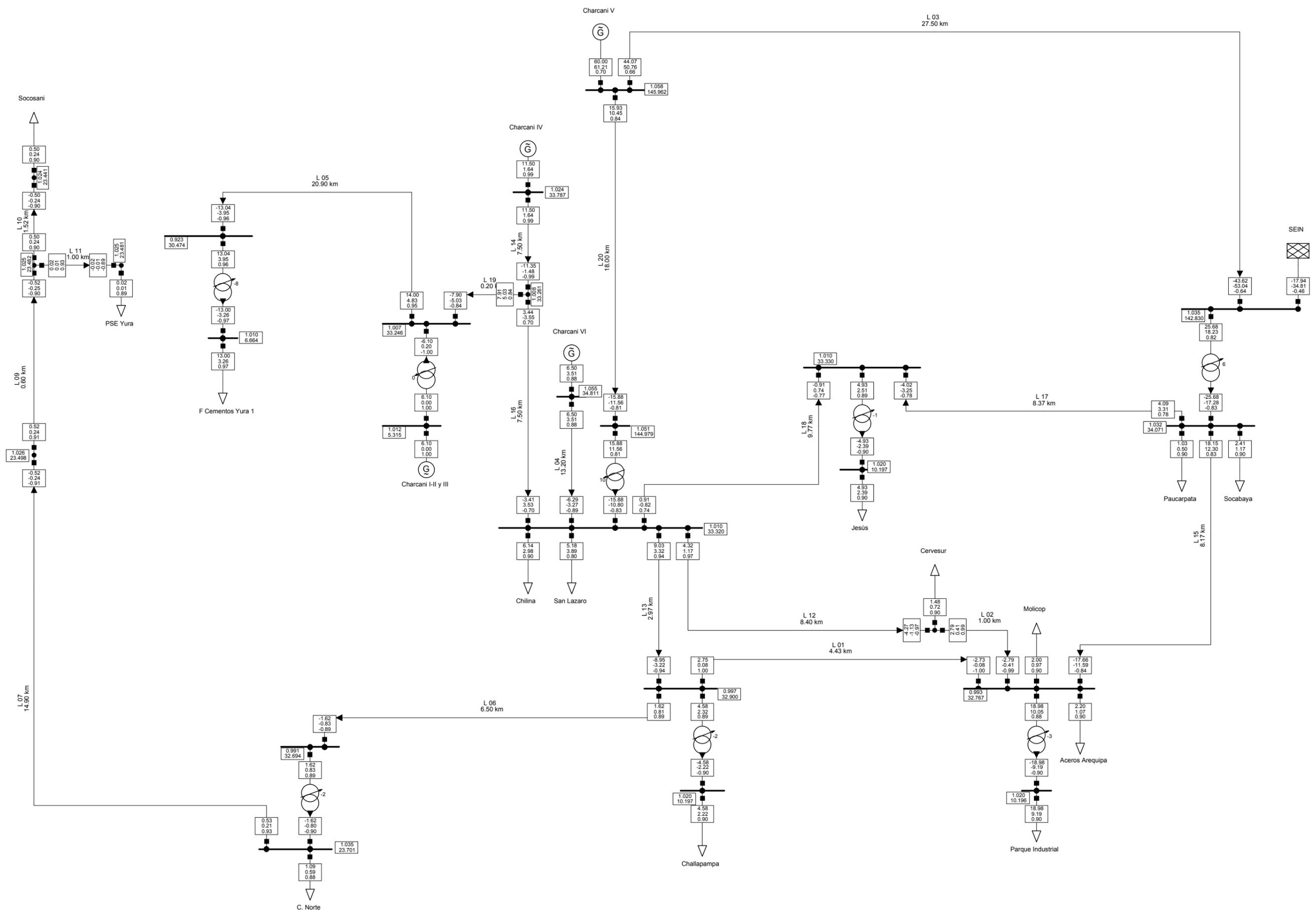


Capacidad térmica del conductor a 60.00 °C = 344 A ; altura de 2600 msnm

**RESULTADOS**

I	kV	Temperatura
344	138	60
<b>82.2</b>	<b>MVA</b>	

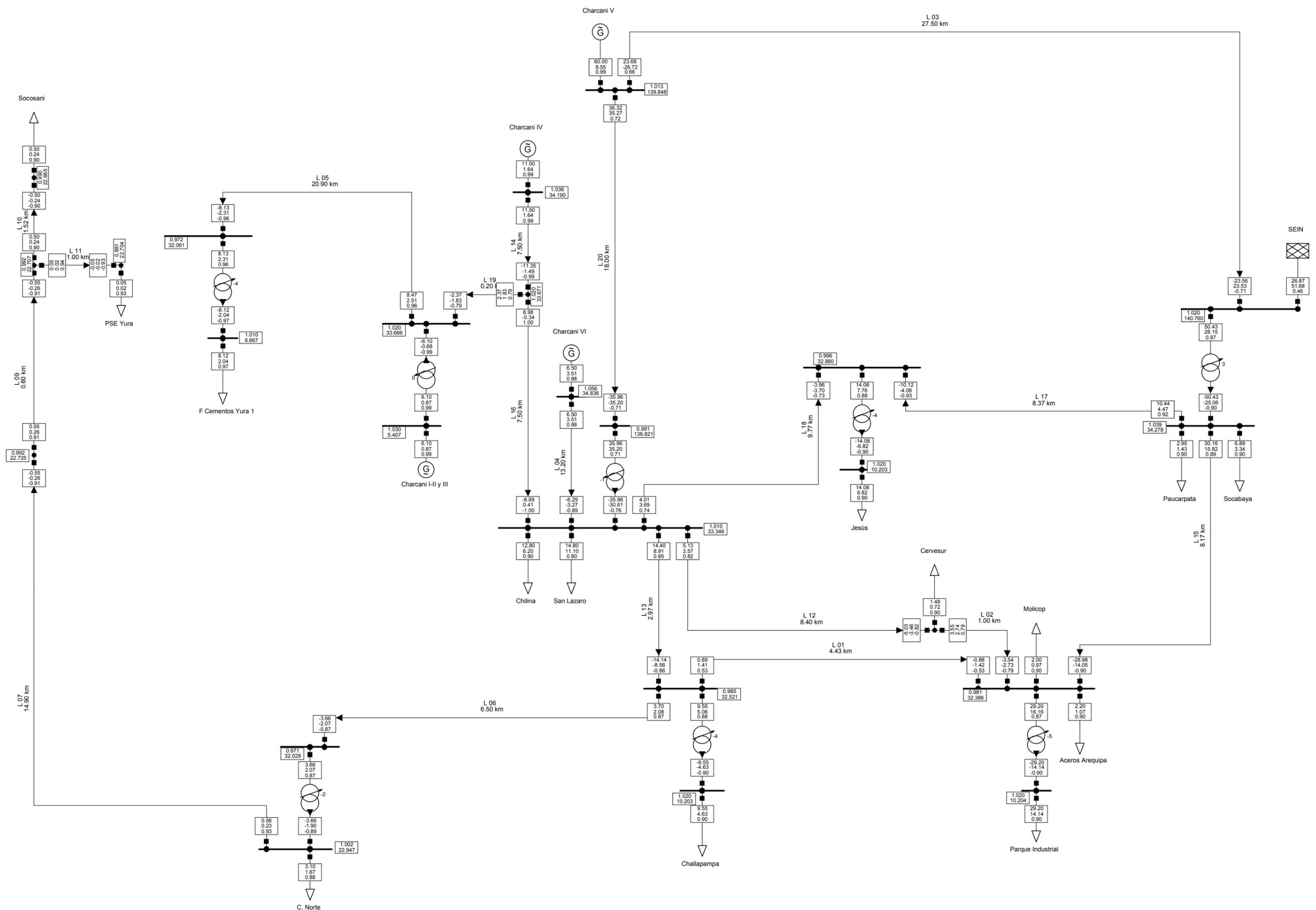
## ANEXO C: Análisis del Sistema Eléctrico



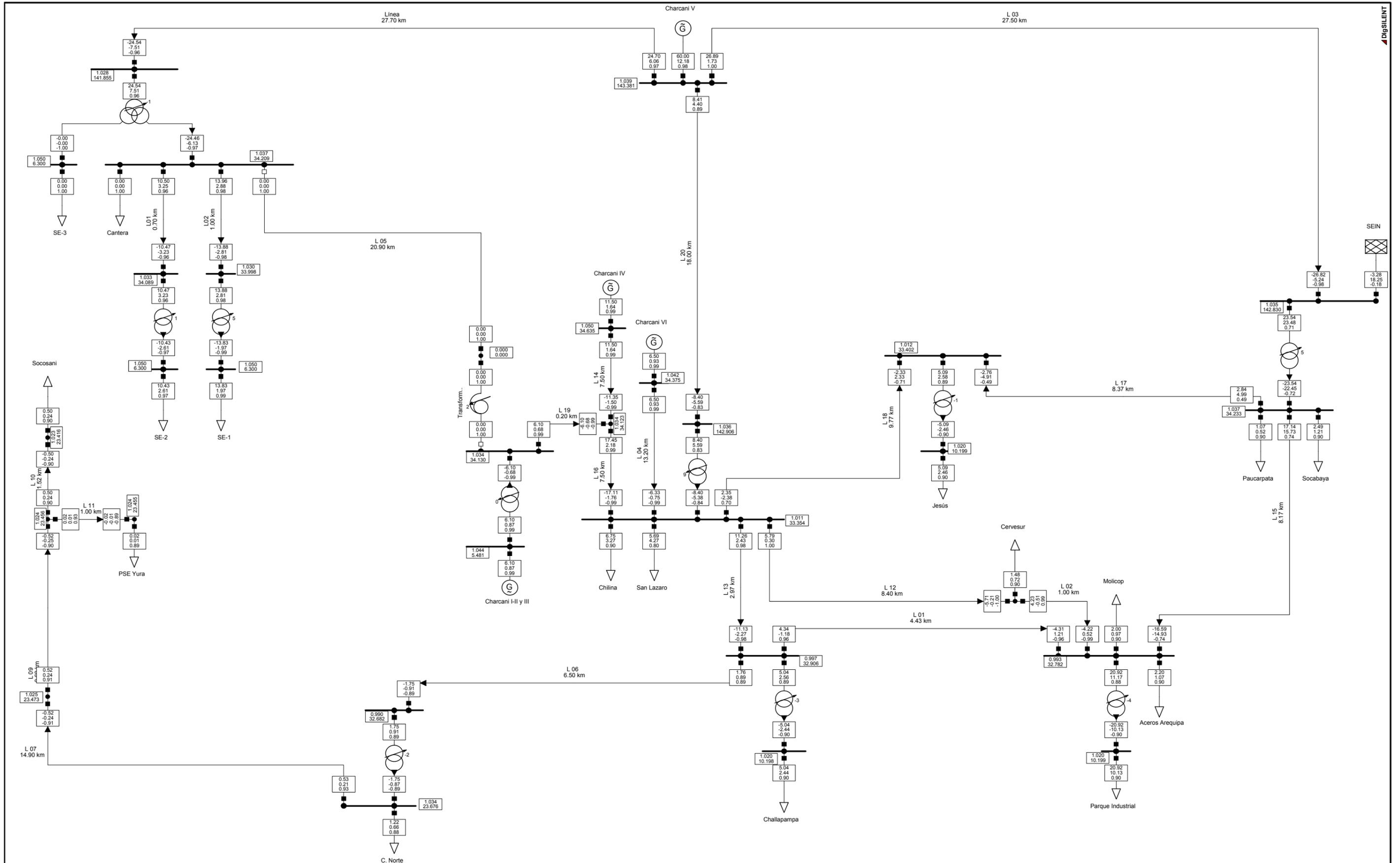
Flujo Carga Balanceada

Nodos	Ramas	Red Externa
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Activa [MW]	Potencia Activa [MW]
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Reactiva [Mvar]	Potencia Reactiva [Mvar]
	Factor de Potencia [-]	Factor de Potencia [-]

Universidad Nacional de Ingeniería	Análisis del Sistema Eléctrico Existente	
	2006 En Horas Fuera de Punta	Anexo: C.1.1

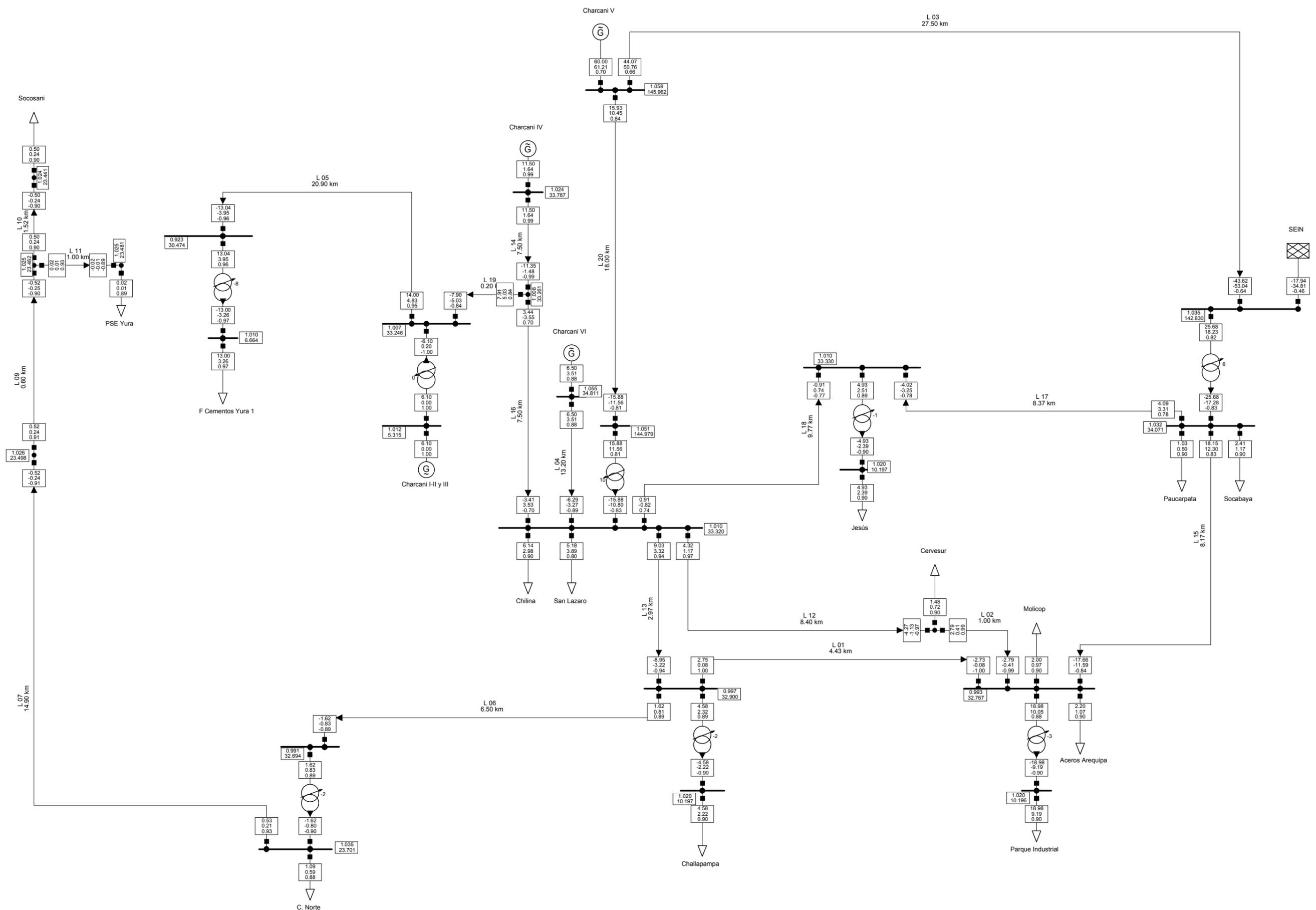


Flujo Carga Balanceada		
Nodos	Ramas	Red Externa
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Activa [MW]	Potencia Activa [MW]
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Reactiva [Mvar]	Potencia Reactiva [Mvar]
	Factor de Potencia [-]	Factor de Potencia [-]



Flujo Carga Balanceada		
Nodos	Ramas	Red Externa
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Activa [MW]	Potencia Activa [MW]
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Reactiva [Mvar]	Potencia Reactiva [Mvar]
	Factor de Potencia [-]	Factor de Potencia [-]

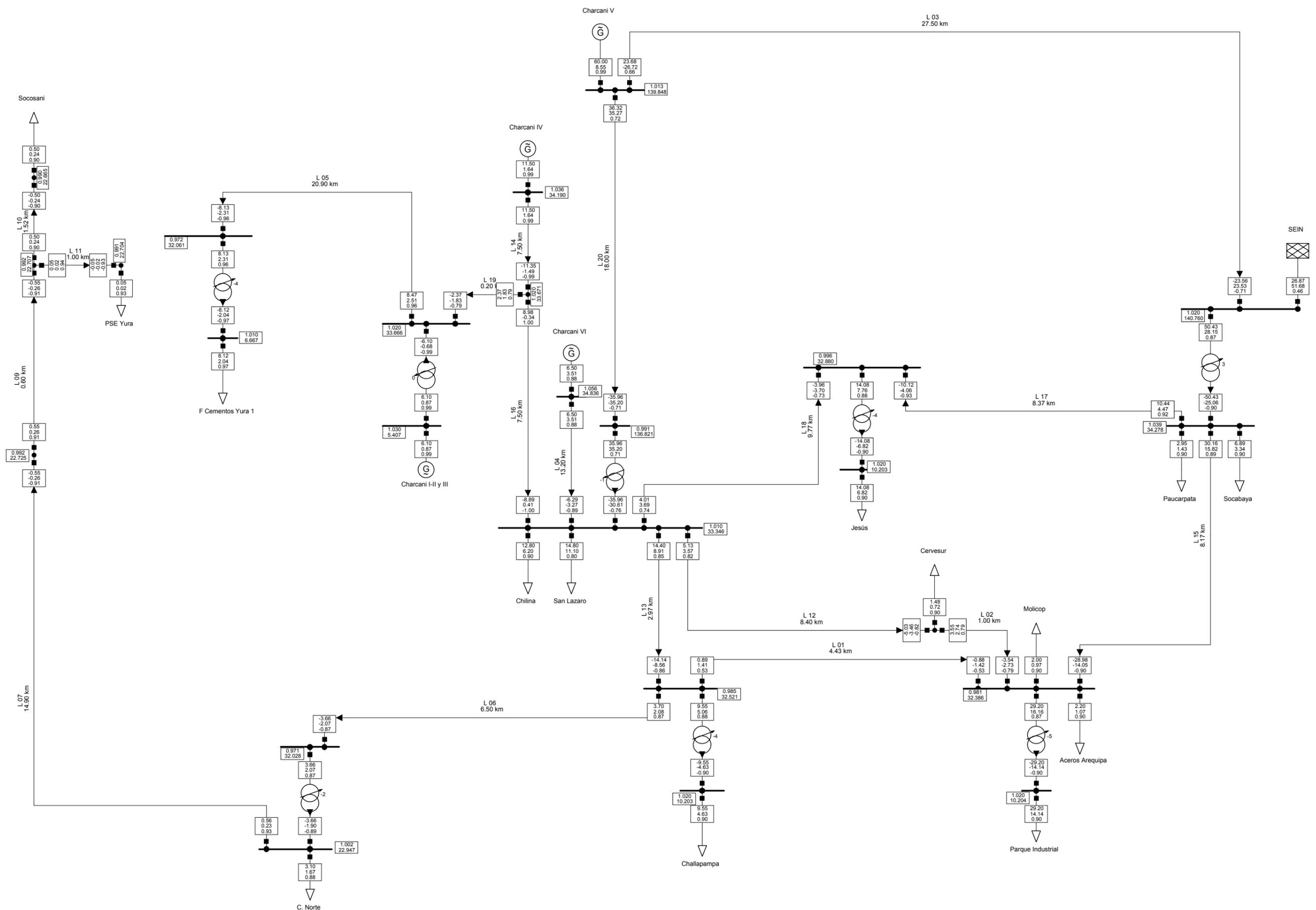
Universidad Nacional de Ingeniería	Análisis del Sistema Eléctrico Existente	
	2009 En Horas Fuera de Punta	
	Anexo: C.2.1	



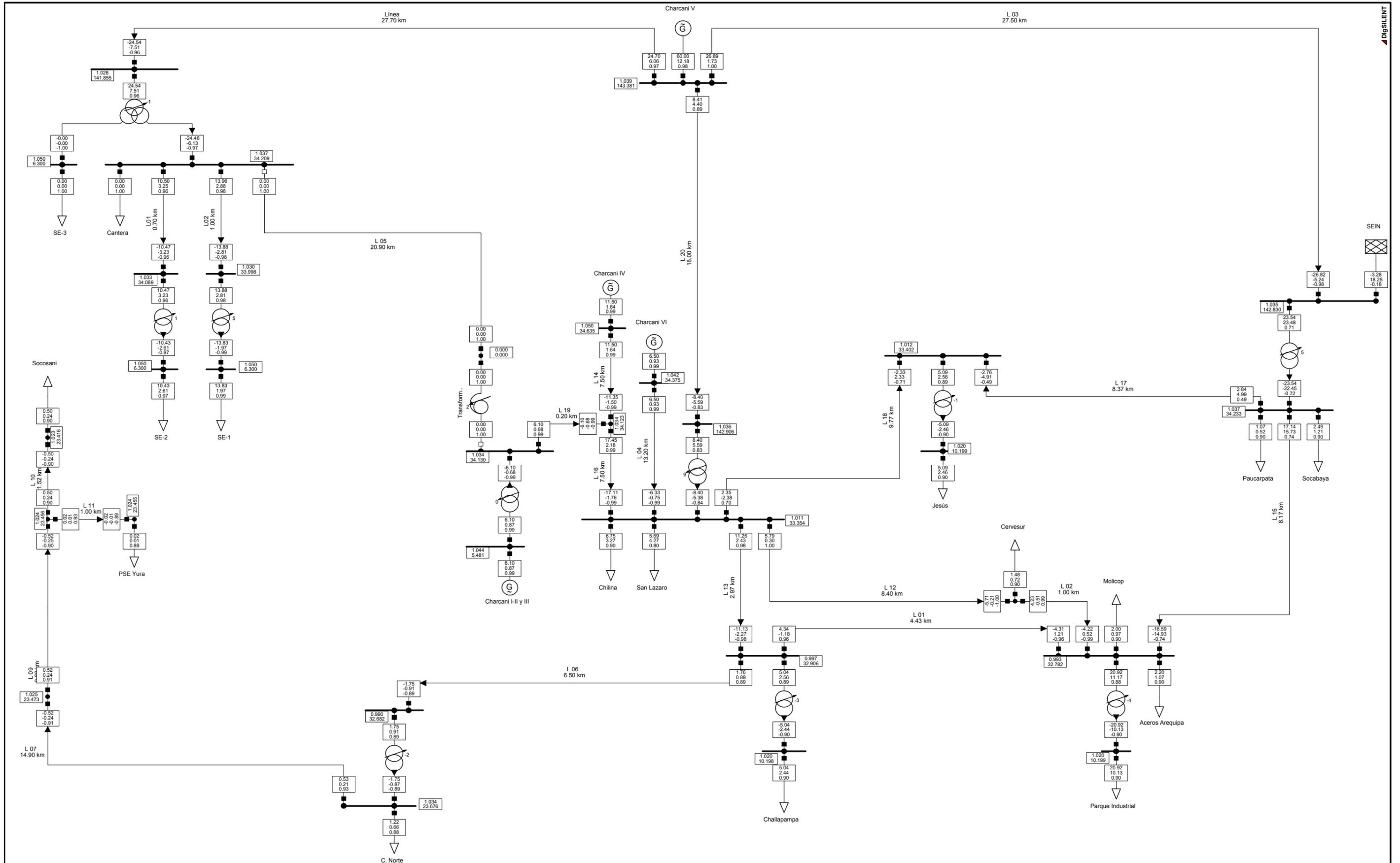
Flujo Carga Balanceada

Nodos	Ramas	Red Externa
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Activa [MW]	Potencia Activa [MW]
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Reactiva [Mvar]	Potencia Reactiva [Mvar]
	Factor de Potencia [-]	Factor de Potencia [-]

Universidad Nacional de Ingeniería	Análisis del Sistema Eléctrico Existente	
	2006 En Horas Fuera de Punta	Anexo: C.1.1

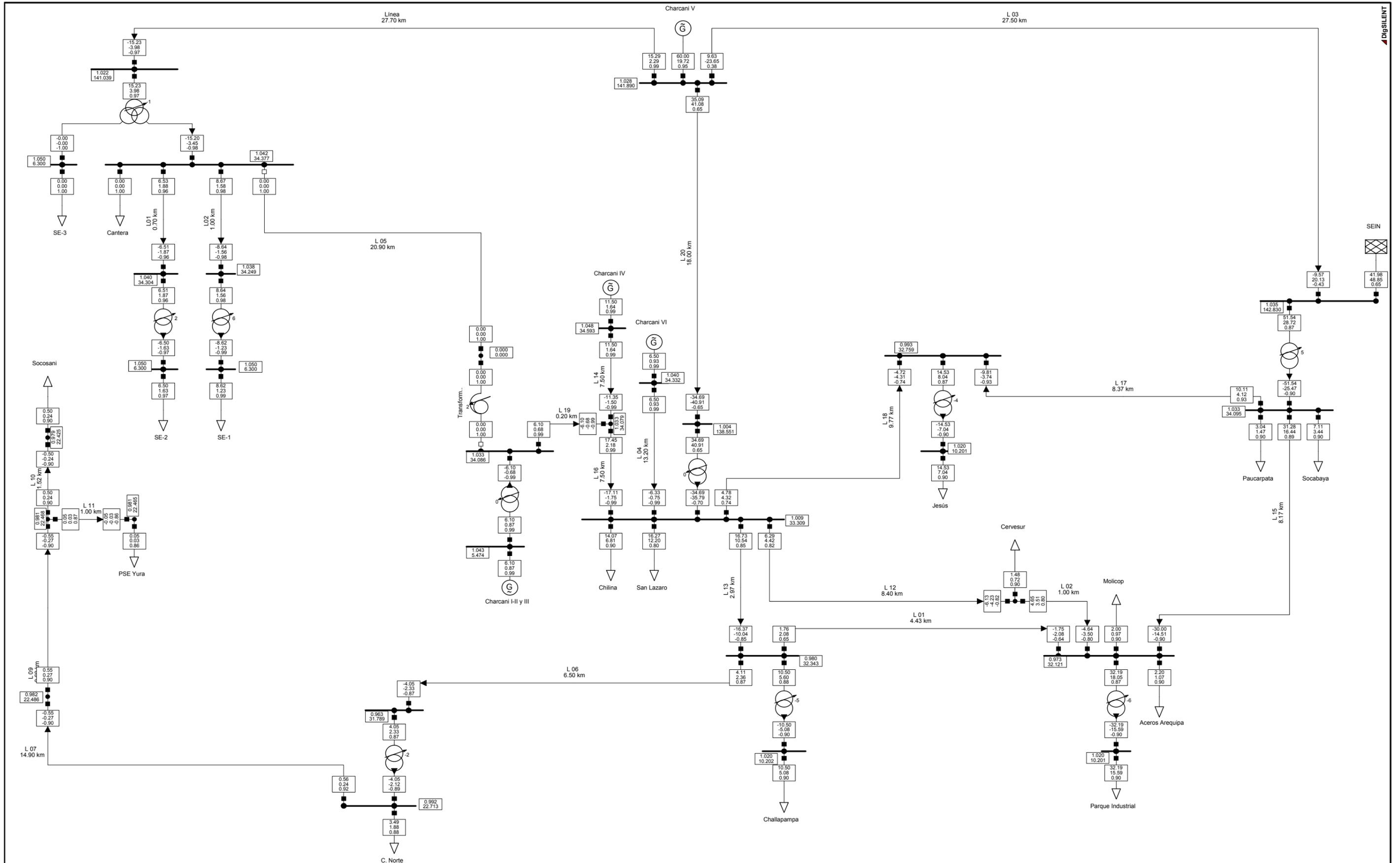


Universidad Nacional de Ingeniería	Análisis del Sistema Eléctrico Existente	
	2006 En Horas de Punta	
	Anexo: C.1.2	



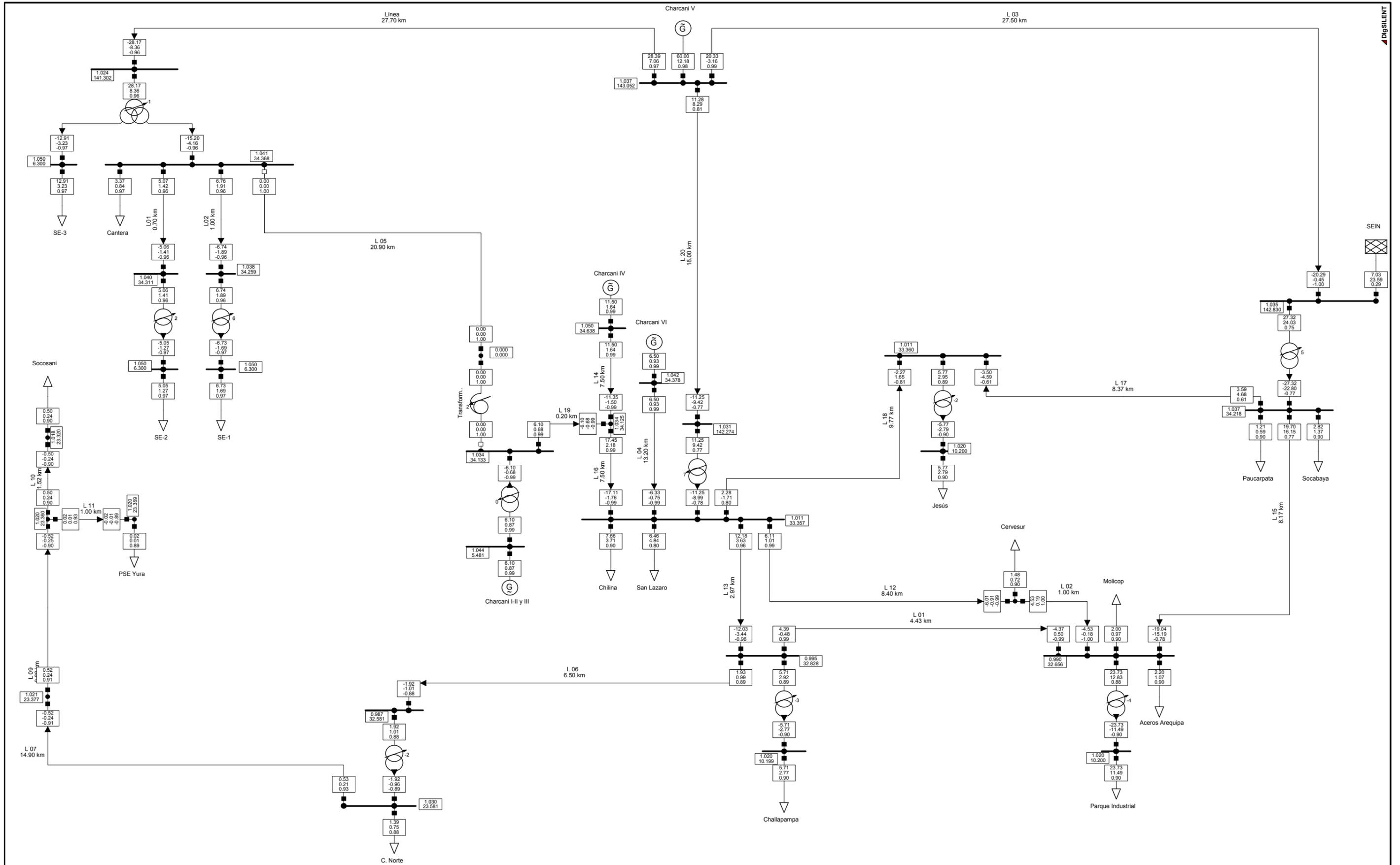
Flujo Carga Balanceada		
Nodos	Ramas	Red Externa
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Activa [MW]	Potencia Activa [MW]
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Reactiva [Mvar]	Potencia Reactiva [Mvar]
	Factor de Potencia [-]	Factor de Potencia [-]

Universidad Nacional de Ingeniería	Análisis del Sistema Eléctrico Existente	
	2009 En Horas Fuera de Punta	
	Anexo: C.2.1	



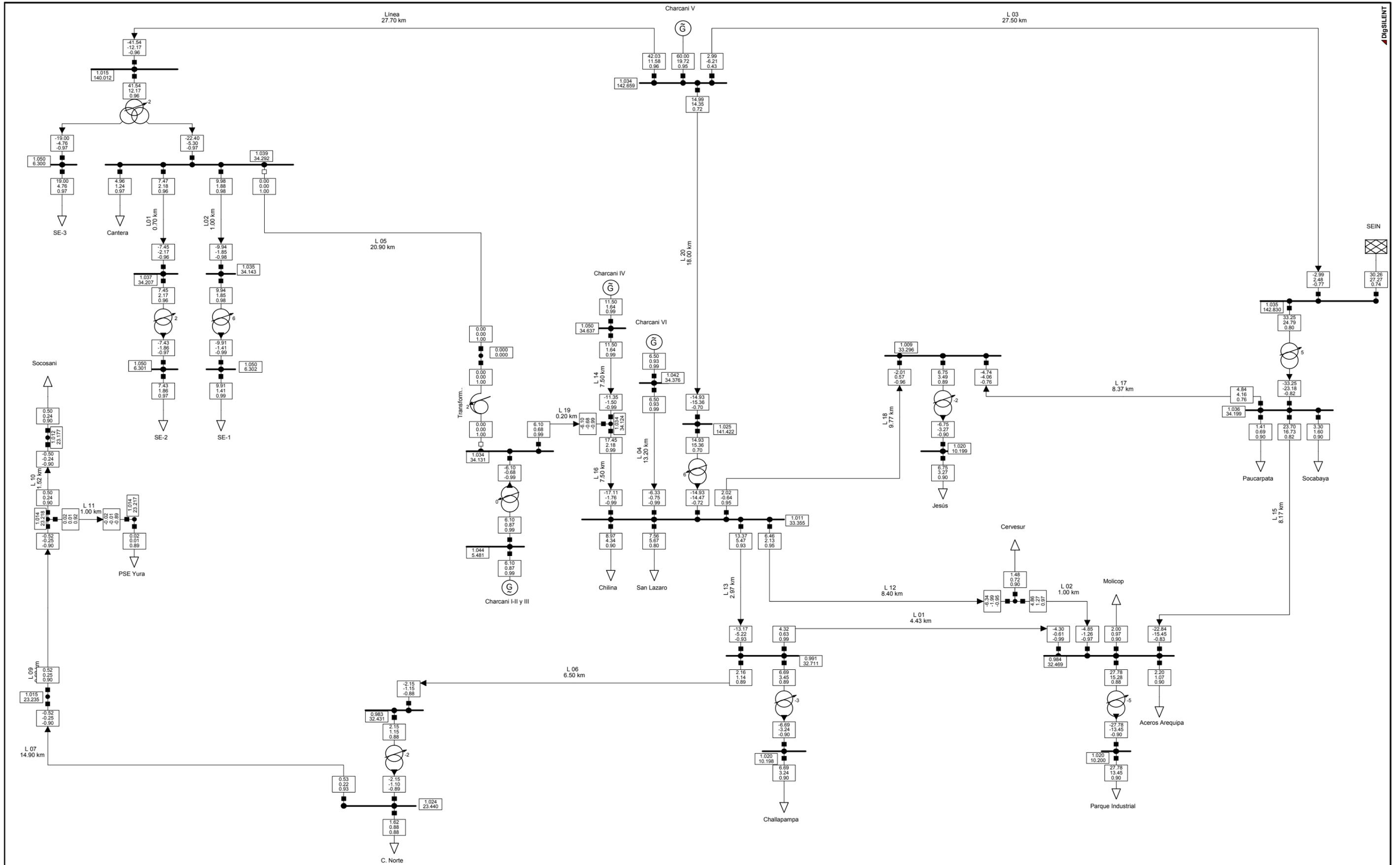
Flujo Carga Balanceada

Nodos	Ramas	Red Externa
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Activa [MW]	Potencia Activa [MW]
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Reactiva [Mvar]	Potencia Reactiva [Mvar]
	Factor de Potencia [-]	Factor de Potencia [-]

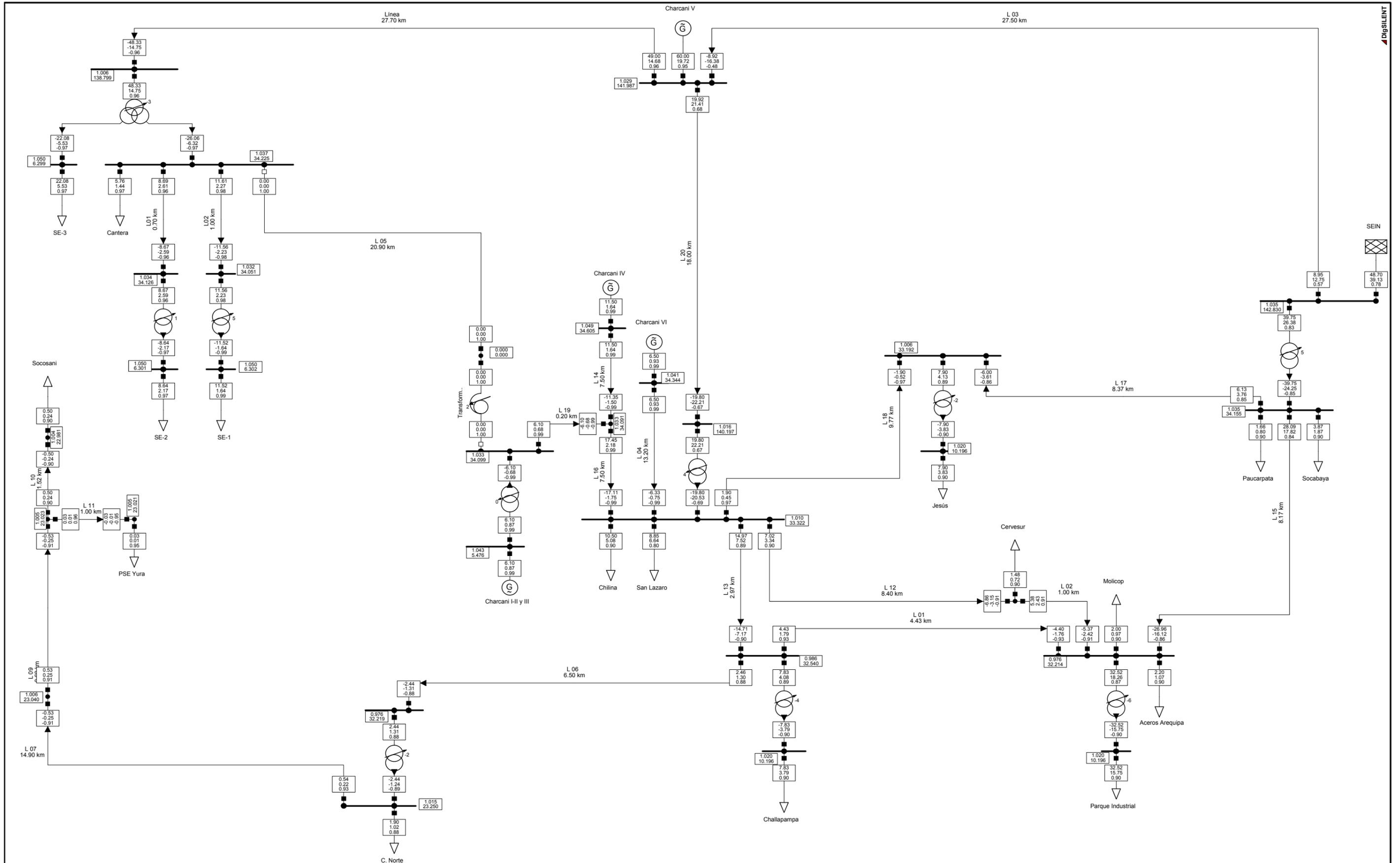


Flujo Carga Balanceada		
Nodos	Ramas	Red Externa
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Activa [MW]	Potencia Activa [MW]
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Reactiva [Mvar]	Potencia Reactiva [Mvar]
	Factor de Potencia [-]	Factor de Potencia [-]

Universidad Nacional de Ingeniería	Análisis del Sistema Eléctrico Existente	Anexo: C.2.3
	2013 En Horas Fuera de Punta	

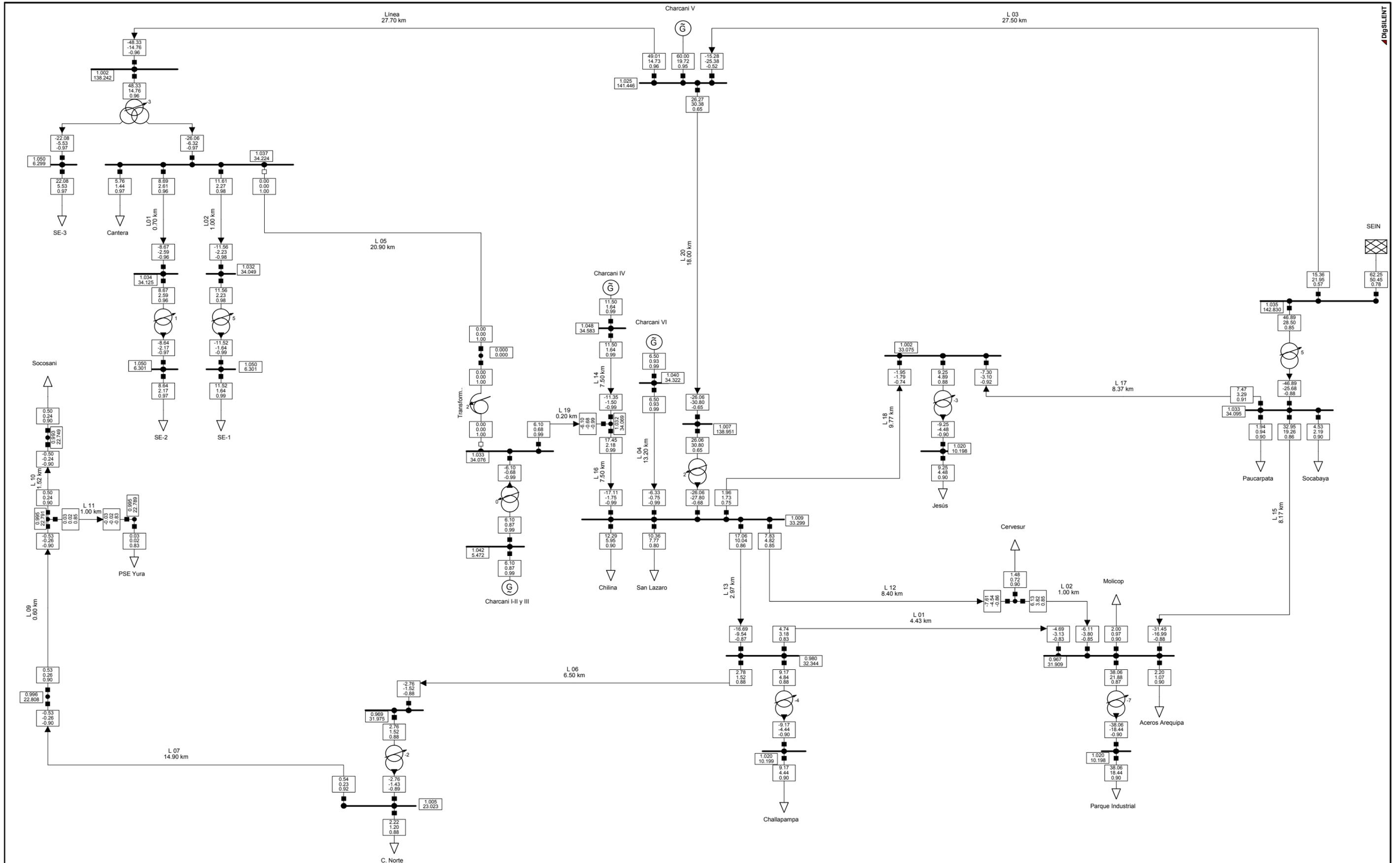


Flujo Carga Balanceada		
Nodos	Ramas	Red Externa
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Activa [MW]	Potencia Activa [MW]
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Reactiva [Mvar]	Potencia Reactiva [Mvar]
	Factor de Potencia [-]	Factor de Potencia [-]



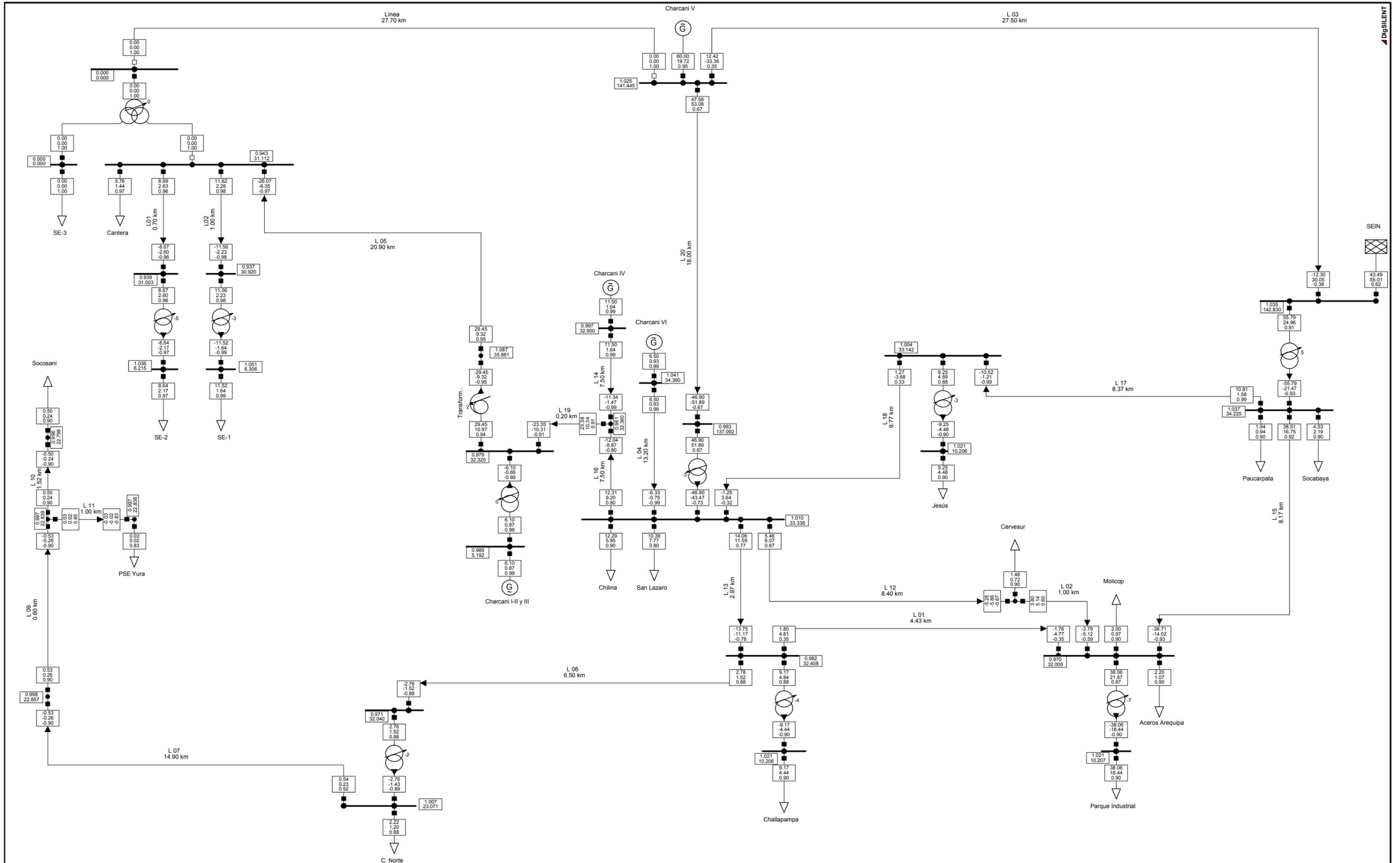
Flujo Carga Balanceada

Nodos	Ramas	Red Externa
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Activa [MW]	Potencia Activa [MW]
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Reactiva [Mvar]	Potencia Reactiva [Mvar]
	Factor de Potencia [-]	Factor de Potencia [-]

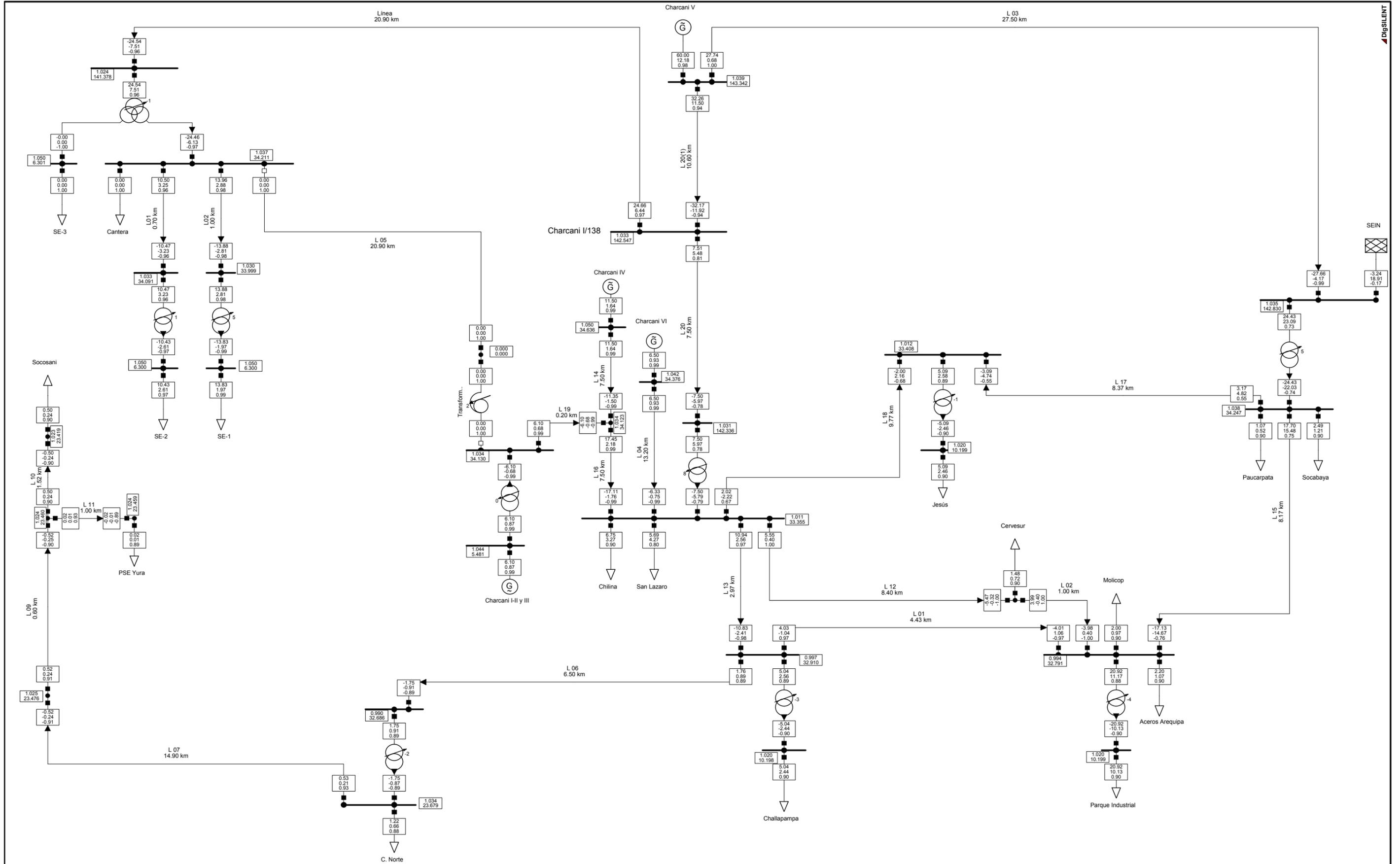


Flujo Carga Balanceada		
Nodos	Ramas	Red Externa
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Activa [MW]	Potencia Activa [MW]
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Reactiva [Mvar]	Potencia Reactiva [Mvar]
	Factor de Potencia [-]	Factor de Potencia [-]

Universidad Nacional de Ingeniería	Análisis del Sistema Eléctrico Existente	
	2028 En Horas Fuera de Punta	
	Anexo: C.2.6	

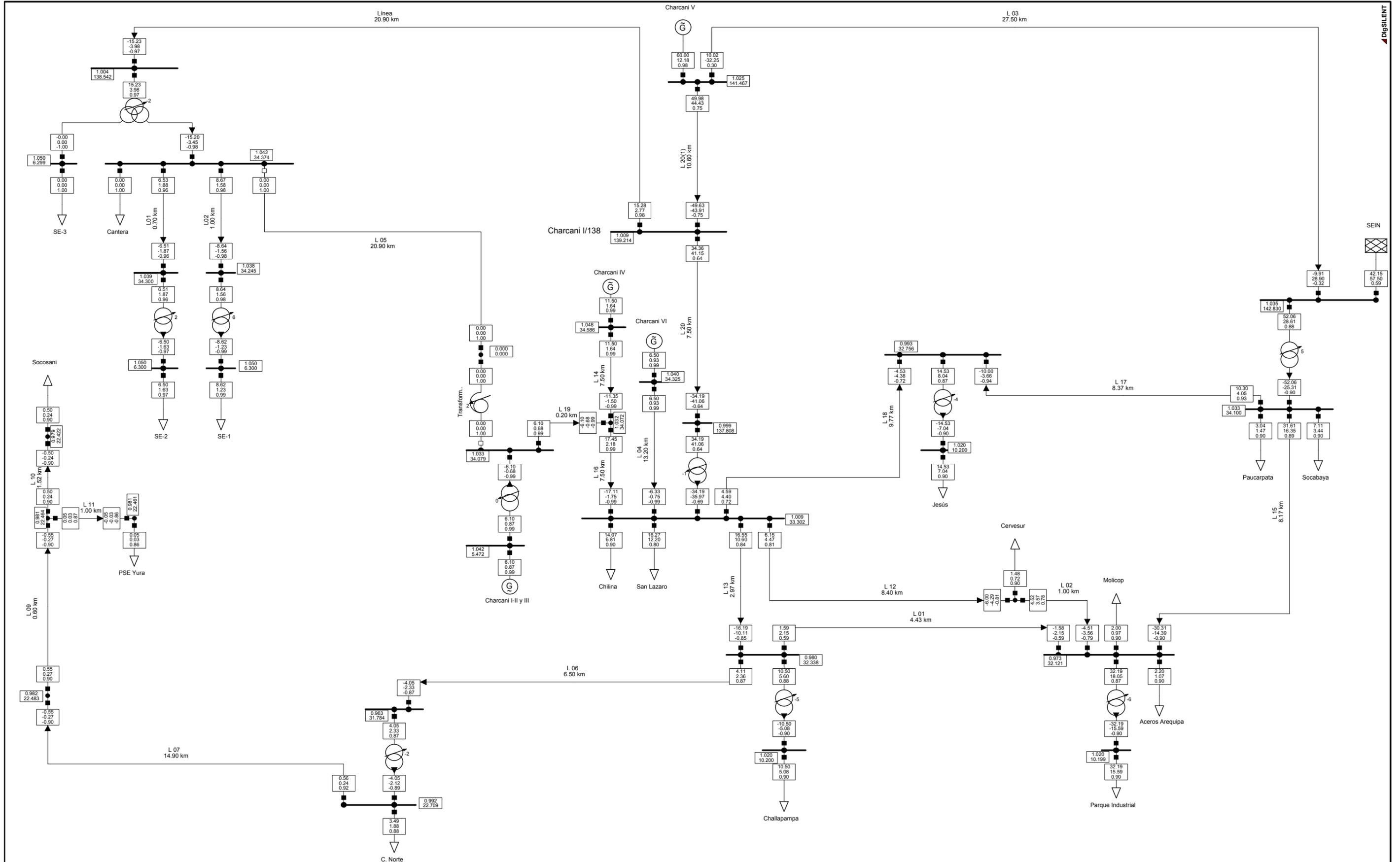


Flujo Carga Balanceada		
Nodos	Ramas	Red Externa
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Activa [MW]	Potencia Activa [MW]
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Reactiva [Mvar]	Potencia Reactiva [Mvar]
	Factor de Potencia [-]	Factor de Potencia [-]

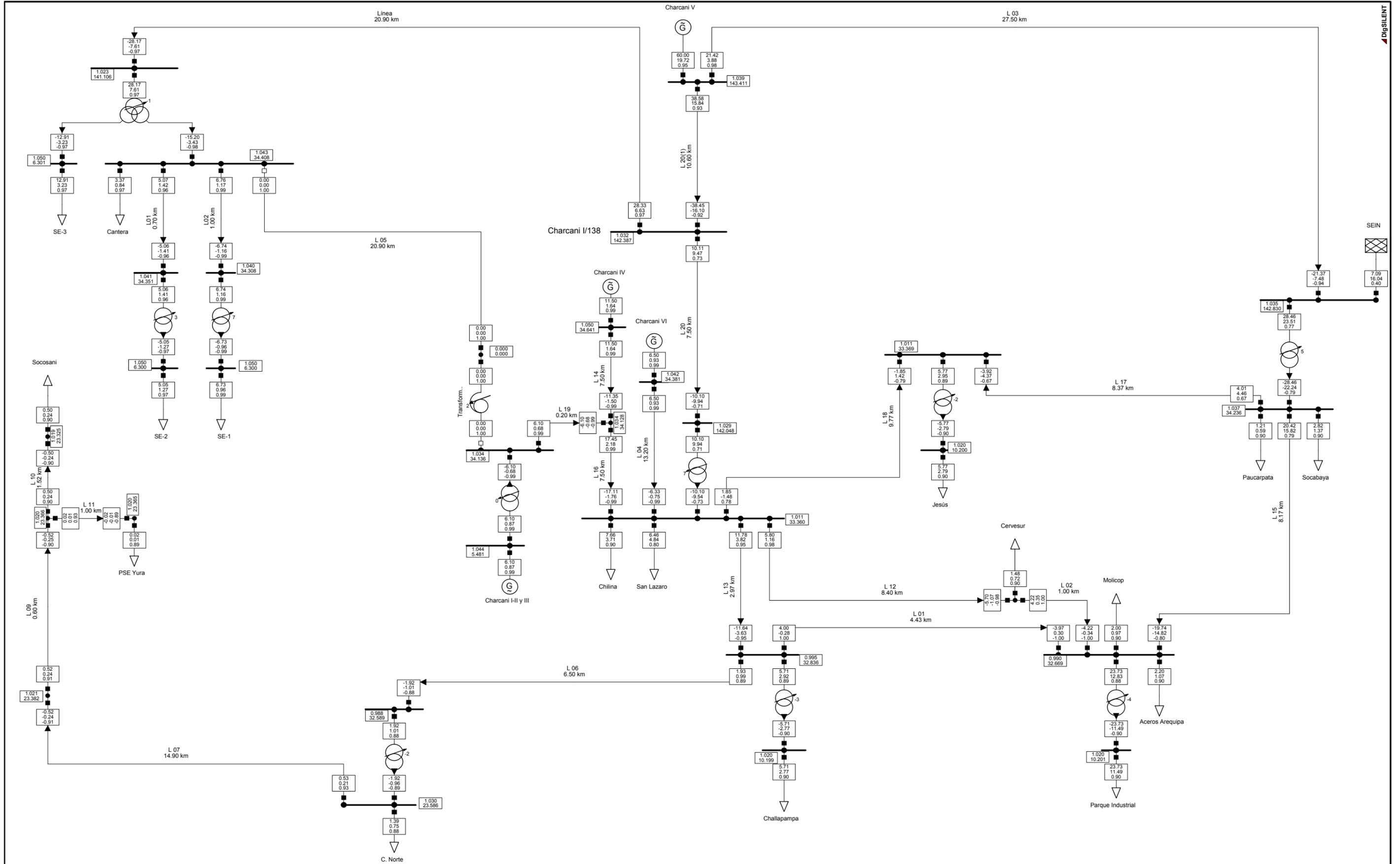


Flujo Carga Balanceada		
Nodos	Ramas	Red Externa
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Activa [MW]	Potencia Activa [MW]
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Reactiva [Mvar]	Potencia Reactiva [Mvar]
	Factor de Potencia [-]	Factor de Potencia [-]

Universidad Nacional de Ingeniería	Análisis del Sistema Eléctrico Existente	
	2009 En Horas Fuera de Punta	
	Anexo: C.3.1	

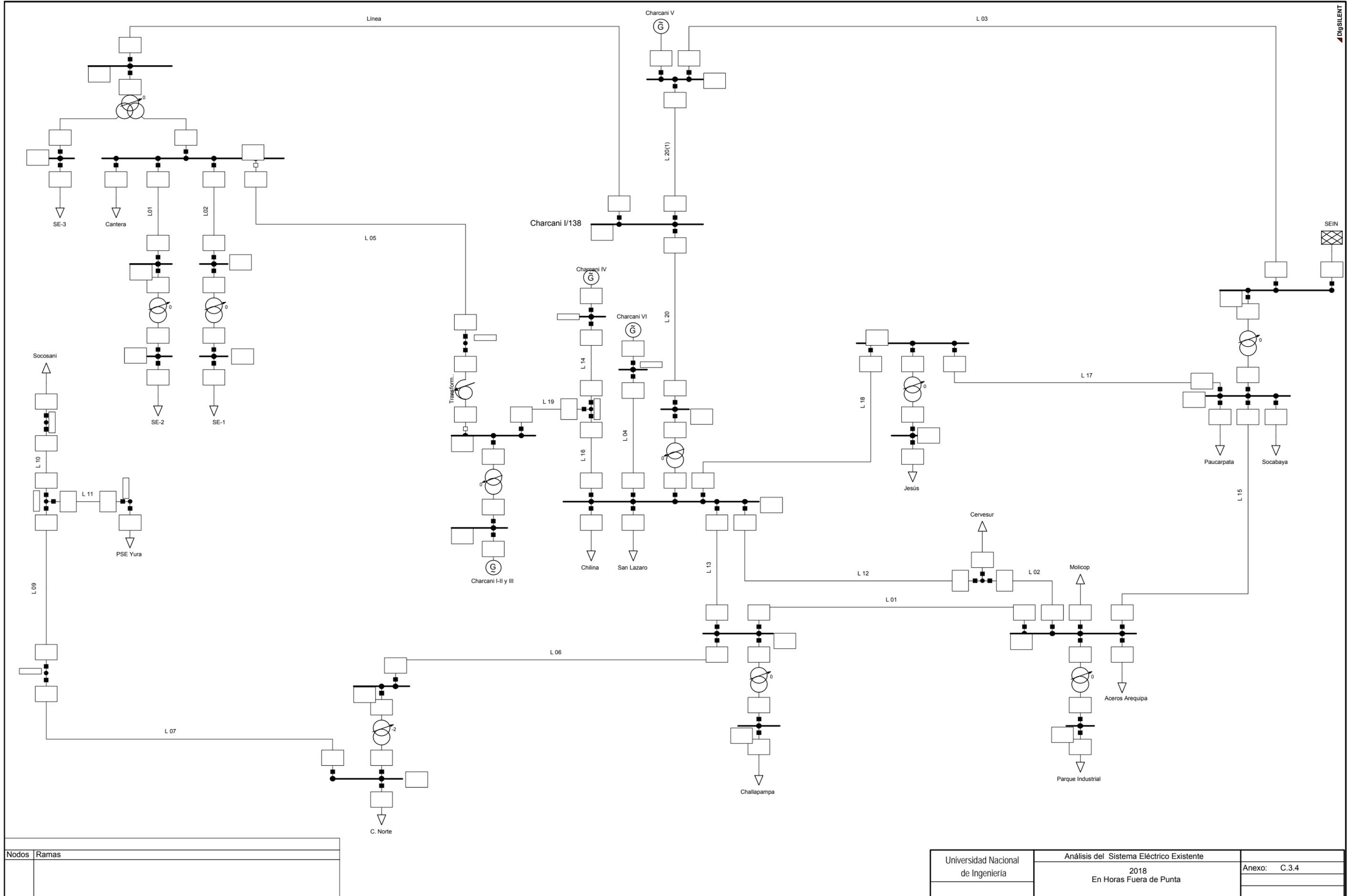


Flujo Carga Balanceada		
Nodos	Ramas	Red Externa
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Activa [MW]	Potencia Activa [MW]
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Reactiva [Mvar]	Potencia Reactiva [Mvar]
	Factor de Potencia [-]	Factor de Potencia [-]

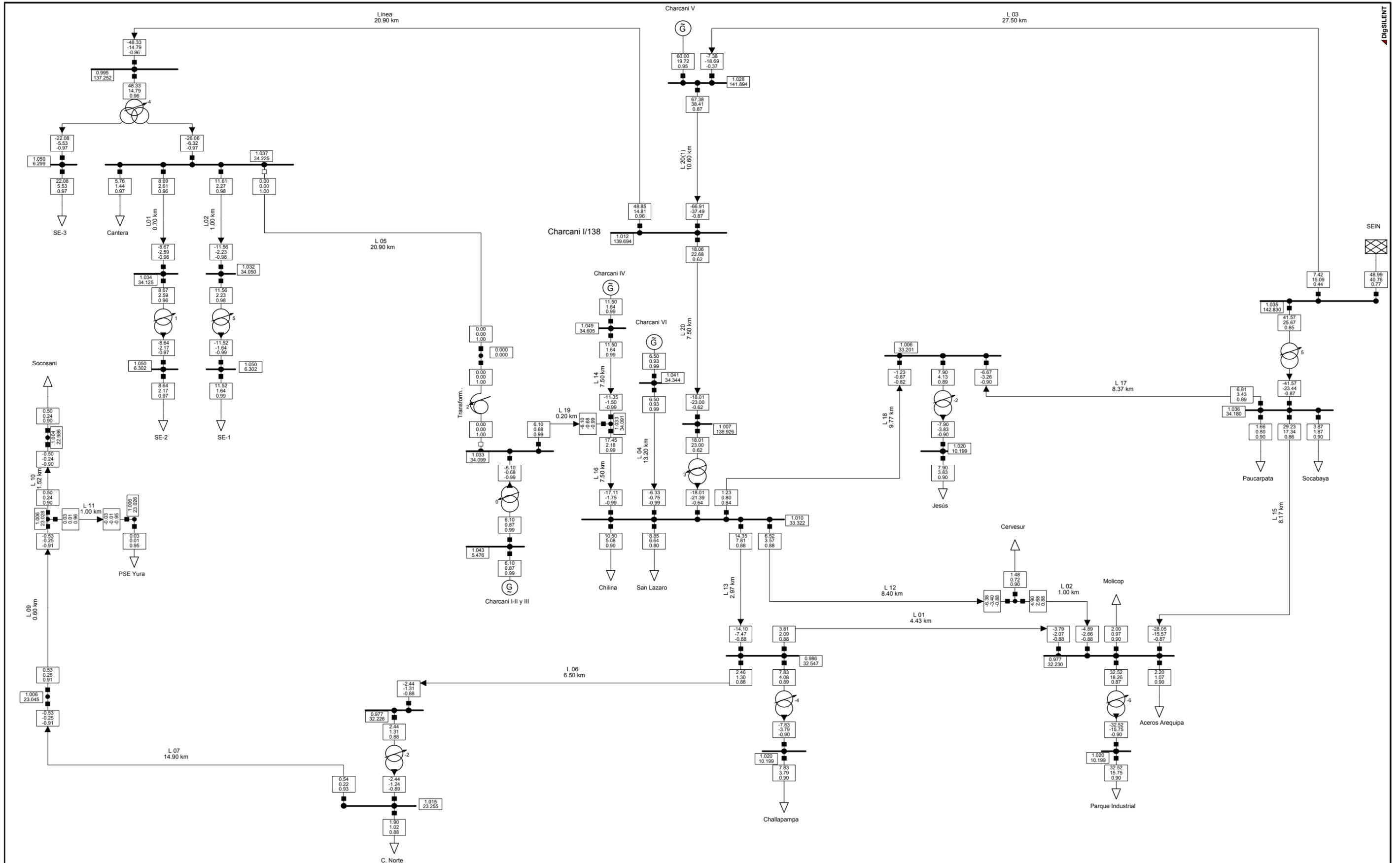


Flujo Carga Balanceada		
Nodos	Ramas	Red Externa
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Activa [MW]	Potencia Activa [MW]
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Reactiva [Mvar]	Potencia Reactiva [Mvar]
	Factor de Potencia [-]	Factor de Potencia [-]

Universidad Nacional de Ingeniería	Análisis del Sistema Eléctrico Existente	
	2013 En Horas Fuera de Punta	
	Anexo: C.3.3	

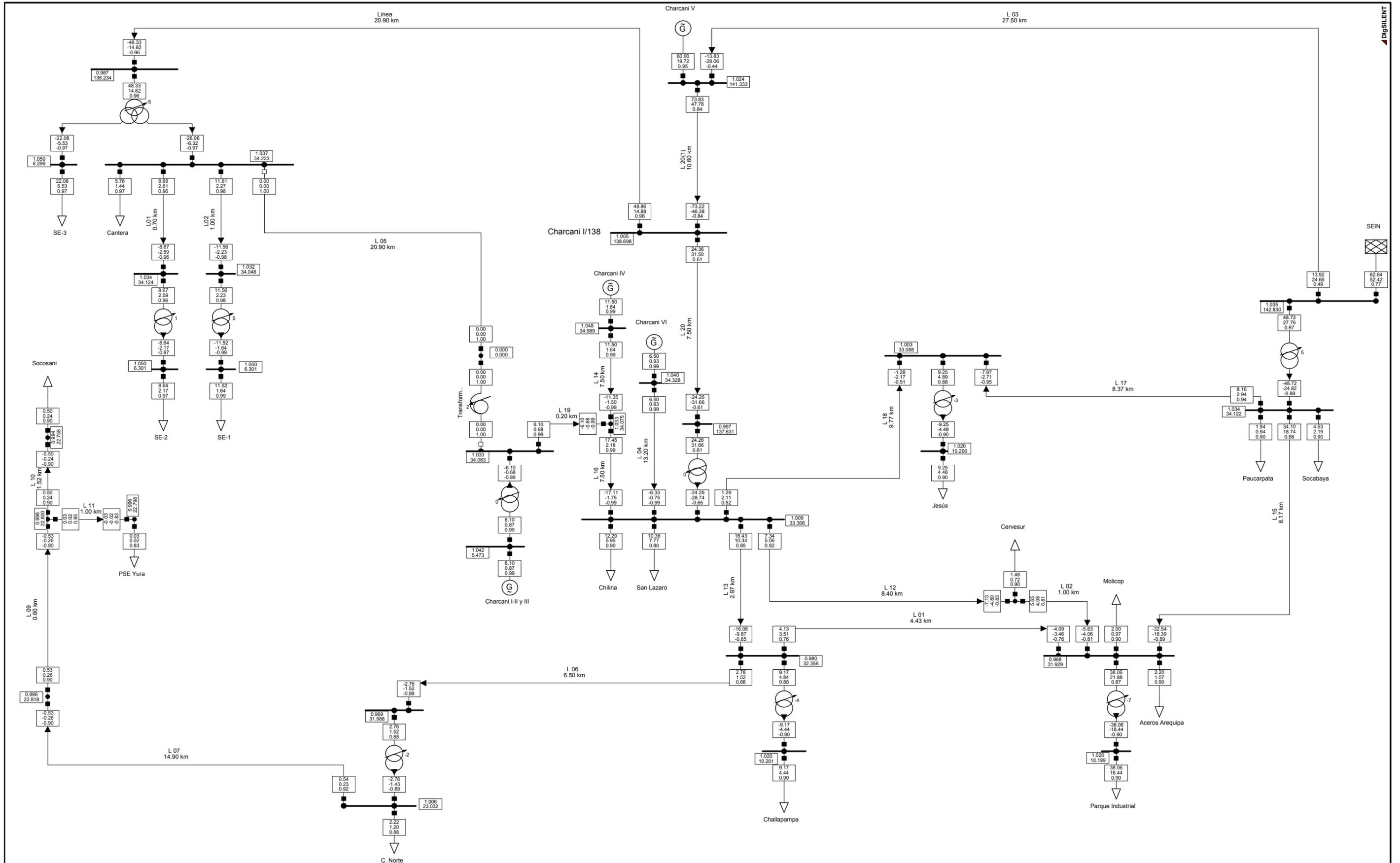


Nodos	Ramas

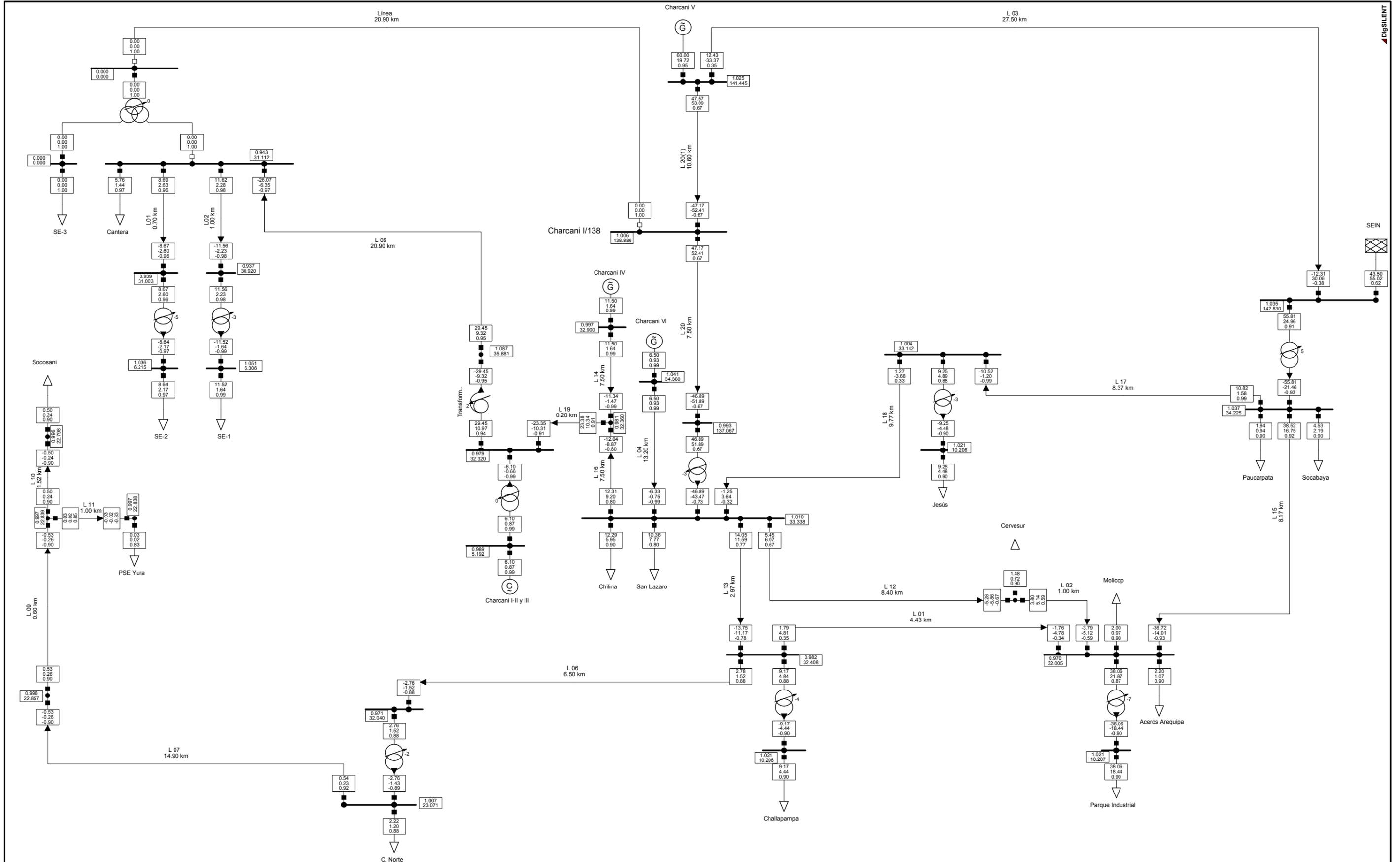


Flujo Carga Balanceada

Nodos	Ramas	Red Externa
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Activa [MW]	Potencia Activa [MW]
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Reactiva [Mvar]	Potencia Reactiva [Mvar]
	Factor de Potencia [-]	Factor de Potencia [-]



Flujo Carga Balanceada		
Nodos	Ramas	Red Externa
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Activa [MW]	Potencia Activa [MW]
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Reactiva [Mvar]	Potencia Reactiva [Mvar]
	Factor de Potencia [-]	Factor de Potencia [-]



Flujo Carga Balanceada		
Nodos	Ramas	Red Externa
Tensión, Magnitud [p.u.]	Potencia Activa [MW]	Potencia Activa [MW]
Tensión Línea-Línea, Magnitud [kV]	Potencia Reactiva [Mvar]	Potencia Reactiva [Mvar]
	Factor de Potencia [-]	Factor de Potencia [-]

## ANEXO D: Inversiones Referenciales

**ANEXO Nº D.0**  
**RESUMEN GENERAL DE ALTERNATIVAS**

I.: Línea en 138kV Charcani I - Yura, Ampliación SE Charcani I y SE Yura

II.: Línea en 138kV Charcani V- Yura, Ampliación SE Santuario y SE Yura

Item	Descripción	Altern. I mil US\$	Altern. II mil US\$	
<b>1</b>	<b>Línea de Transmisión</b>			
	Línea Nueva en 138kV Charcani V - Yura -27,7 km	1,330	-	
	Línea Nueva en 138kV Charcani I - Yura-20,9 km	-	962	
	Línea de Interconexión 33 kV S.E. Yura y SS.EE. SE-1 y SE-2 y LT Existente	26	26	
	<b>Subtotal Líneas</b>	<b>1,356</b>	<b>989</b>	
<b>2</b>	<b>Subestaciones de Potencia</b>			
	S.E. Charcani I 138 kV	-	1,208	
	S.E. Santuario 138kV	420	-	
	S.E. Yura 138/33/6 kV	2,367	2,367	
	Subestación de Distribución SE-2	187	187	
	<b>Subtotal Subestaciones</b>	<b>2,974</b>	<b>3,762</b>	
<b>3</b>	<b>Sistema de Control y Comunicaciones</b>	266	308	
	<b>Costo Directo Total s/IGV</b>	<b>4,596</b>	<b>5,059</b>	
<b>4</b>	<b>OTROS COSTOS</b>			
	- Compensación por Servidumbre (km)	6	4	
	- Costos de Ingeniería	161	177	
	- Supervisión	115	126	
	- Administración	69	76	
	- Gastos Financieros	46	51	
	- Gastos Generales	368	405	
	- Utilidades	230	253	
	- IMPREVISTOS (3%)	138	152	
		<b>INVERSION TOTAL POR ALTERNATIVA SIN IGV</b>	<b>5,728</b>	<b>6,302</b>
		<b>INVERSION TOTAL POR ALTERNATIVA +IGV</b>	<b>6,816</b>	<b>7,500</b>
	<b>Compar. Porcentual, Inversiones</b>	<b>100%</b>	<b>110%</b>	

**ANEXO N ° D.1  
INVERSIONES ALTERNATIVA I**

**PROYECTO : ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA LÍNEA EN 138 kV CHARCANI V-YURA O CHARCANI I-YURA**

ITEM	DESCRIPCION	S.E. Santuario 138 kV	LT 138 kV Santuario - Yura	S.E. Yura 138/33/6,3 kV	LT 33 kV Yura - SE1 y SE2	S.E. 2 33/6,3 kV	Sistema de Control y Comunicaciones	Total de Inversiones
A	SUMINISTROS DE EQUIPOS Y MATERIALES	339,318.71	684,883.63	2,034,975.00	14,256.00	53,015.00	266,280.00	3,392,728.34
B	TRANSPORTE DE EQUIPOS Y MATERIALES	10,179.56	-	61,049.25	-	1,590.45	-	72,819.26
C	OBRAS CIVILES	19,250.00	-	157,855.00	-	78,800.00	-	255,905.00
D	MONTAJE ELECTROMECHANICO	51,070.00	644,861.16	113,245.00	12,144.00	53,287.00	-	874,607.16
<b>E</b>	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (C.D.)</b>	<b>419,818.27</b>	<b>1,329,744.79</b>	<b>2,367,124.25</b>	<b>26,400.00</b>	<b>186,692.45</b>	<b>266,280.00</b>	<b>4,596,059.76</b>

Notas:

1.- Para Líneas en 138 kV y 33 kV , el costo de transporte y obras civiles esta incluido dentro del costo por montaje

**ANEXO N° D.1.3: SISTEMA DE CONTROL Y TELECOMUNICACIONES  
ALTERNATIVA I**

**PROYECTO : ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA LÍNEA EN 138 KV CHARCANI V-YURA O CHARCANI I-YURA  
PARTE I: CONTROL Y TELECOMUNICACIONES**

ITEM. Nº	DESCRIPCIÓN	METRADO		C O S T O-US \$	
		Unid.	Cant.	Unitario	Total
<b>1</b>	<b>SISTEMA DE ONDA PORTADORA</b>				<b>115,500.00</b>
1.1	Equipo de onda portadora 80 W	U	2	30,000.00	60,000.00
1.2	Trampa de onda 800 A	U	4	10,000.00	40,000.00
1.3	Unidad de acoplamiento fase a fase	U	2	5,000.00	10,000.00
1.4	Cable coaxial	Glob	1	1,500.00	1,500.00
1.5	Materiales de instalación	Glob	1	1,000.00	1,000.00
1.6	Repuestos	Glob	1	3,000.00	3,000.00
<b>2</b>	<b>SISTEMA DE TELEFONIA</b>				<b>14,680.00</b>
2.1	Central telefónica	U	1	12,500.00	12,500.00
2.2	Aparato telefónico de mesa	U	6	55.00	330.00
2.3	Aparato telefónico de intemperie.	U	1	150.00	150.00
2.4	Materiales de instalación	Glob	1	200.00	200.00
2.5	Repuestos	Glob	1	1,500.00	1,500.00
<b>3</b>	<b>SISTEMA DE CONTROL</b>				<b>111,100.00</b>
<b>3.1</b>	<b>Hardware</b>				<b>81,100.00</b>
3,1,1	Computadora Industrial en Gabinete Metálico	U	1	4,000.00	4,000.00
3,1,2	Unidades Terminales Remotas	U	2	10,000.00	20,000.00
3,1,3	Sistema de Control de Subestación (SCS)	U	1	15,000.00	15,000.00
3,1,4	Equipo Terminal de Fibra Optica (TO)	U	3	10,000.00	30,000.00
3,1,5	Impresora laser	U	1	2,500.00	2,500.00
3,1,6	Receptor GPS	U	1	1,600.00	1,600.00
3,1,7	UPS	U	1	2,000.00	2,000.00
3,1,8	Otros	Glb	1	6,000.00	6,000.00
<b>3.2</b>	<b>Software</b>				<b>15,000.00</b>
3,2,1	Software SCADA, incluye aplicaciones (HMI) para control de las Subestaciones	U	1	12,000.00	12,000.00
3,1,2	Software del Sistema Operativo Windows XP y Aplicaciones	U	1	3,000.00	3,000.00
<b>4</b>	<b>Integración del Sistema de Control en Santuario</b>				<b>15,000.00</b>
	Incluye el cableado, la ampliación e Integración del HMI y la RTU existente para que Charcani I pueda operar y monitorear la nueva subestación, asimismo pueda enviar via su canal de comunicaciones la información requerida de la nueva celda al COES.				
<b>3</b>	<b>INGENIERIA DE DETALLE Y CAPACITACIÓN DEL PERSONAL</b>	<b>Glb</b>	<b>1.00</b>	<b>25,000.00</b>	<b>25,000.00</b>
<b>4</b>	<b>IMPLEMENTACIÓN</b>	<b>Glb</b>	<b>1.00</b>	<b>30,000.00</b>	<b>30,000.00</b>
	Incluye la implementación de las Dos SS.EE				
<b>5</b>	<b>PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO</b>	<b>Glb</b>	<b>1.00</b>	<b>12,000.00</b>	<b>12,000.00</b>
<b>TOTAL</b>					<b>308,280.00</b>

<b>8.0</b>	<b>RED DE TIERRA PROFUNDA Y SUPERFICIAL</b>				<b>7,625.0</b>
<b>8.1</b>	<b>Red de Tierra Profunda</b>				<b>5,625.0</b>
	Conductor de Cobre 95 mm <sup>2</sup>	m	450.00	4.5	2,025.0
	Moldes para soldadura cadweld en cruz y T	Cjto.	1.00	800.0	800.0
	Conexiones por soldadura	Glb.	1.00	1,500.0	1,500.0
	Caja de registro, varillas de coperweld y conectores	Glb.	1.00	800.0	800.0
	Insumos para tratamiento del suelo	Glb.	1.00	500.0	500.0
<b>8.2</b>	<b>Red de Tierra Superficial</b>				<b>2,000.0</b>
	Conductor de Cobre 70 mm <sup>2</sup>	m	200.00	2.5	500.0
	Conectores y terminales	Glb.	1.00	1,500.0	1,500.0
<b>9.0</b>	<b>PÓRTICOS Y BARRAS</b>				<b>65,210.0</b>
9.1	Columnas y Vigas	Glb.	1.00	10,000.0	10,000.0
9.2	Conductores AAAC, barras de cobre y conectores	Glb.	1.00	3,000.0	3,000.0
9.3	Cables de Energía y terminales para cables de energía				
	- Cable de energía N2XSY-XLPE 240mm <sup>2</sup> 26/45 kV	ml	90.00	60.0	5,400.0
	- Cable de energía N2XSY-XLPE 150mm <sup>2</sup> 26/45 kV	ml	400.00	40.0	16,000.0
	- Cable de energía N2XSY-XLPE 500mm <sup>2</sup> 6/10 kV	ml	342.00	70.0	23,940.0
	- Terminales para cables de energía para conductor N2XSY-XLPE 240mm <sup>2</sup> 26/45 kV	U	12.00	120.0	1,440.0
	- Terminales para cables de energía para conductor N2XSY-XLPE 150mm <sup>2</sup> 26/45 kV	U	9.00	70.0	630.0
	- Terminales para cables de energía para conductor N2XSY-XLPE 500mm <sup>2</sup> 6/10 kV	U	36.00	50.0	1,800.0
9.4	Aisladores, incluyen dispositivos de fijación	Glb.	1.00	3,000.0	3,000.0
<b>10.0</b>	<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>				<b>3,800.0</b>
10.1	Instalaciones Eléctricas Exteriores	Glb.	1.00	1,500.0	1,500.0
10.2	Instalaciones Eléctricas Interiores	Glb.	1.00	2,300.0	2,300.0
<b>B</b>	<b>TRANSPORTE DE EQUIPOS Y MATERIALES A LA ZONA DEL PROYECTO</b>				<b>61,049.3</b>
	3% DE LOS COSTOS A PRECIOS PRIVADOS			3%	61,049.3
<b>TOTAL</b>					<b>2,096,024.25</b>

PARTE II : MONTAJE ELECTROMECAÁNICO

ITEM. Nº	DESCRIPCIÓN	METRADO		C O S T O - U S \$	
		Unid.	Cant.	Unitario	Total
<b>1.0</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>11,000.0</b>
1.1	Movilización y Desmovilización	Cjto.	1	8,000.0	8,000.0
1.2	Obras Provisionales	Cjto.	1	3,000.0	3,000.0
<b>2.0</b>	<b>MONTAJE DE TRANSFORMADORES</b>				<b>20,000.0</b>
2.1	Transformador de Potencia 60-45/30-40/35-27 ONAN-ONAF; 138±1,25X10%/33/6,3 kV; 750 kV-BIL con regulación bajo carga, y con soportes para adosar pararrayos en AT/MT/BT, para instalación interior a una altura > 1000msnm	u	1	20,000.0	20,000.0
<b>3.0</b>	<b>MONTAJE DE EQUIPOS PRINCIPALES</b>				<b>21,320.0</b>
	<b>Equipos en 138 kV</b>				
3.1	Bahía híbrida compacta para línea; 800 A; 145 kV; ; 31,5 kA ;750/550 kV-BIL (Externo/Interno); configuración <b>simple barra</b> , conformado por; transformador de corriente, interruptor, seccionador de barra y de línea	u	1	3,800.0	3,800.0
3.2	Transformador de Tensión 138:V3/0,1:V3/0,1:V3 kV, 2x30 VA, cl 3P+0,2, 750 kV-BIL incluye estructura soporte	u	3	600.0	1,800.0
3.3	Pararrayos de Ozn 120 kV, 10 kA, clase estación, 2600 msnm, contador de descargas.	u	6	350.0	2,100.0
3.4	Trampa de Onda 0,2mH; 800A	u	2	360.0	720.0
	<b>Equipos en 33 kV</b>				
3.5	Celda de Barra Metal Clad en 40 kV -200 kV-BIL-40 kA, incluye; interruptor extraíble, tres transformadores de corriente ,tres transformadores de tensión, transformadores de corriente toroidal, y relé de protección multifunción.	u	1	3,000.0	3,000.0
3.6	Celda de Alimentador Metal Clad en 40 kV -200 kV-BIL-40 kA, incluye; interruptor extraíble, tres transformadores de corriente ,tres transformadores de tensión, transformadores de corriente toroidal, y relé de protección multifunción.	u	3	2,800.0	8,400.0
	<b>Equipos en 6,3 kV</b>				
3.7	Celda de Barra Metal Clad en 7,2 kV -60 kV-BIL-25 kA, incluye; interruptor extraíble, tres transformadores de corriente ,tres transformadores de tensión, transformadores de corriente toroidal, y relé de protección multifunción.	u	1	1,500.0	1,500.0
<b>4.0</b>	<b>CONTROL, PROTECCIÓN Y MEDICIÓN</b>				<b>7,800.0</b>
4.1	<b>Tablero de Control, Protección y Medición para Bahía 138 kV conformado por:</b> -Relé de Protección Multifunción para transformador de tres devanados -Relé Multifunción Controlador de Bahía -Medidor Electrónico multifunción clase 0,2 -Bornera de pruebas, panel de alarmas y gabinete metálico	Cjto.	1	3,000.0	3,000.0
4.2	<b>Tablero de Control, Protección y Medición para Bahía 33 kV conformado por:</b> -Relé Multifunción Controlador de Bahía -Medidor Electrónico multifunción clase 0,2 -Bornera de pruebas, panel de alarmas y gabinete metálico	Cjto.	1	1,800.0	1,800.0
4.3	<b>Conexión y tendido de cables de Control</b>	Glb.	1	3,000.0	3,000.0
<b>5.0</b>	<b>SERVICIOS AUXILIARES</b>				<b>6,500.0</b>
5.1	Transformador de Servicios Auxiliares 25 kVA; 6,5/0,4-0,38 kV	U	1.00	500.0	500.0
5.2	Tablero de Servicios Auxiliares 380/220 VAC, con 25 circuitos	U	1.00	1,200.0	1,200.0
5.3	Tablero de Servicios Auxiliares 110 VDC(15 circuitos) y 48 VDC(15 circuitos)	U	1.00	1,200.0	1,200.0
5.4	Cargador Rectificador 380 VAC/110 VDC y Banco de Baterías 110 VDC 100 A-h	U	1.00	1,200.0	1,200.0
5.5	Cargador Rectificador 380 VAC/48 VDC y Banco de Baterías 48 VDC 50 A-h	U	1.00	900.0	900.0
5.6	Cables y accesorios	Glb.	1.00	1,500.0	1,500.0
<b>6.0</b>	<b>RED DE TIERRA PROFUNDA Y SUPERFICIAL</b>				<b>3,925.0</b>
6.1	Red de Tierra Profunda	Glb.	1.00	1,525.0	1,525.0
6.2	Red de Tierra Superficial	Glb.	1.00	2,400.0	2,400.0
<b>7.0</b>	<b>PÓRTICOS Y BARRAS</b>				<b>7,700.0</b>
7.1	Columnas y Vigas	Glb.	1.00	2,000.0	2,000.0
7.1	Conductores AAAC y conectores	Glb.	1.00	1,000.0	1,000.0
7.2	Cables de Energía y terminales para cables de energía	Glb.	1.00	4,000.0	4,000.0
7.3	Aisladores, incluyen dispositivos de fijación	Glb.	1.00	700.0	700.0
<b>8.0</b>	<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>				<b>1,500.0</b>
8.1	Instalaciones Eléctricas Exteriores	Glb.	1.00	1,000.0	1,000.0
8.2	Instalaciones Eléctricas Interiores	Glb.	1.00	500.0	500.0
<b>9.0</b>	<b>INGENIERÍA DE DETALLE (incluye la Ing. de las obras Civiles)</b>	Glb.	1	20,000.0	<b>20,000.0</b>
<b>10.0</b>	<b>ESTUDIO DE LA COORDINACIÓN DE LA PROTECCIÓN</b>	Glb.	1	7,000.0	<b>7,000.0</b>

PARTE III : OBRAS CIVILES

ITEM. Nº	DESCRIPCIÓN	METRADO		C O S T O-US \$	
		Unid.	Cant.	Unitario	Total
<b>1.0</b>	<b>OBRAS CIVILES GENERALES</b>				<b>9,500.0</b>
	- Oficinas y Almacén del Contratista y Supervisión - Instalaciones Provisionales de Agua, Desague y Electricidad - Cartel de identificación de obra (3.6 x 2.4 m)				
<b>2.0</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>14,000.0</b>
2.1	Movilización y Desmovilización	Cjto.	1	9,100.0	9,100.0
2.2	Obras Provisionales	Cjto.	1	4,900.0	4,900.0
<b>3.0</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>24,000.0</b>
	- Relleno Compactado con Material Propio (Equipo Pesado) - Excavación manual para PAT - Excavación manual terreno con presencia de agua - Excavación manual en terreno rocoso - Relleno compactado manual material propio - Eliminación de material excedente ( d < 1.0 km )				
<b>4.0</b>	<b>CIMENTACION DE EQUIPOS</b>				<b>20,000.0</b>
	Transformador de Potencia 60-45/30-40/35-27 ONAN-ONAF	u	1.00	20,000.0	20,000.0
<b>5.0</b>	<b>CIMENTACION DE EQUIPOS</b>				<b>7,600.0</b>
5.1	Bahía híbrida compacta para línea; 800 A; 145 kV; ; 31,5 kA ;750/550 kV-BIL (Externo/Interno); configuración <b>simple barra</b> , conformado por; transformador de corriente, interruptor, seccionador de barra y de línea	u	1	1,800.0	1,800.0
5.2	Transformador de Tensión 138:V3/0,1:V3/0,1:V3 kV, 2x30 VA, cl 3P+0,2, 750 kV-BIL incluye estructura soporte	u	3	500.0	1,500.0
5.3	Pararrayos de Ozon 120 kV, 10 kA, clase estación, 2600 msnm, contador de descargas.	u	6	250.0	1,500.0
5.4	Bases para pórticos	u	2	1,400.0	2,800.0
<b>6.0</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO Y ALBAÑILERÍA</b>				<b>48,900.0</b>
6.10	Cimientos, Sobrecimientos y Zapatas	Glb.	1	7,000.0	7,000.0
6.20	Columnas y Vigas	Glb.	1	13,000.0	13,000.0
6.30	Muros y Peredas	Glb.	1	14,000.0	14,000.0
6.40	Losas, Pisos y Falso Pisos	Glb.	1	4,300.0	4,300.0
6.50	Instalaciones Sanitarias	Glb.	1	5,800.0	5,800.0
6.60	Carpintería y Acabados	Glb.	1	4,800.0	4,800.0
<b>7.0</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO Y ALBAÑILERÍA</b>				<b>19,500.0</b>
7.10	Cerco Metálico in cluye accesos, porton y bases	ml	130	150.0	19,500.0
<b>8.0</b>	<b>CANALETAS Y DRENAJE</b>				<b>13,500.0</b>
8.1	Canaletas de cables, incluye tapas y ductos	Glb.	1.00	12,000.0	12,000.0
8.2	Sistema de Drenaje	Glb.	1.00	1,500.0	1,500.0
<b>9.0</b>	<b>OTROS</b>				<b>855.0</b>
9.1	Enrriado de patio de llaves	m²	285.00	3.0	855.0
<b>TOTAL</b>					<b>157,855.00</b>

**ANEXO N ° D.1.5: SUBESTACIÓN YURA 33/6 kV - 15 MVA  
ALTERNATIVA I**

**PROYECTO : ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA LÍNEA EN 138 kV CHARCANI V-YURA O CHARCANI I-YURA  
PARTE 0 : RESUMEN DE INVERSIONES**

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO
		US \$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>186,692.45</b>
1.1	Suministro de Equipos y Materiales	53,015.00
1.2	Montaje Electromecánico	53,287.00
1.3	Obras Civiles	78,800.00
1.4	Transporte de Equipos y Materiales	1,590.45
	<b>TOTAL</b>	<b>186,692.45</b>

**PARTE I : SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE EQUIPOS Y MATERIALES**

ITEM. Nº	DESCRIPCIÓN	METRADO		C O S T O- U S \$	
		Unid.	Cant.	Unitario	Total
<b>A</b>	<b>SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES</b>				<b>53,015.0</b>
<b>1.0</b>	<b>SERVICIOS AUXILIARES</b>				<b>36,000.0</b>
1.1	Transformador de Servicios Auxiliares 25 kVA; 6,5/0,4-0,38 kV	U	1.00	5,000.0	5,000.0
1.2	Tablero de Servicios Auxiliares 380/220 VAC, con 15 circuitos	U	1.00	5,500.0	5,500.0
1.3	Tablero de Servicios Auxiliares 110 VDC(10 circuitos)	U	1.00	4,000.0	4,000.0
1.4	Cargador Rectificador 380 VAC/110 VDC y Banco de Baterías 110 VDC 100 A-h	U	1.00	15,000.0	15,000.0
1.5	Cables de control, cables de baja tensión y accesorios	Glb.	1.00	6,500.0	6,500.0
<b>2.0</b>	<b>RED DE TIERRA PROFUNDA Y SUPERFICIAL</b>				<b>3,635.0</b>
<b>2.1</b>	<b>Red de Tierra Profunda</b>				<b>2,535.0</b>
	Conductor de Cobre 95 mm <sup>2</sup>	m	150.00	3.8	570.0
	Moldes para soldadura cadweld en cruz y T	Cjto.	1.00	465.0	465.0
	Conexiones por soldadura	Glb.	1.00	700.0	700.0
	Caja de registro, varillas de coperweld y conectores	Glb.	1.00	300.0	300.0
	Insumos para tratamiento del suelo	Glb.	1.00	500.0	500.0
<b>2.2</b>	<b>Red de Tierra Superficial</b>				<b>1,100.0</b>
	Conductor de Cobre 70 mm <sup>2</sup>	m	150.00	2.0	300.0
	Conectores y terminales	Glb.	1.00	800.0	800.0
<b>3.0</b>	<b>CABLES DE ENERGÍA, CONDUCTORES, AISLADORES Y ACCESORIOS</b>				<b>11,580.0</b>
3.1	Cables de Energía y terminales para cables de energía				
	- Cable de energía N2XSY-XLPE 150mm <sup>2</sup> 26/45 kV	ml	75.00	40.0	3,000.0
	- Cable de energía N2XSY-XLPE 300mm <sup>2</sup> 6/10 kV	ml	120.00	40.0	4,800.0
	- Terminales para cables de energía para conductor N2XSY-XLPE 150mm <sup>2</sup> 26/45 kV	U	12.00	70.0	840.0
	- Terminales para cables de energía para conductor N2XSY-XLPE 300mm <sup>2</sup> 6/10 kV	U	18.00	30.0	540.0
3.2	Aisladores, incluyen dispositivos de fijación	Glb.	1.00	2,400.0	2,400.0
<b>4.0</b>	<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>				<b>1,800.0</b>
4.1	Instalaciones Eléctricas	Glb.	1.00	1,800.0	1,800.0
<b>B</b>	<b>TRANSPORTE DE EQUIPOS Y MATERIALES A LA ZONA DEL PROYECTO</b>				<b>1,590.5</b>
	3% DE LOS COSTOS A PRECIOS PRIVADOS			3%	1,590.5
	<b>TOTAL</b>				<b>54,605.45</b>

**PARTE II : MONTAJE ELECTROMECAÁNICO**

ITEM. Nº	DESCRIPCIÓN	METRADO		C O S T O-U S \$	
		Unid.	Cant.	Unitario	Total
<b>1.0</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>4,900.0</b>
1.1	Movilización y Desmovilización	Cjto.	1	3,500.0	3,500.0
1.2	Obras Provisionales	Cjto.	1	1,400.0	1,400.0
<b>2.0</b>	<b>DESMONTAJE DE EQUIPOS</b>				<b>2,640.0</b>
2.1	Desmontaje de Transformador de Potencia 12-15 ONAN-ONAF; 33±1,25X10%/6,3 kV; 750 kV-BIL bajo carga, y con soportes para adosar pararrayos en MT/BT, para instalación interior a una altura > 1000msnm	u	1	2,200.0	2,200.0
2.2	Celda de Barra Metal Clad en 40 kV -200 kV-BIL-40 kA, incluye; interruptor extraíble, tres transformadores de corriente ,tres transformadores de tensión, transformadores de corriente toroidal, y relé de protección multifunción.	u	1	160.0	160.0
2.3	Celda de Barra Metal Clad en 7,2 kV -60 kV-BIL-25 kA, incluye; interruptor extraíble, tres transformadores de corriente ,tres transformadores de tensión, transformadores de corriente toroidal, y relé de protección multifunción.	u	1	80.0	80.0
2.4	Traslado de Equipos	Glb.	1	200.0	200.0
<b>3.0</b>	<b>MONTAJE DE TRANSFORMADORES</b>				<b>13,000.0</b>
3.1	Transformador de Potencia 12-15 ONAN-ONAF; 33±1,25X10%/6,3 kV; 750 kV-BIL; bajo carga, y con soportes para adosar pararrayos en AT/MT/BT, para instalación interior a una altura > 1000msnm	u	1	13,000.0	13,000.0
<b>4.0</b>	<b>MONTAJE DE EQUIPOS PRINCIPALES</b>				<b>4,500.0</b>
4.1	<b>Equipos en 33 kV</b> Celda de Barra Metal Clad en 40 kV -200 kV-BIL-40 kA, incluye; interruptor extraíble, tres transformadores de corriente ,tres transformadores de tensión, transformadores de corriente toroidal, y relé de protección multifunción.	u	1	3,000.0	3,000.0
4.2	<b>Equipos en 6,3 kV</b> Celda de Barra Metal Clad en 7,2 kV -60 kV-BIL-40 kA, incluye; interruptor extraíble, tres transformadores de corriente ,tres transformadores de tensión, transformadores de corriente toroidal, y relé de protección multifunción.	u	1	1,500.0	1,500.0
<b>5.0</b>	<b>CONTROL, PROTECCIÓN Y MEDICIÓN</b>				<b>3,300.0</b>
5.1	Tablero de Control, Protección y Medición para Bahía 33 kV conformado por:	Cjto.	1	1,800.0	1,800.0
5.2	Conexión y tendido de cables de Control	Glb.	1	1,500.0	1,500.0
<b>6.0</b>	<b>SERVICIOS AUXILIARES</b>				<b>3,760.0</b>
6.1	Transformador de Servicios Auxiliares 25 kVA; 6,5/0,4-0,38 kV	U	1.00	500.0	500.0
6.2	Tablero de Servicios Auxiliares 380/220 VAC, con 15 circuitos	U	1.00	1,100.0	1,100.0
6.3	Tablero de Servicios Auxiliares 110 VDC(10 circuitos)	U	1.00	960.0	960.0
6.4	Cargador Rectificador 380 VAC/110 VDC y Banco de Baterías 110 VDC 100 A-h	U	1.00	1,200.0	1,200.0
<b>7.0</b>	<b>RED DE TIERRA PROFUNDA Y SUPERFICIAL</b>				<b>2,047.0</b>
7.1	Red de Tierra Profunda	Glb.	1.00	727.0	727.0
7.2	Red de Tierra Superficial	Glb.	1.00	1,320.0	1,320.0
<b>8.0</b>	<b>CABLES DE ENERGÍA, CONDUCTORES, AISLADORES Y ACCESORIOS</b>				<b>2,100.0</b>
8.1	Cables de Energía y terminales para cables de energía	Glb.	1.00	1,500.0	1,500.0
8.2	Aisladores, incluyen dispositivos de fijación	Glb.	1.00	600.0	600.0
<b>9.0</b>	<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>				<b>540.0</b>
9.1	Instalaciones Eléctricas	Glb.	1.00	540.0	540.0
<b>10.0</b>	<b>INGENIERÍA DE DETALLE (incluye la Ing. de las obras Civiles)</b>				<b>8,000.0</b>
		Glb.	1	8,000.0	8,000.0
<b>11.0</b>	<b>ESTUDIO DE LA COORDINACIÓN DE LA PROTECCIÓN</b>				<b>4,000.0</b>
		Glb.	1	4,000.0	4,000.0
<b>12.0</b>	<b>PRUEBAS DE PUESTA EN SERVICIO</b>				<b>4,500.0</b>
		Glb.	1	4,500.0	4,500.0
<b>TOTAL</b>					<b>53,287.00</b>

PARTE III : OBRAS CIVILES

ITEM. Nº	DESCRIPCIÓN	METRADO		C O S T O-US \$	
		Unid.	Cant.	Unitario	Total
<b>1.0</b>	<b>OBRAS CIVILES GENERALES</b>				<b>5,700.0</b>
	- Oficinas y Almacén del Contratista y Supervisión - Instalaciones Provisionales de Agua, Desague y Electricidad - Cartel de identificación de obra (3.6 x 2.4 m)				
<b>2.0</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>8,000.0</b>
2.1	Movilización y Desmovilización	Cjto.	1	5,200.0	5,200.0
2.2	Obras Provisionales	Cjto.	1	2,800.0	2,800.0
<b>3.0</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>14,400.0</b>
	- Relleno Compactado con Material Propio (Equipo Pesado) - Excavación manual para PAT - Excavación manual terreno con presencia de agua - Excavación manual en terreno rocoso - Relleno compactado manual material propio - Eliminación de material excedente ( d < 1.0 km )				
<b>4.0</b>	<b>CIMENTACION DE EQUIPOS</b>				<b>8,500.0</b>
	Transformador de Potencia 12-15MVA ONAN-ONAF	u	1.00	8,500.0	8,500.0
<b>5.0</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO Y ALBAÑILERÍA</b>				<b>38,500.0</b>
5.10	Cimientos, Sobrecimientos y Zapatas	Glb.	1	6,500.0	6,500.0
5.20	Columnas y Vigas	Glb.	1	8,500.0	8,500.0
5.30	Muros, Peredas	Glb.	1	8,500.0	8,500.0
5.40	Losas, Pisos y Falso Pisos	Glb.	1	1,000.0	1,000.0
5.50	Galería de Cables	Glb.	1	3,500.0	3,500.0
5.60	Instalaciones Sanitarias	Glb.	1	500.0	500.0
5.70	Carpintería y Acabados	Glb.	1	10,000.0	10,000.0
<b>6.0</b>	<b>CANALETAS Y DRENAJE</b>				<b>3,700.0</b>
6.1	Canaletas de cables, incluye tapas y ductos	Glb.	1.00	3,000.0	3,000.0
6.2	Sistema de Drenaje	Glb.	1.00	700.0	700.0
<b>TOTAL</b>					<b>78,800.00</b>

**ANEXO N ° D.2  
INVERSIONES ALTERNATIVA II**

**PROYECTO : ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA LÍNEA EN 138 kV CHARCANI V-YURA O CHARCANI I-YURA**

ITEM	DESCRIPCION	SE Charcani I 138 kV	S.E. Yura 138/33/6,3 kV	LT 138 kV Charcani I - Yura	LT 33 kV Yura - SE1 y SE2	S.E. 2 33/6,3 kV	Sistema de Control y Comunicaciones	Total de Inversiones
A	SUMINISTROS DE EQUIPOS Y MATERIALES	882,498.57	2,034,975.00	479,773.07	14,256.00	53,015.00	308,280.00	3,772,797.64
B	TRANSPORTE DE EQUIPOS Y MATERIALES	26,474.96	61,049.25	-	-	1,590.45	-	89,114.66
C	OBRAS CIVILES	201,900.00	157,855.00	-	-	78,800.00	-	438,555.00
D	MONTAJE ELECTROMECHANICO	96,959.71	113,245.00	482,480.52	12,144.00	53,287.00	-	758,116.23
		0.000						
<b>E</b>	<b>TOTAL COSTO DIRECTO (C.D.)</b>	<b>1,207,833.24</b>	<b>2,367,124.25</b>	<b>962,253.59</b>	<b>26,400.00</b>	<b>186,692.45</b>	<b>308,280.00</b>	<b>5,058,583.53</b>
F	I.G.V. 19%	229,488.32	449,753.61	182,828.18	5,016.00	35,471.57	58,573.20	961,130.87
	<b>COSTO TOTAL INCLUIDO I.G.V. (US \$)</b>	<b>1,437,321.56</b>	<b>2,816,877.86</b>	<b>1,145,081.77</b>	<b>31,416.00</b>	<b>222,164.02</b>	<b>366,853.20</b>	<b>6,019,714.40</b>

Notas:

1.- Para Líneas en 138 kV y 33 kV , el costo de transporte y obras civiles esta incluido dentro del costo por montaje

**ANEXO N ° D.1,4: SUBESTACIÓN YURA 138/33/6 kV - 60 MVA  
ALTERNATIVA I**

**PROYECTO : ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA LÍNEA EN 138 kV CHARCANI V-YURA O CHARCANI I-YURA  
PARTE 0 : RESUMEN DE INVERSIONES**

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO US \$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>2,367,124.25</b>
1.1	Suministro de Equipos y Materiales	2,034,975.00
1.2	Montaje Electromecánico	113,245.00
1.3	Obras Civiles	157,855.00
1.4	Transporte de Equipos y Materiales	61,049.25
	<b>TOTAL</b>	<b>2,367,124.25</b>

**PARTE I : SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE EQUIPOS Y MATERIALES**

ITEM. Nº	DESCRIPCIÓN	METRADO		COSTO-US \$	
		Unid.	Cant.	Unitario	Total
<b>A</b>	<b>SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES</b>				<b>2,034,975.0</b>
<b>1.0</b>	<b>TRANSFORMADORES</b>				<b>1,350,000.0</b>
1.1	Transformador de Potencia 60-45/30-40/35-27 ONAN-ONAF; 138±1,25X10%/33/6,3 kV; 750 kV-BIL con regulación bajo carga, y con soportes para adosar pararrayos en AT/MT/BT, para instalación exterior a una altura > 1000msnm	u	1	1,350,000.0	1,350,000.0
<b>2.0</b>	<b>CELDA DE LINEA TRANSFORMADOR 138 kV</b>				<b>228,800.0</b>
2.1	Bahía híbrida compacta para línea; 800 A; 145 kV;; 31,5 kA ;750/550 kV-BIL. (Externo/Interno); configuración <b>simple barra</b> , conformado por; transformador de corriente, interruptor, seccionador de barra y de línea	u	1	170,000.0	170,000.0
2.2	Transformador de Tensión 138:V3/0,1:V3/0,1:V3 kV, 2x30 VA, cl 3P+0,2, 750 kV-BIL incluye estructura soporte	u	3	12,000.0	36,000.0
2.3	Pararrayos de Ozon 120 kV, 10 kA, clase estación, 2600 msnm, contador de descargas.	u	6	3,800.0	22,800.0
<b>3.0</b>	<b>CELDA DE TRANSFORMADOR 33 kV</b>				<b>62,940.0</b>
3.1	Celda de Barra Metal Clad en 40 kV -200 kV-BIL-40 kA, incluye; interruptor extraíble, tres transformadores de corriente ,tres transformadores de tensión, transformadores de corriente toroidal, y relé de protección multifunción.	u	1	60,000.0	60,000.0
3.2	Pararrayos de Ozon 30 kV, 10 kA, clase estación, 2600 msnm	u	3	980.0	2,940.0
<b>4.0</b>	<b>CELDA DE LÍNEA EN 33 kV</b>				<b>165,000.0</b>
4.1	Celda de Alimentador Metal Clad en 40 kV -200 kV-BIL-40 kA, incluye; interruptor extraíble, tres transformadores de corriente ,tres transformadores de tensión, transformadores de corriente toroidal, y relé de protección multifunción.	u	3	55,000.0	165,000.0
<b>5.0</b>	<b>CELDA DE TRANSFORMADOR 6,0 kV</b>				<b>50,600.0</b>
5.1	Celda de Barra Metal Clad en 7,2 kV -60 kV-BIL-25 kA, incluye; interruptor extraíble, tres transformadores de corriente ,tres transformadores de tensión, transformadores de corriente toroidal, y relé de protección multifunción.	u	2	25,000.0	50,000.0
5.2	Pararrayos de Ozon 6 kV, 10 kA, clase estación, 2600 msnm	u	3	200.0	600.0
<b>6.0</b>	<b>CONTROL, PROTECCIÓN Y MEDICIÓN</b>				<b>30,000.0</b>
6.1	<b>Tablero de Control, Protección y Medición para Bahía 138 kV conformado por:</b> -Relé de Protección Diferencial 87 y funciones de sobrecorriente para transformador de de tres devanados -Relé Multifunción Controlador de Bahía con funciones de protección (50/51;50/51N; 67/67N;46,79), control y monitoreo (Apertura, cierre y visualización del estado de la bahía) y funciones de medición. -Medidor Electrónico multifunción clase 0,2 -Bornera de Pruebas -Panel de Alarnas -Gabinete Metálico	Glb. U U U U U U U	1 1 1 1 1 1 1 2	30,000.0	30,000.0
<b>7.0</b>	<b>SERVICIOS AUXILIARES</b>				<b>71,000.0</b>
7.1	Transformador de Servicios Auxiliares 100 kVA; 6,5/0,4-0,38 kV	U	1.00	9,000.0	9,000.0
7.2	Tablero de Servicios Auxiliares 380/220 VAC, con 25 circuitos	U	1.00	8,000.0	8,000.0
7.3	Tablero de Servicios Auxiliares 110 VDC(15 circuitos) y 48 VDC(15 circuitos)	U	1.00	8,000.0	8,000.0
7.4	Cargador Rectificador 380 VAC/110 VDC y Banco de Baterías 110 VDC 100 A-h	U	1.00	18,000.0	18,000.0
7.5	Cargador Rectificador 380 VAC/48 VDC y Banco de Baterías 48 VDC 50 A-h	U	1.00	18,000.0	18,000.0
7.6	Cables de control, cables de baja tensión y accesorios	Glb.	1.00	10,000.0	10,000.0

**ANEXO N° D.2.2: SUBESTACIÓN CHARCANI I 138 kV  
ALTERNATIVA II**

**PROYECTO : ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA LÍNEA EN 138 kV CHARCANI V-YURA O CHARCANI I-YURA**

**PARTE 0 : RESUMEN DE INVERSIONES**

ITEM	DESCRIPCIÓN	COSTO
		US \$
<b>1</b>	<b>Costos Directos</b>	<b>1,207,833.24</b>
1.1	Suministro de Equipos y Materiales	882,498.57
1.2	Montaje Electromecánico	96,959.71
1.3	Obras Civiles	201,900.00
1.4	Transporte de Equipos y Materiales	26,474.96
	<b>TOTAL</b>	<b>1,207,833.24</b>

**PARTE I : SUMINISTRO Y TRANSPORTE DE EQUIPOS Y MATERIALES**

ITEM. N°	DESCRIPCIÓN	METRADO		C O S T O - U S \$	
		Unid.	Cant.	Unitario	Total
<b>A</b>	<b>SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES</b>				<b>882,498.6</b>
<b>1.0</b>	<b>CELDA DE LINEA 138 kV</b>				<b>637,200.0</b>
1.1	Bahía híbrida compacta para línea; 800 A; 145 kV;; 31,5 kA ;750/550 kV-BIL. (Externo/Interno); configuración <b>simple barra</b> , conformado por; transformador de corriente, interruptor, seccionador de barra y de línea	u	3	165,000.0	495,000.0
1.2	Transformador de Tensión 138:V3/0,1:V3/0,1:V3 kV, 2x30 VA, cl 3P+0,2, 750 kV-BIL incluye estructura soporte	u	9	12,000.0	108,000.0
1.3	Pararrayos de Ozon 120 kV, 10 kA, clase estación, 2600 msnm, contador de descargas.	u	9	3,800.0	34,200.0
<b>2.0</b>	<b>CONTROL, PROTECCIÓN Y MEDICIÓN</b>				<b>90,000.0</b>
2.1	<b>Tablero de Control, Protección y Medición para Bahía 138 kV conformado por:</b> Tablero de control protección y mando -Relé de Protección de distancia 21 -Relé Multifunción Controlador de Bahía con funciones de protección (50/51;50/51N; 67/67N;46,79), control y monitoreo (Apertura, cierre y visualización del estado de la bahía) y funciones de medición. -Medidor Electrónico multifunción clase 0,2 -Bornera de Pruebas -Panel de Alarmas -Gabinete Metálico	Cjto Cjt U U U U U U	3 3 2 2 1 1 1 2	30,000.0	90,000.0
<b>3.0</b>	<b>SERVICIOS AUXILIARES</b>				<b>62,000.0</b>
3.1	Tablero de Servicios Auxiliares 380/220 VAC, con 25 circuitos	U	1.00	8,000.0	8,000.0
3.2	Tablero de Servicios Auxiliares 110 VDC(15 circuitos) y 48 VDC(15 circuitos)	U	1.00	8,000.0	8,000.0
3.3	Cargador Rectificador 380 VAC/110 VDC y Banco de Baterías 110 VDC 100 A-h	U	1.00	18,000.0	18,000.0
3.4	Cargador Rectificador 380 VAC/48 VDC y Banco de Baterías 48 VDC 50 A-h	U	1.00	18,000.0	18,000.0
3.5	Cables de control, cables de baja tensión y accesorios	Glb.	1.00	10,000.0	10,000.0
<b>4.0</b>	<b>RED DE TIERRA PROFUNDA Y SUPERFICIAL</b>				<b>7,798.6</b>
4.1	<b>Red de Tierra Profunda</b> Conductor de Cobre 95 mm² Moldes para soldadura cadweld en cruz y T Conexiones por soldadura Caja de registro, varillas de coperweld y conectores Insumos para tratamiento del suelo	m Cjto. Glb. Glb. Glb.	800.00 1.00 1.00 1.00 1.00	3.0 510.0 700.0 800.0 1,500.0	2,388.6 510.0 700.0 800.0 1,500.0
4.2	<b>Red de Tierra Superficial</b> Conductor de Cobre 70 mm² Conectores y terminales	m Glb.	200.00 1.00	2.0 1,500.0	400.0 1,500.0
<b>5.0</b>	<b>PÓRTICOS Y BARRAS</b>				<b>80,500.0</b>
5.1	Columnas y Vigas	Glb.	1.00	60,000.0	60,000.0
5.2	Torres de Anclaje vestidas para conexión con la LT Existente con la S.E	Glb.	2.00	7,500.0	15,000.0
5.2	Conductores AAAC y conectores	Glb.	1.00	2,000.0	2,000.0
5.3	Aisladores, incluyen dispositivos de fijación	Glb.	1.00	3,500.0	3,500.0
<b>6.0</b>	<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>				<b>5,000.0</b>
6.1	Instalaciones Eléctricas Exteriores	Glb.	1.00	2,000.0	2,000.0
6.2	Instalaciones Eléctricas Interiores	Glb.	1.00	3,000.0	3,000.0
<b>B</b>	<b>TRANSPORTE DE EQUIPOS Y MATERIALES A LA ZONA DEL PROYECTO</b>				<b>26,475.0</b>
	3% DE LOS COSTOS A PRECIOS PRIVADOS			3%	26,475.0
	<b>TOTAL</b>				<b>908,973.53</b>

PARTE III : OBRAS CIVILES

ITEM. Nº	DESCRIPCIÓN	METRADO		C O S T O - U S \$	
		Unid.	Cant.	Unitario	Total
<b>1.0</b>	<b>OBRAS CIVILES GENERALES</b>				<b>10,000.0</b>
	- Oficinas y Almacén del Contratista y Supervisión - Instalaciones Provisionales de Agua, Desague y Electricidad - Cartel de identificación de obra (3.6 x 2.4 m)				
<b>2.0</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>9,500.0</b>
2.1	Movilización y Desmovilización	Cjto.	1	7,000.0	7,000.0
2.2	Obras Provisionales	Cjto.	1	5,000.0	5,000.0
<b>3.0</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>60,000.0</b>
	- Relleno Compactado con Material Propio (Equipo Pesado) - Excavación manual para PAT - Excavación manual terreno con presencia de agua - Excavación manual en terreno rocoso - Relleno compactado manual material propio - Eliminación de material excedente ( d < 1.0 km )				
<b>4.0</b>	<b>CIMENTACION DE EQUIPOS</b>				<b>24,750.0</b>
4.1	Bahía híbrida compacta para línea; 800 A; 145 kV; ; 31,5 kA ;750/550 kV-BIL (Externo/Interno); configuración <b>simple barra</b> , conformado por; transformador de corriente, interruptor, seccionador de barra y de línea	u	3	1,800.0	5,400.0
4.2	Transformador de Tensión 138:V3/0,1:V3/0,1:V3 kV, 2x30 VA, cl 3P+0,2, 750 kV-BIL incluye estructura soporte	u	9	500.0	4,500.0
4.3	Pararrayos de Ozn 120 kV, 10 kA, clase estación, 2600 msnm, contador de descargas.	u	9	250.0	2,250.0
4.4	Bases para pórticos	u	9	1,400.0	12,600.0
<b>5.0</b>	<b>OBRAS DE CONCRETO Y ALBAÑILERÍA</b>				<b>28,600.0</b>
5.10	Cimientos, Sobrecimientos y Zapatas	Glb.	1	1,500.0	1,500.0
5.20	Columnas y Vigas	Glb.	1	3,000.0	3,000.0
5.30	Muros y Peredes	Glb.	1	10,500.0	10,500.0
5.40	Losas, Pisos y Falso Pisos	Glb.	1	7,100.0	7,100.0
5.50	Instalaciones Sanitarias	Glb.	1	1,500.0	1,500.0
5.60	Carpintería y Acabados	Glb.	1	5,000.0	5,000.0
<b>6.0</b>	<b>CANALETAS Y DRENAJE</b>				<b>15,000.0</b>
6.1	Canaletas de cables, incluye tapas y ductos	Glb.	1.00	10,000.0	10,000.0
6.2	Sistema de Drenaje	Glb.	1.00	5,000.0	5,000.0
<b>6.0</b>	<b>CERCO PERIMÉTRICO</b>				<b>52,700.0</b>
6.1	Cerco Perimétrico, incluye puertas y caminos de acceso	ml	200.00	250.0	50,000.0
<b>6.0</b>	<b>OTROS</b>				<b>1,350.0</b>
6.1	Enripiado de patio de llaves	m²	540.00	2.5	1,350.0
<b>TOTAL</b>					<b>201,900.00</b>

**ANEXO N ° D.2.3 : LÍNEA DE TRANSMISIÓN 138 kV CHARCANI I - YURA 20,9 km  
ALTERNATIVA II**

**PROYECTO : ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA LÍNEA EN 138 kV CHARCANI V-YURA O CHARCANI I-YURA  
PARTE 1 : SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	METRADO		Total Unitario	Total
		1			
		Undnid.	Cant.	7=4+5+6	8=7x1
<b>1.00</b>	<b>ESTRUCTURAS</b>				<b>335,395.26</b>
<b>A</b>	<b>Estructuras de Suspensión Tipo "S"</b>				<b>89,668.00</b>
1.01	Torres Tipo S-3	Und	20	2,450.00	49,000.00
1.02	Torres Tipo S+0	Und	5	2,800.00	14,000.00
1.03	Torres Tipo S+3	Und	3	3,100.00	9,300.00
1.04	Pata -1 m	Und	4	70.00	280.00
1.05	Pata +0 m	Und	90	80.00	7,168.00
1.06	Pata +1 m	Und	12	100.00	1,200.00
1.07	Pata +2 m	Und	3	125.00	400.00
1.08	Pata +3 m	Und	3	150.00	480.00
1.09	Stub	Und	112	70.00	7,840.00
<b>A</b>	<b>Estructuras de Angulo-Anclaje Tipo "A"</b>				<b>102,575.34</b>
1.11	Torres Tipo A-3	Und	6	4,396.33	26,377.98
1.12	Torres Tipo A+0	Und	7	4,710.35	32,972.45
1.13	Torres Tipo A+3	Und	6	5,024.38	30,146.28
1.14	Pata -1 m	Und	4	80.00	337.78
1.15	Pata +0 m	Und	61	90.00	5,472.00
1.16	Pata +1 m	Und	8	110.00	895.71
1.17	Pata +2 m	Und	2	135.00	293.14
1.18	Stub	Und	76	80.00	6,080.00
<b>B</b>	<b>Estructuras Terminales-Anclaje Tipo "T"</b>				<b>142,819.90</b>
1.20	Torres Tipo T-6	Und	8	7,500.00	60,000.00
1.21	Torres Tipo T-3	Und	4	8,200.00	32,800.00
1.22	Torres Tipo T+0	Und	4	8,500.00	34,000.00
1.23	Pata -1 m	Und	9	120.00	1,097.14
1.24	Pata +0 m	Und	40	150.00	5,942.86
1.25	Pata +1 m	Und	9	200.00	1,828.57
1.26	Pata +2 m	Und	6	250.00	1,523.81
1.27	Stub	Und	64	87.93	5,627.52
<b>C</b>	<b>Accesorios</b>				<b>332.01</b>
1.28	Placas de señalizaciones y accesorios	Und	63	5.27	332.01
<b>2.00</b>	<b>CONDUCTOR Y ACCESORIOS</b>				<b>218,780.45</b>
2.01	Conductor de Aleación de Aluminio AAAC-200 mm <sup>2</sup>	km	85.59	2,200.00	188,304.60
2.02	Amortiguador Stockbridge para conductor de aluminio de AAAC-200mm <sup>2</sup>	Und	684	18.24	12,476.16
2.03	Varilla de armar preformada simple para conductor de aluminio 200mm <sup>2</sup>	Und	103	18.83	1,939.49
2.04	Manguito de empalme para conductor de AAAC-200mm <sup>2</sup>	Und	42	10.00	420.00
2.05	Manguito de reparación para conductor de AAAC-200mm <sup>2</sup>	Und	21	15.00	315.00
2.06	Esferas de señalización (balizaje)	Und	120	127.12	15,254.40
2.07	Cinta reflectora para esfera de balizaje	Und	60	1.18	70.80
<b>3.00</b>	<b>AISLADORES Y ACCESORIOS</b>				<b>41,277.60</b>
3.01	Aislador Polimérico de 138 kv, herraje casquillo - bola (con anillo equipotencial)	Und	294	140.40	41,277.60
<b>4.00</b>	<b>CABLE DE GUARDA Y ACCESORIOS</b>				<b>26,067.91</b>
4.01	Cable de A"G" tipo EHS 50mm <sup>2</sup> (9,52mmΦ)	km	28.53	762.18	21,745.76
4.02	Amortiguador para cable de guarda AoGo 50 mm <sup>2</sup>	Und	228	13.91	3,171.48
4.03	Manguito de Reparación para AoGo 50 mm <sup>2</sup>	Und	7	5.35	38.16
4.04	Manguito de Empalme para AoGo 50 mm <sup>2</sup>	Und	10	6.42	61.06
4.05	<u>Ensamble de Suspensión para CG en torre</u>	Und	28	11.77	329.56
	Grillete Recto				
	Grapa de suspensión para cable de guarda 50mm <sup>2</sup> EHS				
4.06	<u>Ensamble de Anclaje para CG en torre</u>	Und	19	27.61	524.59
	Grillete Recto x 2und				
	Grapa anclaje tipo compresión con extremo anillo para cable de guarda 50mm <sup>2</sup> EHS x2und				
4.07	<u>Ensamble de Anclaje de Llegada a SS.EE para CG en torre</u>	Und	2	81.00	162.00
	Grillete Recto x4und				
	Grapa anclaje tipo compresión con extremo anillo para cable de guarda 50mm <sup>2</sup> EHS x 3und				
	Yugo Triangular				
4.08	<u>Ensamble de Suspensión a la llegada de la Cementera Yura</u>	Und	3	11.77	35.31
	Grillete Recto				
	Grapa de suspensión para cable de guarda 50mm <sup>2</sup> EHS				
<b>5.00</b>	<b>PUESTAS A TIERRA Y ACCESORIOS</b>				<b>28,186.95</b>
5.01	Conductor copperweld N° 2 AWG	km	8.99	2,889.00	25,964.75
5.02	Jabalina copperweld 5/8"Φ x 2,4m	Und	126	10.70	1,348.20
5.03	Conector torre-conductor de PT	Und	251	2.14	536.31
5.04	Conector de doble vía para conexión con jabalina de 16mmΦ	Und	126	2.68	337.68
<b>6.00</b>	<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN</b>				<b>22,865.46</b>
6.01	Pararrayos de cubierta de silicona 120kV, 10kA Clase 2 y accesorios de conexión	Und	6	3,810.91	22,865.46
<b>7.00</b>	<b>EQUIPOS DE OPERACION</b>				<b>12,310.00</b>
<b>SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES</b>					<b>684,883.63</b>

## SECCIÓN 2

## MONTAJE ELECTROMECÁNICO Y OBRAS CIVILES

ITEM		Und.	Metrado Cantidad (1)	COSTO PARCIAL (US \$)	COSTO TOTAL (US \$)
<b>1.00</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>32,138.28</b>
1.01	Definición de Ruta y Levantamiento Topográfico				29,638.28
1.01.01	Definición de Ruta y Levantamiento Topográfico	km	27.70	380.63	10,543.45
1.01.02	Supervisión e Inspección del Instituto Nacional de Cultura INC	Gbl	1	5,000.00	5,000.00
1.01.03	Supervisión e Inspección Ambiental	Gbl	1	8,000.00	8,000.00
1.01.04	Replanteo Topográfico	km	27.70	220.03	6,094.83
1.03	Estudio Geológico y Geotécnico	Pto	5.00	500.00	2,500.00
<b>2.00</b>	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>91,357.47</b>
2.01	Campamentos				72,120.00
2,01,01	Instalación de Campamento y Almacén en Ciudad	Und	2	17,560.00	35,120.00
2,01,02	Mantenimiento y Operación de Campamento y Almacén	Und	2	18,500.00	37,000.00
2.02	Caminos				19,237.47
2,02,01	Camino de acceso en terreno plano	km	2.0	1,716.01	3,432.01
2,02,01	Camino de acceso en terreno ondulado	km	2.0	2,016.12	4,032.24
2,02,01	Camino de acceso en terreno accidentado	km	3.0	2,225.98	6,677.95
2,02,01	Limpieza de acceso existente	km	1.0	394.95	394.95
2,02,01	Camino de herradura (plano a ondulado)	km	2.0	854.60	1,709.21
2,02,01	Camino de herradura (muy accidentado)	km	2.0	1,495.56	2,991.11
<b>3.00</b>	<b>INSTALACIÓN DE TORRES METÁLICAS Y ACCESORIOS</b>				<b>87,362.08</b>
3.01	Montaje estructuras metálicas tipo S-3	Und	20	897.56	17,951.25
3.02	Montaje estructuras metálicas tipo S+0	Und	5	1,096.88	5,484.42
3.03	Montaje estructuras metálicas tipo S+3	Und	3	1,263.04	3,789.12
3.04	Montaje estructuras metálicas tipo A-3	Und	6	1,441.33	8,647.96
3.05	Montaje estructuras metálicas tipo A+0	Und	7	1,715.59	12,009.16
3.06	Montaje estructuras metálicas tipo A+3	Und	6	2,102.37	12,614.21
3.07	Montaje estructuras metálicas tipo T-6	Und	8	1,339.46	10,715.66
3.08	Montaje estructuras metálicas tipo T-3	Und	4	1,737.49	6,949.95
3.09	Montaje estructuras metálicas tipo T+0	Und	4	2,300.09	9,200.35
<b>4.00</b>	<b>MONTAJE DE AISLADORES Y ACCESORIOS</b>				<b>1,067.95</b>
4.01	Ensamble de Cadena de Aisladores tipo Suspensión	Cjto	28	10.85	303.80
4.02	Ensamble de Cadena de Aisladores tipo Anclaje	Cjto	35	20.05	701.75
4.03	Instalación de Contrapeso	Und	16	3.90	62.40
<b>5.00</b>	<b>MONTAJE DE CONDUCTOR</b>				<b>120,347.51</b>
5,01,02	Conductor aleación de aluminio de 200mm2	km	85.59	1,389.98	118,972.67
5,01,02	Instalación de Amortiguador para Conductor	Und	684	2.01	1,374.84
<b>6.00</b>	<b>MONTAJE DE CABLE DE GUARDA</b>				<b>32,024.69</b>
5,02,01	Cable de Guarda de A°G° tipo EHS 50mm <sup>2</sup> (9,52mmΦ)	km	28.53	1,100.00	31,384.10
5,02,02	Instalación de Amortiguador para Cable de Guarda	Und	228	2.01	458.28
5,02,03	Ensamble de Suspensión para Cable de Guarda	Und	28	3.84	107.64
5,02,04	Ensamble de Anclaje para Cable de Guarda	Und	21	3.56	74.68
<b>7.00</b>	<b>INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA</b>				<b>43,502.89</b>
7.01	Instalación de Conductor copperweld N° 2 AWG (Incluye zanja)	km	8.99	3,338.44	30,004.05
7.02	Instalación de Jabalina copperweld	Und	126	19.93	2,510.65
7.03	Medición de Resistividad y Resistencia de Puesta a Tierra	Und	63	18.39	1,158.57
7.04	Tierra negra vegetal cernida y compactada (m3)	m3	590	12.84	7,578.63
7.05	Bentonita sódica (saco de 30kg)	saco	189	7.49	1,415.61
7.06	Sal común (90 kg)	saco	126	6.42	808.92
7.07	Carbón Vegetal (3 sacos de 50 kilos )	Cjt	126	0.21	26.46
<b>8.00</b>	<b>EQUIPOS DE PROTECCIÓN</b>				<b>120.30</b>
8.01	Pararrayos tipo suspensión y accesorios de conexión	Und	6	20.05	120.30
<b>9.00</b>	<b>EXCAVACIÓN Y CIMENTACIONES DE TORRES METALICAS</b>				<b>211,940.00</b>
9.01	Cimentación para Torres Tipo S (Incluye excavación manual, eliminación de material excedente, rellenos, solados, y estructuras metálicas)		28	2,385.00	<b>66,780.00</b>
9.02	Cimentación para Torres Tipo A (Incluye excavación manual, eliminación de material excedente, rellenos, solados, estructuras metálicas, encofrados, concretos, aceros de refuerzo, etc )		19	3,320.00	<b>63,080.00</b>
9.03	Cimentación para Torres Tipo T (Incluye excavación manual, eliminación de material excedente, rellenos, solados, estructuras metálicas, encofrados, concretos, aceros de refuerzo, etc )		16	5,130.00	<b>82,080.00</b>
<b>10.00</b>	<b>PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO</b>				<b>25,000.00</b>
10.01	Prueba y puesta en servicio	Glb	1	5,000.00	5,000.00
10.02	Expedientes técnicos final conforme a obra (01 original + 02 copias)	Gbl	1	5,000.00	5,000.00
10.03	Operación experimental	Gbl	1	15,000.00	15,000.00
<b>MONTAJE ELECTROMECÁNICO Y OBRAS CIVILES</b>				<b>US \$</b>	<b>644,861.16</b>
<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>					<b>1,329,744.79</b>
<b>TOTAL DE COSTOS SIN IGTV</b>					
Costo en US\$ por kilometro (sin I.G.V.)					<b>48005.23</b>

Nota:

- 1.- El transporte esta considerado dentro del montaje de las estructuras
- 2.- Los suministros son puestos en almacenes de la obra

PARTE II : MONTAJE ELECTROMECAÁNICO

ITEM. Nº	DESCRIPCIÓN	METRADO		C O S T O - U S \$	
		Unid.	Cant.	Unitario	Total
<b>1.0</b>	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>				<b>8,300.0</b>
1.1	Movilización y Desmovilización	Cjto.	1	6,200.0	6,200.0
1.2	Obras Provisionales	Cjto.	1	2,100.0	2,100.0
<b>2.0</b>	<b>MONTAJE DE EQUIPOS PRINCIPALES</b>				<b>20,670.0</b>
	<b>Equipos en 138 kV</b>				
2.1	Bahía híbrida compacta para línea; 800 A; 145 kV; ; 31,5 kA ;750/550 kV-BIL (Externo/Interno); configuración <b>simple barra</b> , conformado por; transformador de corriente, interruptor, seccionador de barra y de línea	u	3	3,800.0	11,400.0
2.2	Transformador de Tensión 138:V3/0,1:V3/0,1:V3 kV, 2x30 VA, cl 3P+0,2, 750 kV-BIL incluye estructura soporte	u	9	600.0	5,400.0
2.3	Pararrayos de Ozñ 120 kV, 10 kA, clase estación, 2600 msnm, contador de descargas.	u	9	350.0	3,150.0
2.4	Trampa de Onda 0,2mH; 800A	u	2	360.0	720.0
<b>3.0</b>	<b>CONTROL, PROTECCIÓN Y MEDICIÓN</b>				<b>12,000.0</b>
3.1	Tablero de Control, Protección y Medición para Bahía 138 kV	Glb.	3	3,000.0	9,000.0
3.2	Conexión y tendido de cables de energía y cables de Control	Glb.	1	3,000.0	3,000.0
<b>4.0</b>	<b>SERVICIOS AUXILIARES</b>				<b>4,800.0</b>
4.1	Tablero de Servicios Auxiliares 380/220 VAC, con 15 circuitos	U	1.00	1,200.0	1,200.0
4.2	Tablero de Servicios Auxiliares 110 VDC(10 circuitos)	U	1.00	1,200.0	1,200.0
4.3	Cargador Rectificador 380 VAC/110 VDC y Banco de Baterías 110 VDC 100 A-h	U	1.00	900.0	900.0
4.4	Cables de control, cables de baja tensión y accesorios	Glb.	1.00	1,500.0	1,500.0
<b>5.0</b>	<b>RED DE TIERRA PROFUNDA Y SUPERFICIAL</b>				<b>3,839.7</b>
5.1	Red de Tierra Profunda	Glb.	1.00	1,559.7	1,559.7
5.2	Red de Tierra Superficial	Glb.	1.00	2,280.0	2,280.0
<b>6.0</b>	<b>PÓRTICOS Y BARRAS</b>				<b>9,650.0</b>
6.1	Pórticos y Vigas	Glb.	1.00	3,000.0	3,000.0
6.2	Torres de interconexión	Glb.	1.00	5,000.0	5,000.0
6.3	Conductores AAAC y conectores	Glb.	1.00	600.0	600.0
6.4	Aisladores, incluyen dispositivos de fijación	Glb.	1.00	1,050.0	1,050.0
<b>7.0</b>	<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>				<b>2,700.0</b>
7.1	Instalaciones Eléctricas Exteriores	Glb.	1.00	1,800.0	1,800.0
7.2	Instalaciones Eléctricas Interiores	Glb.	1.00	900.0	900.0
<b>8.0</b>	<b>INGENIERÍA DE DETALLE (incluye la Ing. de las obras Civiles)</b>	Glb.	1	20,000.0	<b>20,000.0</b>
<b>9.0</b>	<b>ESTUDIO DE LA COORDINACIÓN DE LA PROTECCIÓN</b>	Glb.	1	7,000.0	<b>7,000.0</b>
<b>10.0</b>	<b>PRUEBAS DE PUESTA EN SERVICIO</b>	Glb.	1	8,000.0	<b>8,000.0</b>
<b>TOTAL</b>					<b>96,959.71</b>

## ANEXO E: Evaluación Económica

**ANEXO E.1  
EVALUACIÓN ECONÓMICA  
SUMINISTRO ELÉCTRICO DE LARGO PLAZO EN 138 KV A CEMENTO YURA EN 138 KV**

ALTERNATIVA I: LÍNEA CHARCANI V - YURA - 138KV Y SUBESTACIONES  
ALTERNATIVA II: LÍNEA CHARCANI I - YURA - 138KV Y SUBESTACIONES

Años	DEMANDA DE POTENCIA Y ENERGÍA CEMENTO YURA				COSTOS DE SUMINISTRO A YURA UTILIZANDO LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE REPOTECIADA MAS IMPLEMENTACIÓN DE CENTRAL TÉRMICA PARA CUBRIR EL DEFICIT (mil US \$)									ALTERNATIVA I: LINEA CHARCANI V - YURA - 138KV Y SUBESTACIONES										ALTERNATIVA II: LINEA CHARCANI I - YURA - 138KV Y SUBESTACIONES															
	Pot. Punta (MW)	Energ. HP (MWh-año)	Energ. HFP (MWh-año)	Energ. Total (MWh-año)	SUMINISTRO EXISTENTE EN 33 KV (24 MW)				GENERACIÓN TÉRMICA					COSTOS (mil US \$)					BENEFICIOS (mil US \$)					COSTOS (mil US \$)					BENEFICIOS (mil US \$)										
					Compra Energ.	Pot. (8)	Energ. (8)	Perd. Energ. LT y Traf. (8)	Total Costos (9)	Inversiones (2)	Costo de Operación (3)	Costo Mantenim. (3)	Total Costos (2)	Total Costos (mil US \$) (2)	Inversiones (5)	CO y M S.E. y L.T. (6)	Compra Energ. (7)	Pot. (8)	Energ. (8)	Perd. Energ. LT y Traf. (8)	Total Costos (9)	Venta de Energía (10)	Depreciación Escudo Tributario (10)	Ahorro respecto a CT OFF (10)	Beneficios Netos (11)	Inversiones (5)	CO y M S.E. y L.T. (6)	Compra Energ. (7)	Pot. (8)	Energ. (8)	Perd. Energ. LT y Traf. (8)	Total Costos (9)	Venta de Energía (10)	Depreciación Escudo Tributario (10)	Ahorro respecto a CT OFF (10)	Beneficios Netos (11)			
0 2008	24.3	30,999	117,794	148,793	6,728	9.20%	7.45%	501	7,230	0	0	0	0	7,230	(a)	6,816	204	6,899	0.89%	0.61%	49	7,153	7,477	91	77	492	-6,816	(a)	7,500	225	7,389	0.73%	0.50%	43	7,657	7,617	100	-427	-367
1 2009	24.3	30,999	117,794	148,793	6,728	9.20%	7.45%	501	7,230	0	0	0	0	7,230			204	6,899	0.91%	0.62%	50	7,154	7,477	91	76	490			225	7,389	0.74%	0.51%	44	7,658	7,617	100	-428	-369	
2 2010	25.9	33,145	125,950	159,095	6,728	9.20%	7.45%	501	7,230	1,750	1,951	124	3,825	11,054			204	7,377	0.92%	0.63%	55	7,636	7,995	91	3,419	3,869			225	7,900	0.75%	0.52%	48	8,173	8,144	100	2,881	2,953	
3 2011	26.7	34,154	129,785	163,939	6,728	9.20%	7.45%	501	7,230	0	2,869	182	3,050	10,280			204	7,601	0.94%	0.64%	57	7,863	8,238	91	2,417	2,883			225	8,141	0.76%	0.53%	50	8,416	8,392	100	1,864	1,941	
4 2012	28.1	35,840	136,193	172,033	6,728	9.20%	7.45%	501	7,230	0	4,402	279	4,681	11,910			204	7,977	0.95%	0.65%	61	8,242	8,645	91	3,668	4,162			225	8,543	0.78%	0.53%	53	8,821	8,806	100	3,089	3,175	
5 2013	30.8	39,353	149,543	188,896	6,728	9.20%	7.45%	501	7,230	1,750	7,596	1,342	10,688	17,918			204	8,759	1.04%	0.72%	73	9,037	9,493	91	8,881	9,428			225	9,380	0.85%	0.60%	65	9,670	9,670	100	8,248	8,348	
6 2014	30.8	39,353	149,543	188,896	6,728	9.20%	7.45%	501	7,230	0	7,596	481	8,077	15,307			204	8,759	1.14%	0.78%	80	9,044	9,493	91	6,263	6,803			225	9,380	0.93%	0.67%	72	9,677	9,670	100	5,630	5,723	
7 2015	33.7	43,045	163,572	206,618	6,728	9.20%	7.45%	501	7,230	0	10,952	694	11,646	18,876			204	9,580	1.25%	0.86%	96	9,881	10,383	91	8,994	9,588			225	10,260	1.02%	0.75%	87	10,572	10,577	100	8,304	8,409	
8 2016	38.6	49,254	187,165	236,419	6,728	9.20%	7.45%	501	7,230	1,750	16,597	1,769	20,116	27,345			204	10,962	1.37%	0.94%	121	11,287	11,881	91	16,058	16,742			225	11,740	1.11%	0.84%	110	12,075	12,102	100	15,270	15,397	
9 2017	41.3	52,767	200,515	253,282	6,728	9.20%	7.45%	501	7,230	1,050	19,790	2,115	22,955	30,185			204	11,744	1.50%	1.03%	142	12,090	12,728	91	18,095	18,824			225	12,578	1.22%	0.84%	123	12,925	12,965	100	17,260	17,400	
10 2018	42.0	53,655	203,889	257,544	6,728	9.20%	7.45%	501	7,230	0	20,598	1,305	21,903	29,132			204	11,942	1.55%	1.06%	149	12,295	12,942	91	16,837	17,576			225	12,789	1.26%	0.87%	130	13,144	13,184	100	15,988	16,128	
11 2019	45.0	57,488	218,453	275,940	6,728	9.20%	7.45%	501	7,230	0	24,082	2,243	26,325	33,555			204	12,795	1.60%	1.10%	165	13,164	13,867	91	20,391	21,185			225	13,703	1.31%	0.91%	145	14,073	14,125	100	19,482	19,635	
12 2020	45.0	57,488	218,453	275,940	6,728	9.20%	7.45%	501	7,230	0	24,082	2,674	26,756	33,985			204	12,795	1.65%	1.13%	170	13,169	13,867	91	20,816	21,605			225	13,703	1.35%	0.96%	151	14,079	14,125	100	19,907	20,054	
13 2021	48.0	61,320	233,016	294,336	6,728	9.20%	7.45%	501	7,230	3,850	27,566	1,747	33,163	40,392			204	13,648	1.70%	1.17%	187	14,039	14,791	91	26,353	27,196			225	14,616	1.40%	1.00%	168	15,009	15,067	100	25,383	25,542	
14 2022	48.0	61,320	233,016	294,336	6,728	9.20%	7.45%	501	7,230	0	27,566	1,747	29,313	36,542			204	13,648	1.76%	1.21%	193	14,045	14,791	91	22,497	23,334			225	14,616	1.45%	1.00%	170	15,012	15,067	100	21,531	21,687	
15 2023	48.0	61,320	233,016	294,336	6,728	9.20%	7.45%	501	7,230	0	27,566	2,464	30,030	37,260			204	13,648	1.76%	1.21%	193	14,045	14,791	91	23,215	24,052			225	14,616	1.45%	1.00%	170	15,012	15,067	100	22,248	22,404	
16 2024	48.0	61,320	233,016	294,336	6,728	9.20%	7.45%	501	7,230	1,750	27,566	3,756	33,072	40,301			204	13,648	1.76%	1.21%	193	14,045	14,791	91	26,256	27,093			225	14,616	1.45%	1.00%	170	15,012	15,067	100	25,290	25,446	
17 2025	48.0	61,320	233,016	294,336	6,728	9.20%	7.45%	501	7,230	0	27,566	1,747	29,313	36,542			204	13,648	1.76%	1.21%	193	14,045	14,791	91	22,497	23,334			225	14,616	1.45%	1.00%	170	15,012	15,067	100	21,531	21,687	
18 2026	48.0	61,320	233,016	294,336	6,728	9.20%	7.45%	501	7,230	0	27,566	1,747	29,313	36,542			204	13,648	1.76%	1.21%	193	14,045	14,791	91	22,497	23,334			225	14,616	1.45%	1.00%	170	15,012	15,067	100	21,531	21,687	
19 2027	48.0	61,320	233,016	294,336	6,728	9.20%	7.45%	501	7,230	0	27,566	1,747	29,313	36,542			204	13,648	1.76%	1.21%	193	14,045	14,791	91	22,497	23,334			225	14,616	1.45%	1.00%	170	15,012	15,067	100	21,531	21,687	
20 2028	48.0	61,320	233,016	294,336	6,728	9.20%	7.45%	501	7,230	-5,180	27,566	1,890	24,276	31,506	(b)	-2,272	204	13,648	1.76%	1.21%	193	11,773	14,791	91	19,733	22,842	(b)	-2,500	225	14,616	1.45%	1.00%	170	12,512	15,067	100	18,994	21,650	

**Variables Importantes**

- (1) Proyección de la Demanda Máxima de Yura
- (2) Proyección de la demanda de energía en horas de punta (en MWh-año)
- (3) Proyección de la demanda de energía en horas fuera de punta (en MWh-año)
- (4) Proyección de la demanda de energía total (en MWh-año) a un factor de carga de: 0.7
- (5) Inversiones con IGTV
  - (a) Total de Inversiones
    - Alternativa I (Ver anexo D) 6,816 mil US\$
    - Alternativa II (Ver anexo D) 7,500 mil US\$
  - (b) Depreciación de las instalaciones en forma lineal para un tiempo de vida de 30 años
- (6) Costos de operación y mantenimiento en las subestaciones y la línea-138KV : 3.0% de la inversión (Reconocidos para los SST por OSINERG-GART)
- (7) Compra de energía en 138 KV : con IGTV
  - Compra en la Barra de Santuario 138 KV (Alternativa I):
    - (A1) PPB= 28.93 \$/kW-mes, PEBP= 10.10 c\$/kWh, PEBF= 9.22 c\$/kWh
    - Compra en la Barra de Charcani I 138 KV (Alternativa II):
      - (A2) PPB= 29.89 \$/kW-mes, PEBP= 11.00 c\$/kWh, PEBF= 10.10 c\$/kWh
      - Costo de compra en 33 KV de Charcani I Promedio: 14.7 c\$/kWh
- (8) Pérdidas de potencia y energía en la línea de transmisión y el transformador de potencia, obtenidas del análisis de flujo de carga
- (9) Total de Costos (Sumatoria de los costos involucrados en cada Alternativa : (5)+(6)+(7)+(8))
- (10) Venta de energía en Barras de MT y AT de la S.E. Yura, calculado con peajes a precio regulado con IGTV
  - Venta en la Barra de Yura 33 y 6 KV (Alternativa I):
    - (A1) PPB= 29.89 \$/kW-mes, PEBP= 11.20 c\$/kWh, PEBF= 10.29 c\$/kWh
    - Venta en la Barra de Yura 33 y 6 KV (Alternativa II):
      - (A2) PPB= 30.39 \$/kW-mes, PEBP= 11.42 c\$/kWh, PEBF= 10.50 c\$/kWh

**(11) Beneficios Netos Totales : (10)-(9)**

- Notas : T.C = 3.25 \$/ \$; Según la Superintendencia de Banca y Seguros -15/08/2003
- Horas de Punta (HP) 5 horas 18-21h
- Horas de Fuera Punta (HFP) 19 horas Complemento de las HP
- Cargo por potencia Contratada (CPC)
- Energía Activa (EA)

**RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN ECONÓMICA**

Descripción	Alternativa I	Alternativa II
Tasa de descuento	12%	12%
Valor Actual Neto (VAN)	66,037 Mil US \$	56,788 Mil US \$
Tasa Interna de Retorno (TIR)	47%	39%
Relación Beneficio Costo (B/C)	10.69	8.57
Tiempo de Repago	3.90 años	4.90 años
Precio Equivalente de Energía y potencia	1.50 ctv \$/kWh	1.60 ctv \$/kWh

**COSTO MARGINAL PARA CUBRIR LA DEMANDA DE YURA HASTA EL 2028**

Descripción	Alternativa I	Alternativa II
Inversiones al Año Inicial - Mil US \$	6,815.88	7,499.52
Valor Actual Neto de Compra de Energía -Mil US \$	70,193.99	75,176.45
Valor Actual Neto Pérdidas Mil US \$	720.41	634.87
Valor Actual Neto Recupero de Inversiones Mil US \$	-2,028.54	-2,232.00
Total de Costos	75,071.75	81,078.83
Comparación	100%	107%
Costo Marginal de Energía c US \$/kWh	1.60	1.71

**ANEXO Nº E.2**  
**DETERMINACION DE LOS COSTOS CON SUMINISTROS TERMICO**

DESCRIPCIÓN	2,008	2,009	2,010	2,011	2,012	2,013	2,014	2,015	2,016	2,017	2,018	2,019	2,020	2,021	2,022	2,023	2,024	2,025	2,026	2,027	2,028	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<b>A Inversiones en Grupos Nuevos por crecimiento de la demand</b>																						
<b>1 Despacho Central Termica kW (1,1-1,2]</b>		0	0	1,680	2,470	3,790	6,540	6,540	9,430	14,290	17,040	17,735	20,735	20,735	23,735	23,735	23,735	23,735	23,735	23,735	23,735	23,735
1.1 Demanda de Yura (MW)		24	24	26	27	28	31	31	34	39	41	42	45	48	48	48	48	48	48	48	48	48
1.2 Suministro de LT 33 kV Cahrcani I-Yura (MW)		24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
<b>2 Costo por Compra de Grupos Nuevos-Mil-US \$</b>		0	0	1,750	0	0	1,750	0	0	1,750	1,050	0	0	0	3,850	0	0	1,750	0	0	0	0
1.2 Despacho Grupos Existente																						
GRUPO 01 (1000 KW)		1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	INOP							
2.1 Despacho de Grupos a Instalar por crecimiento de la demanda																						
GRUPO 02 (5000KW)				5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	INOP							
GRUPO 03 (5000 KW)							5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
GRUPO 04 (5000 KW)										5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
GRUPO 05 (5000 KW)											3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
GRUPO 06 (3000 KW)															5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
2.2 Grupos Nuevos por reemplazo de existentes																						
GRUPO 07 (1000 KW) (Reemplazo de GRUPO 01 )															1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	
GRUPO 08 (1000 KW) (Reemplazo de GRUPO 02)															5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	
GRUPO 09 (1000 KW) (Reemplazo de GRUPO 03)																	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
GRUPO 10 (1000 KW) (Reemplazo de GRUPO 04 )																		5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
2.3 Potencia Instalada de la Central Térmica		1,000	1,000	6,000	6,000	6,000	11,000	11,000	11,000	16,000	19,000	19,000	19,000	19,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000	24,000
<b>2.4 Inversiones por compra de grupo ; Mil-US \$</b>		0	0	1,750	0	0	1,750	0	0	1,750	1,050	0	0	0	3,850	0	0	1,750	0	0	0	0
<b>B Costos de Operación y Mantenimientc</b>																						
<b>1 Energía MWh-año</b>																						
Energía Total a Cubrir la Central Térmica		0	0	10,302	15,146	23,240	40,103	40,103	57,825	87,626	104,489	108,751	127,147	127,147	145,543	145,543	145,543	145,543	145,543	145,543	145,543	145,543
<b>2 Costos de Operación</b>		0	0	1,951	2,869	4,402	7,596	7,596	10,952	16,597	19,790	20,598	24,082	24,082	27,566	27,566	27,566	27,566	27,566	27,566	27,566	27,566
2.1 Costos de combustible																						
Nº de galones de petroleo (Miles de galones)		0	0	763	1,122	1,722	2,971	2,971	4,283	6,491	7,740	8,056	9,418	9,418	10,781	10,781	10,781	10,781	10,781	10,781	10,781	10,781
Costo del Cobustible Mil US \$		0	0	1,951	2,869	4,402	7,596	7,596	10,952	16,597	19,790	20,598	24,082	24,082	27,566	27,566	27,566	27,566	27,566	27,566	27,566	27,566
<b>3 Costos de Mantenimientc</b>		0	0	124	182	279	1,342	481	694	1,769	2,115	1,305	2,243	2,674	1,747	1,747	2,464	3,756	1,747	1,747	1,747	1,890
3.1 Costos en lubricante, operación y mantenimiento		0	0	124	182	279	481	481	694	1,052	1,254	1,305	1,526	1,526	1,747	1,747	1,747	1,747	1,747	1,747	1,747	1,747
3.2 Costos en Over haul por grupc		0	0	0	0	0	861	0	0	718	861	0	718	1,148	0	0	718	2,009	0	0	144	144
GRUPO 01 (1000 KW)							144				144				inop.							
GRUPO 02 (5000KW)							718				718				inop.							
GRUPO 03 (5000 KW)														718								
GRUPO 04 (5000 KW)																						
GRUPO 05 (5000 KW)														431								
GRUPO 06 (3000 KW)																						
GRUPO 07 (1000 KW) (Reemplazo de GRUPO 01 )																						
GRUPO 08 (1000 KW) (Reemplazo de GRUPO 02)																						
<b>Total-Costos de Operación y Manteniento</b>		0	0	2,075	3,050	4,681	8,938	8,077	11,646	18,366	21,905	21,903	26,325	26,756	29,313	29,313	30,030	31,322	29,313	29,313	29,313	29,456
<b>RESUMEN</b>																						
<b>TOTAL DE COSTOS DE INVERSIÓN - Mil US-\$</b>	0	0	0	1,750	0	0	1,750	0	0	1,750	1,050	0	0	0	3,850	0	0	1,750	0	0	0	0
<b>TOTAL COSTOS DE OPERACIÓN Mil US-\$</b>	0	0	0	1,951	2,869	4,402	7,596	7,596	10,952	16,597	19,790	20,598	24,082	24,082	27,566	27,566	27,566	27,566	27,566	27,566	27,566	27,566
<b>TOTAL COSTOS DE MANTENIMIENTO - Mil US-\$</b>	0	0	0	124	182	279	1,342	481	694	1,769	2,115	1,305	2,243	2,674	1,747	1,747	2,464	3,756	1,747	1,747	1,747	1,890
<b>COSTO TOTAL</b>	0	0	0	3,825	3,050	4,681	10,688	8,077	11,646	20,116	22,955	21,903	26,325	26,756	33,163	29,313	30,030	33,072	29,313	29,313	29,313	29,456
<b>COSTO TOTAL SIN PROYECTO -MIL \$/</b>	0	0	0	12,431	9,914	15,212	34,736	26,250	37,850	65,376	74,605	71,184	85,557	86,956	107,778	95,266	97,598	107,483	95,266	95,266	95,732	95,732

**Variables importantes**

1	Costo de los grupos térmicos instalados	350 \$/kw	
2	Costo en lubricantes operación y mantenimiento	12 \$/MWh	
3	Costo en Over haul para los grupos nuevos se realizará cada 4 años y representa t	41% de las inversiones de cada grupo, en un máximo de dos, luego del cual se reemplaza el grupo (18000 horas de utilización)	
	Eficienci de los grupos	13.5 kwh/gal	
4	Precio de compra de combustible D2, puesto en Camaná	8.31 \$/ gal.petr	6.56
		2.56 \$ / gal.petr	
5	Tasa de cambio	3.25 \$/ US\$	

ANEXO E.3  
TARIFAS ELECTRICAS A USUARIOS ACTUALES  
CÁLCULO DE LAS TÁRIFAS ELÉCTRICAS EN BARRA

1. COMPRA DE ENERGÍA

1.1 Tarifas en barra en subestación base

ORIGEN	Tensión kV	PPB	PEBP	PEBF
		S./kW-mes	cS/kW-h	cS/kW-h
Barra base Santuario 138 kV	138	28.60	9.99	9.12
Negociación con el Generador	138	24.31	8.49	7.75

Actualmente del resultado de la negociación con el generador el precio de compra de energía resulta 85% del precio regulado

PPB : Precio en barra de la Potencia de Punta  
PEBP : Precio en barra de la Energía en horas de Punta  
PEBF : Precio en barra de la Energía en horas fuera de Punta  
Cargos base a julio 2006

2. VENTA DE ENERGÍA A PRECIO REGULADO

2.1 Tarifa en Barras -Alternativa I

ORIGEN	DESTINO	Tensión kV	Longitud km	Transformación		Transporte		Transformación CBPST ctm S./kW-mes	Transporte CBPSL ctm S./kW-mes-km	C MW*km	FPME Acumulado	FPMP Acumulado	CBPSE ctm S./kWh	PPB S/kw-mes	PEBP cS/kw-h	PEBF cS/kw-h
				FPPT	FPET	PPL	PEL									
				% km	% km	% km	% km									
Barra base Santuario 138 kV	Yura 138 kV	138	27.7	1.0000	1.0000	0.0596	0.0481	0	0.0167	1.0	1.0133	1.0165	0.4626	29.072	10.586	9.704
Yura 138 kV	Yura MT	33	0.0	1.0063	1.0052	0	0	0.2218	0	1.0	1.0133	1.0165	0.2218	29.552	10.949	10.055

2.1 Tarifa en Barras -Alternativa II

ORIGEN	DESTINO	Tensión kV	Longitud km	Transformación		Transporte		Transformación CBPST ctm S./kW-mes	Transporte CBPSL ctm S./kW-mes-km	C MW*km	FPME Acumulado	FPMP Acumulado	CBPSE ctm S./kWh	PPB S/kw-mes	PEBP cS/kw-h	PEBF cS/kw-h
				FPPT	FPET	PPL	PEL									
				% km	% km	% km	% km									
Barra base Santuario 138 kV	Charcani I 138 kV	138	10.6	1.0000	1.0000	0.0596	0.0481	0.0000	0.0167	1.0	1.0133	1.0165	0.1770	29.072	10.300	9.419
Charcani I 138 kV	Yura 138 kV	138	20.9	1.0000	1.0000	0.0596	0.0481	0	0.0209	1.0	1.0133	1.0165	0.4368	29.552	10.874	9.981
Yura 138 kV	Yura MT	33	0.0	1.0063	1.0052	0	0	0.2218	0	1.0	1.0133	1.0165	0.2218	30.040	11.241	10.336

2. VENTA DE ENERGÍA A PRECIO NEGOCIADO CON CUALQUIER GENERADOR

2.1 Tarifa en Barras -Alternativa I

ORIGEN	DESTINO	Tensión kV	Longitud km	Transformación		Transporte		Transformación CBPST ctm S./kW-mes	Transporte CBPSL ctm S./kW-mes-km	C MW*km	FPME Acumulado	FPMP Acumulado	CBPSE ctm S./kWh	PPB S/kw-mes	PEBP cS/kw-h	PEBF cS/kw-h
				FPPT	FPET	PPL	PEL									
				% km	% km	% km	% km									
Barra base Santuario 138 kV	Yura 138 kV	138	27.7	1.0000	1.0000	0.0596	0.0481	0	0.0167	1.0	1.0133	1.0165	0.4626	24.711	9.067	8.318
Yura 138 kV	Yura MT	33	0.0	1.0063	1.0052	0	0	0.2218	0	1.0	1.0133	1.0165	0.2218	25.119	9.410	8.651

2.1 Tarifa en Barras -Alternativa II

ORIGEN	DESTINO	Tensión kV	Longitud km	Transformación		Transporte		Transformación CBPST ctm S./kW-mes	Transporte CBPSL ctm S./kW-mes-km	C MW*km	FPME Acumulado	FPMP Acumulado	CBPSE ctm S./kWh	PPB S/kw-mes	PEBP cS/kw-h	PEBF cS/kw-h
				FPPT	FPET	PPL	PEL									
				% km	% km	% km	% km									
Barra base Santuario 138 kV	Charcani I 138 kV	138	10.6	1.0000	1.0000	0.0596	0.0481	0.0000	0.0167	1.0	1.0133	1.0165	0.1770	24.711	8.782	8.032
Charcani I 138 kV	Yura 138 kV	138	20.9	1.0000	1.0000	0.0596	0.0481	0	0.0167	1.0	1.0133	1.0165	0.3490	25.119	9.248	8.488
Yura 138 kV	Yura MT	33	0.0	1.0063	1.0052	0	0	0.2218	0	1.0	1.0133	1.0165	0.2218	25.534	9.593	8.823

FPPT : Factor de pérdidas marginales de Potencia por Transformación  
FPET : Factor de pérdidas marginales de Energía por Transformación  
PPL : Pérdidas marginales de Potencia  
PEL : Pérdidas marginales de Energía

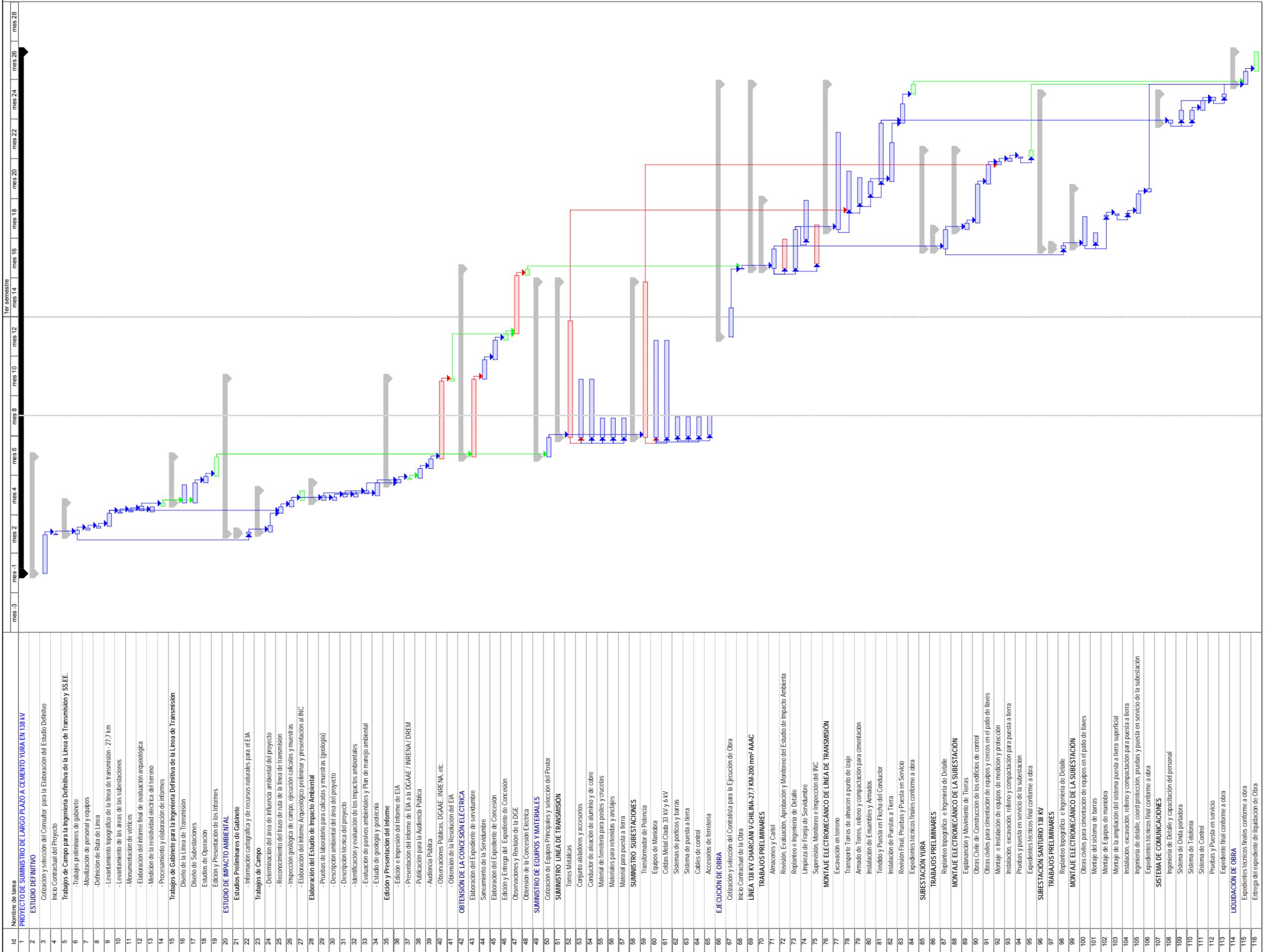
CBPST : Cargo por Peaje Secundario por Transformación  
CBPSL : Cargo por Peaje Secundario por Transporte

Según Superintendencia de Banca y seguros; a julio del 2006; tipo de Cambio :  
Todos los precios en Barra son sin considerar IG

3.3 S. / US\$

## ANEXO F: Cronograma de Ejecución de Obra

**PROYECTO DE SUMINISTRO DE LARGO PLAZO A CEMENTO YURA EN 138 kV**



Nombre de tarea	mes-3	mes-2	mes-1	mes 2	mes 4	mes 6	mes 8	mes 10	mes 12	mes 14	mes 16	mes 18	mes 20	mes 22	mes 24	mes 26	mes 28	
1	<b>PROYECTO DE SUMINISTRO DE LARGO PLAZO A CEMENTO YURA EN 138 kV</b>																	
2	<b>ESTUDIO DEFINITIVO</b>																	
3	Cotización y selección del Consultor para la Elaboración del Estudio Definitivo																	
4	Inicio Contractual del Proyecto																	
5	<b>Trabajos de Campo para la Ingeniería Definitiva de la Línea de Transmisión y SS.EE.</b>																	
6	-Trabajos preliminares de gabinete																	
7	-Movilización de personal y equipos																	
8	-Definición de Ruta de Línea																	
9	- Levantamiento topográfico de la línea de transmisión -27.7 km																	
10	- Levantamiento de las áreas de las subestaciones																	
11	- Monumentación de vértices																	
12	-Elaboración del informe final de evaluación arqueológica																	
13	- Medición de la resistividad eléctrica del terreno																	
14	- Procesamiento y elaboración de informes																	
15	<b>Trabajos de Gabinete para la Ingeniería Definitiva de la Línea de Transmisión</b>																	
16	Diseño de la Línea de Transmisión																	
17	Diseño de Subestaciones																	
18	Estudios de Operación																	
19	Edición y Presentación de los Informes																	
20	<b>ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL</b>																	
21	<b>Estudios Preliminares de Gabinete</b>																	
22	- Información cartográfica y de recursos naturales para el EIA																	
23	<b>Trabajos de Campo</b>																	
24	- Determinación del área de influencia ambiental del proyecto																	
25	- Reconocimiento del trazo de ruta de la línea de transmisión																	
26	- Inspección geológica de campo, ejecución calicatas y muestras																	
27	- Elaboración del Informe Arqueológico preliminar y presentación al INC																	
28	<b>Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental</b>																	
29	- Pruebas de laboratorio para calicatas y muestras (geología)																	
30	- Descripción ambiental del área del proyecto																	
31	- Descripción técnica del proyecto																	
32	- Identificación y evaluación de los impactos ambientales																	
33	- Evaluación de pastos ambientales y Plan de manejo ambiental																	
34	- Estudio de geología y geotécnica																	
35	<b>Edición y Presentación del Informe</b>																	
36	- Edición e Impresión del Informe de EIA																	
37	- Presentación del informe de EIA a la DGAEE / INRENA/ DREM																	
38	- Publicación para la Audiencia Pública																	
39	- Audiencia Pública																	
40	- Observaciones Públicas, DGAEE, INRENA, etc.																	
41	- Obtención de la Resolución del EIA																	
42	<b>OBTENCIÓN DE LA CONCESIÓN ELÉCTRICA</b>																	
43	Elaboración del Expediente de Concesión																	
44	Saneariamiento de la Servidumbre																	
45	Elaboración del Expediente de Concesión																	
46	Edición y Entrega del Expediente de Concesión																	
47	Observaciones y Revisión de la DGE																	
48	Obtención de la Concesión Eléctrica																	
49	<b>SUMINISTRO DE EQUIPOS Y MATERIALES</b>																	
50	Cotización de Equipos Principales y selección del Postor																	
51	<b>SUMINISTRO LINEA DE TRANSMISIÓN</b>																	
52	Torres Metálicas																	
53	Conjunto abalorios y accesorios																	
54	Conductor de aleación de aluminio y de cobre																	
55	Material de ferretería para postes y cruzetas																	
56	Materiales para relendidas y anclajes																	
57	Material para puesta a tierra																	
58	<b>SUMINISTRO SUBESTACIONES</b>																	
59	Transformador de Potencia																	
60	Equipos de Manobra																	
61	Celdas Metal Clada 33 KV y 6 KV																	
62	Sistemas de porlicos y barras																	
63	Sistema de puesta a tierra																	
64	Cables de control																	
65	Accesorios de ferretería																	
66	<b>EJECUCIÓN DE OBRA</b>																	
67	Cotización y selección del Contratista para la Ejecución de Obra																	
68	Inicio Contractual de la Obra																	
69	<b>LINEA 138 KV CHARCANI V-CHILINA-27.7 KM-200 mm² AACAC</b>																	
70	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>																	
71	Almacenes y Cartel																	
72	Revisión, Evaluación, Aprobación y Monitoreo del Estudio de Impacto Ambiental																	
73	Replanteo e Ingeniería de Detalle																	
74	Limpieza de Franja de Servidumbre																	
75	Supervisión, Monitoreo e Inspección del INC																	
76	<b>MONTAJE ELECTROMECÁNICO DE LINEA DE TRANSMISIÓN</b>																	
77	Excavación en terreno																	
78	Transporte Torres de almacén a punto de izaje																	
79	Armadado de Torres, relleno y compactación para cimentación																	
80	Instalación de Ensamblajes y Armados																	
81	Tendido y Puesta en Marcha del Conductor																	
82	Instalación de Puestas a Tierra																	
83	Revisión Final, Puebas y Puesta en Servicio																	
84	Expedientes técnicos finales conforme a obra																	
85	<b>SUBESTACION YURA</b>																	
86	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>																	
87	Replanteo topográfico e Ingeniería de Detalle																	
88	<b>MONTAJE ELECTROMECÁNICO DE LA SUBESTACION</b>																	
89	Explanación y Movimiento de Tierras																	
90	Obras Civiles de Construcción de los edificios de control																	
91	Obras civiles para cimentación de equipos y cercos en el patio de llaves																	
92	Montaje e instalación de equipos de medición y protección																	
93	Instalación, excavación, relleno y compactación para puesta a tierra																	
94	Puebas y puesta en servicio de la subestación																	
95	Expedientes técnicos final conforme a obra																	
96	<b>SUBESTACION SANTUORO 138 KV</b>																	
97	<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>																	
98	Replanteo topográfico e Ingeniería de Detalle																	
99	<b>MONTAJE ELECTROMECÁNICO DE LA SUBESTACION</b>																	
100	Obras civiles para cimentación de equipos en el patio de llaves																	
101	Montaje del sistema de barras																	
102	Montaje de Equipos de manobra																	
103	Montaje de la ampliación del sistema puesta a tierra superficial																	
104	Instalación, excavación, relleno y compactación para puesta a tierra																	
105	Ingeniería de detalle, coord protección, pruebas y puesta en servicio de la subestación																	
106	Expedientes técnicos final conforme a obra																	
107	<b>SISTEMA DE COMUNICACIONES</b>																	
108	Ingeniería de Detalle y capacitación del personal																	
109	Sistema de Onda portadora																	
110	Sistema de Telefonía																	
111	Sistema de Control																	
112	Puebas y Puesta en servicio																	
113	Expediente final conforme a obra																	
114	<b>LIQUIDACIÓN DE OBRA</b>																	
115	Expedientes técnicos finales conforme a obra																	
116	Entrega del expediente de liquidación de Obra																	

## **1.0 PLANOS GENERALES**



LEYENDA

	Ruta de Línea
	Area del proyecto

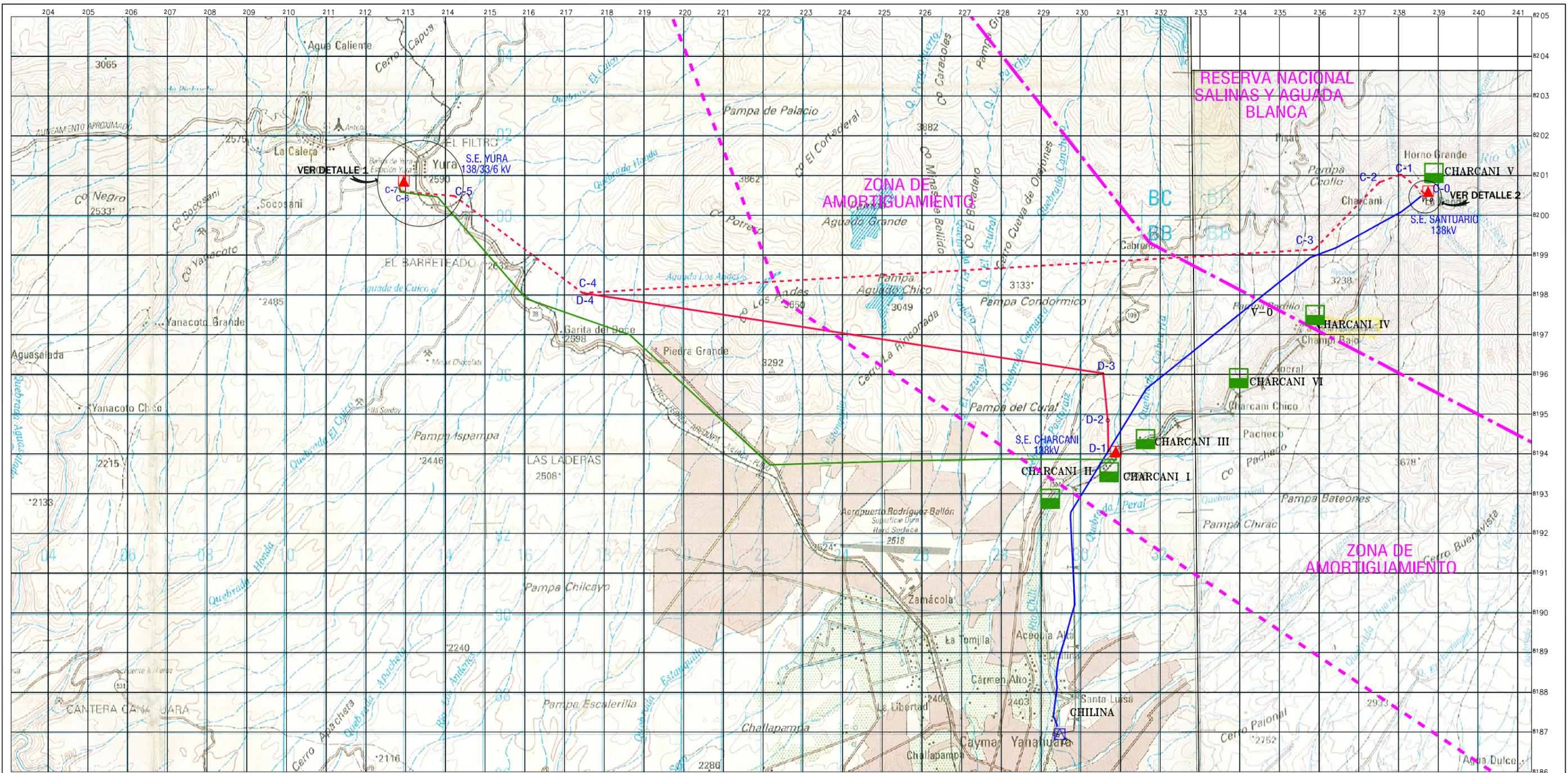


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**

TESIS : ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA LÍNEA EN 138 KV CHARCANI V-YURA  
 O CHARCANI I-YURA

ANEXO : PLANO DE UBICACION Y ACCESOS DEL PROYECTO		ANEXO N°
DIS. : E. JARA B.	REV. : C. HUAYLLASCO M.	FECHA: AGOSTO-2007
APR. : C. HUAYLLASCO M.	DIB. : C. PRIETO P.	ESCALA: 1:1 000 000

GEN-01

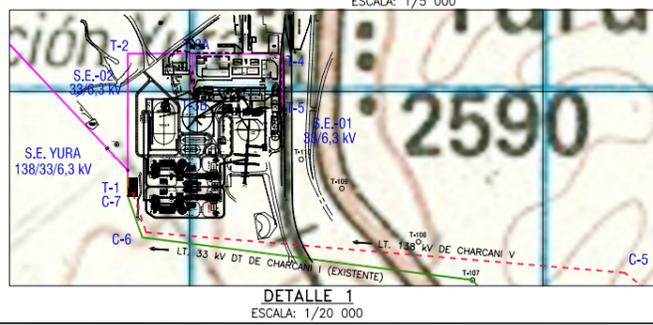
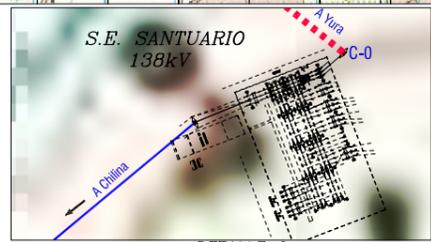


**LEYENDA**

- C. H. CHARCANI I
- ▲ S.E. proyectada
- ▲ SE Existente
- Línea Existente Charcani V–Chilina
- - - Línea Proyectada 138 kV Alternativa I
- Línea Proyectada 138 kV Alternativa II
- Línea 33 kV Existente (Yura)
- Línea 33 kV de distribución de la Mina
- Concesiones de Yura
- AREQUIPA Capital de Departamento
- YANAHUARA Capital Provincial
- Yura Capital Distrital
- Carretera Asfaltada
- - - Delimitación de Area Protegida por el Estado Peruano
- - - Delimitación de Zona de Amortiguamiento

**COORDENADAS UTM DE VÉRTICES**

VÉRTICE	UTM WGS 84 Zona 18	
	Este (m)	Norte (m)
T-1	212 824	8 200 729
T-2	212 824	8 201 107
T-3A	213 006	8 201 106
T-3B	213 006	8 200 992
T-4	213 261	8 201 106
T-5	213 261	8 200 953
D-1	230 693	8 194 076
D-2	230 679	8 194 842
D-3	230 561	8 196 025
D-4	217 452	8 198 047
C-0	238 676	8 200 545
C-1	238 058	8 201 031
C-2	237 521	8 200 834
C-3	235 877	8 199 142
C-4	217 452	8 198 047
C-5	214 231	8 200 487
C-6	212 876	8 200 601
C-7	212 824	8 200 704





**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**

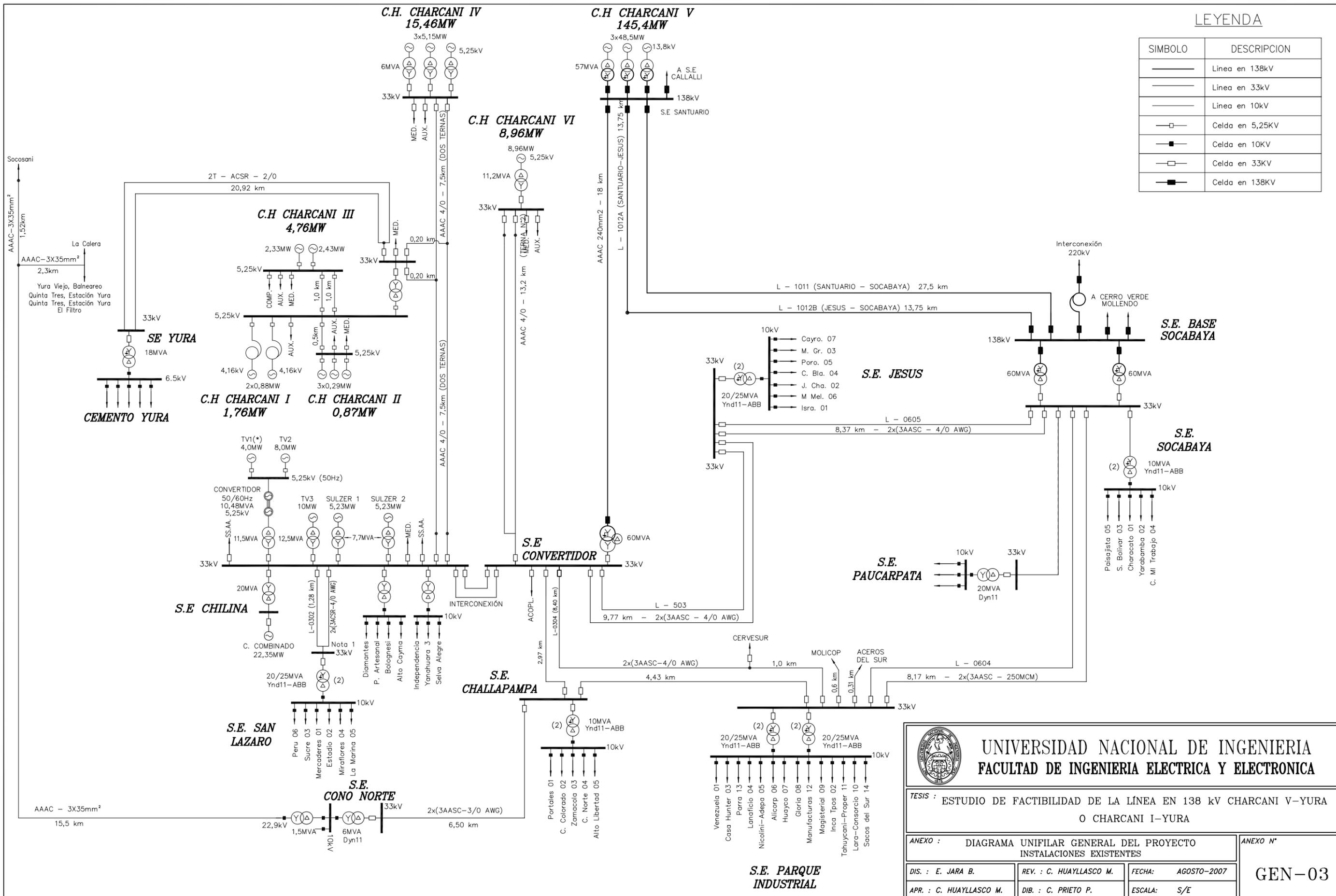
TESIS : ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA LÍNEA EN 138 kV CHARCANI V–YURA O CHARCANI I–YURA

ANEXO : CONFIGURACION GEOGRAFICA, RUTA DE LÍNEAS Y UBICACIÓN DE SS.BE.

DIS. : E. JARA B.	REV. : C. HUAYLLASCO M.	FECHA: AGOSTO–2007	<b>GEN–02</b>
APR. : C. HUAYLLASCO M.	DIB. : C. PRIETO P.	ESCALA: 1:100 000	

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	Linea en 138kV
	Linea en 33kV
	Linea en 10kV
	Celda en 5,25KV
	Celda en 10KV
	Celda en 33KV
	Celda en 138KV



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**

---

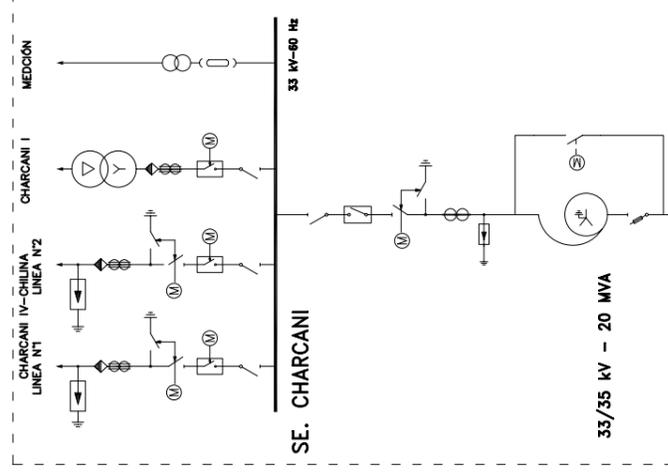
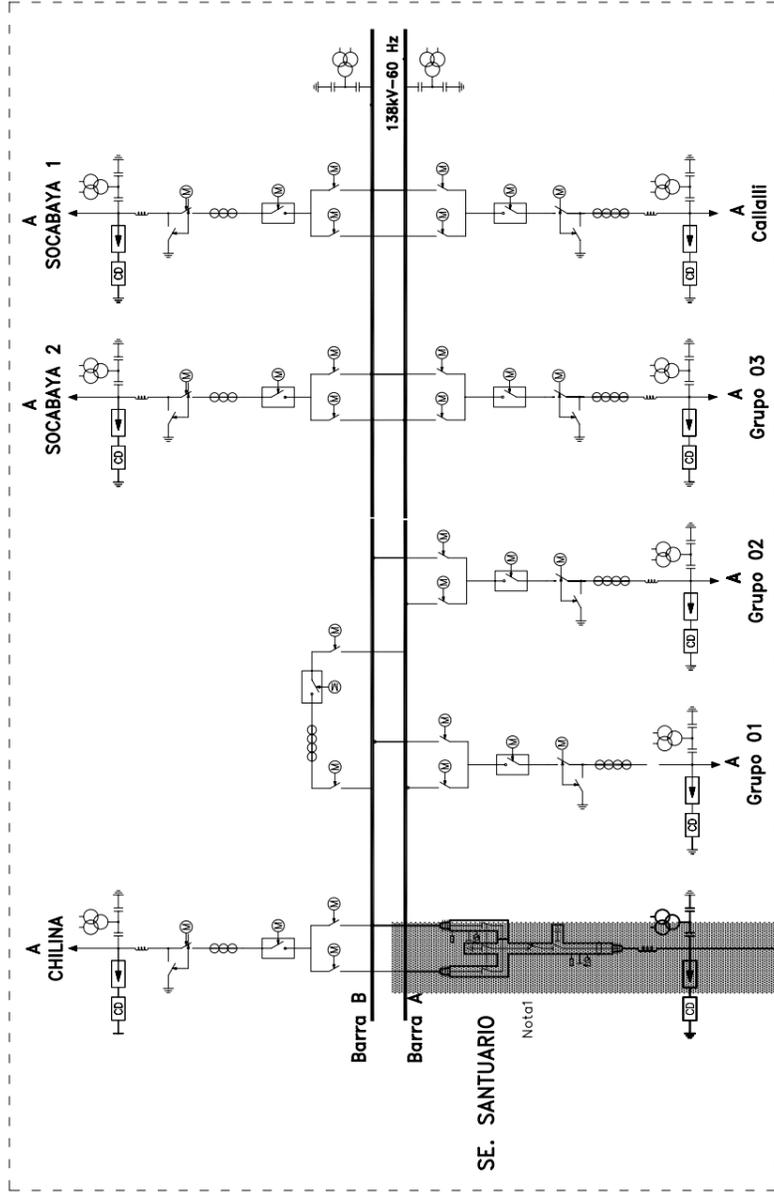
TESIS : ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA LINEA EN 138 kV CHARCANI V-YURA  
 O CHARCANI I-YURA

---

ANEXO : DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL DEL PROYECTO INSTALACIONES EXISTENTES	ANEXO N°
DIS. : E. JARA B.	REV. : C. HUAYLLASCO M.
APR. : C. HUAYLLASCO M.	FECHA: AGOSTO-2007
DIB. : C. PRIETO P.	ESCALA: S/E

GEN-03

## **2.0 PLANOS ALTERNATIVA I**



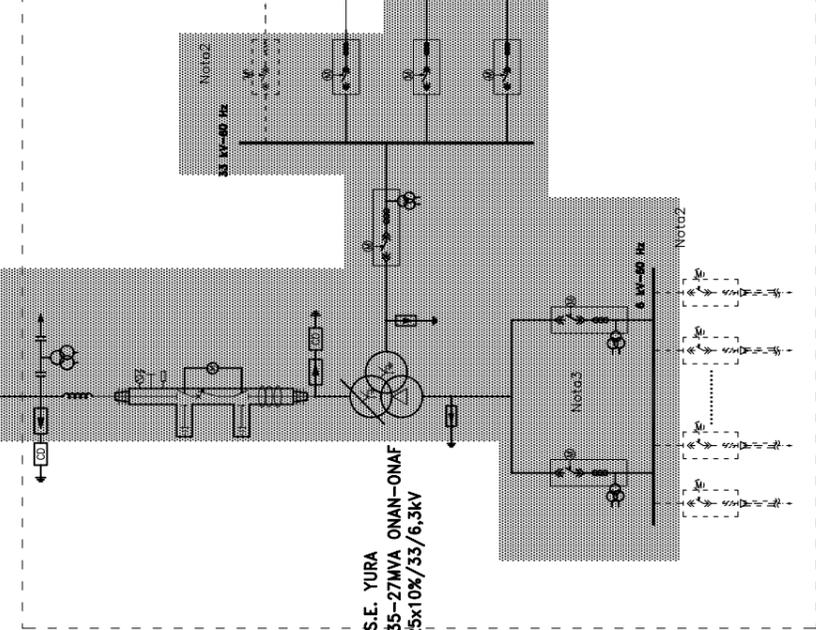
MAAC 200mm<sup>2</sup> - 27,7 km

**S.E. YURA**  
45-60/40-30/35-27MVA ONAN-ONAF  
138±1,25x10%/33/6,3kV

2T - MAAC - 3/0  
20,92 km

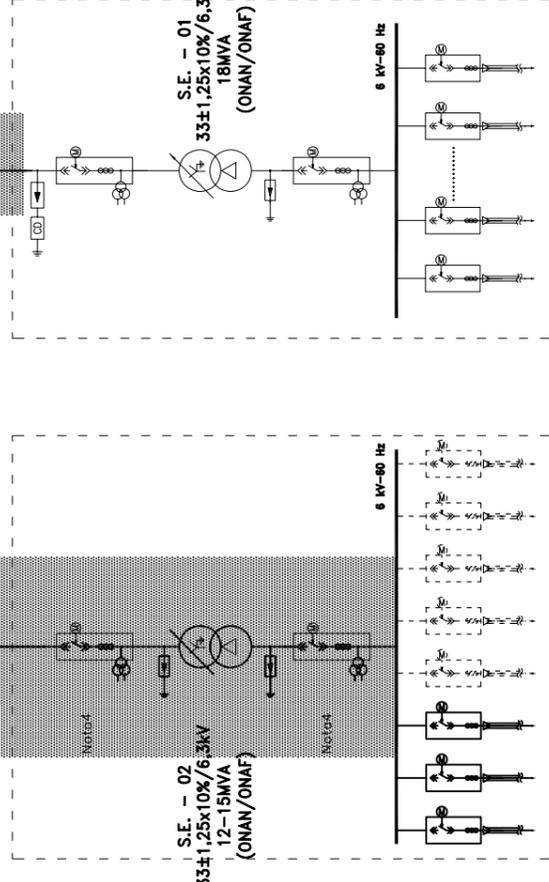
MAAC 3/0 (85mm<sup>2</sup>)  
1,0 km

MAAC 3/0 (85mm<sup>2</sup>)  
0,7 km



LEYENDA	
	Transformador de Potencia de tres devanados
	Transformador de Potencia de dos devanados
	Autotransformador de Potencia
	Baña Híbrida compacta; Doble Barra
	Baña Híbrida compacta; Simple Barra
	Interruptor de Potencia
	Seccionador de Barra
	Seccionador de Línea con cuchilla de puesta a tierra
	Transformador de Corriente de 4 devanados
	Transformador de Corriente de 2 devanados
	Celda Metal Celd
	Transformador de Tensión tipo capacitivo
	Pararrayos de 02m con contador de descargas
	Pararrayos de 02m
	Trampa de Onda

Area de la Subestación  
Instalaciones Projectadas  
Instalaciones Existentes  
Instalaciones Futuras



**Notas:**

- 1.- La utilización de equipos compactos (Celda Híbrida) permitirá la disponibilidad de espacio para las celdas de salida en 33 y 6kV). Yura suministrará las celdas de salida a sus cargas.
- 2.- La subestación Yura estará preparada para albergar 4 celdas de alimentador en 33kV, tres de ellas implementadas con el presente proyecto y una para una salida futura hacia la cantera. En 6kV, albergará 15 celdas de alimentador, equipando en el presente proyecto solo las celdas de barra.
- 3.- Debido a la potencia del tercer devanado del transformador de potencia, se requiere la implementación de 02 celdas de barra con una capacidad de 2000A c/u.
- 4.- El suministro principal de la Subestación SE-2 (transformador de potencia y las celdas de barra en 33 y 6 kV) serán las implementadas en el proyecto de corto plazo, las mismas que serán desmontadas y trasladadas e instaladas en la SE 02.

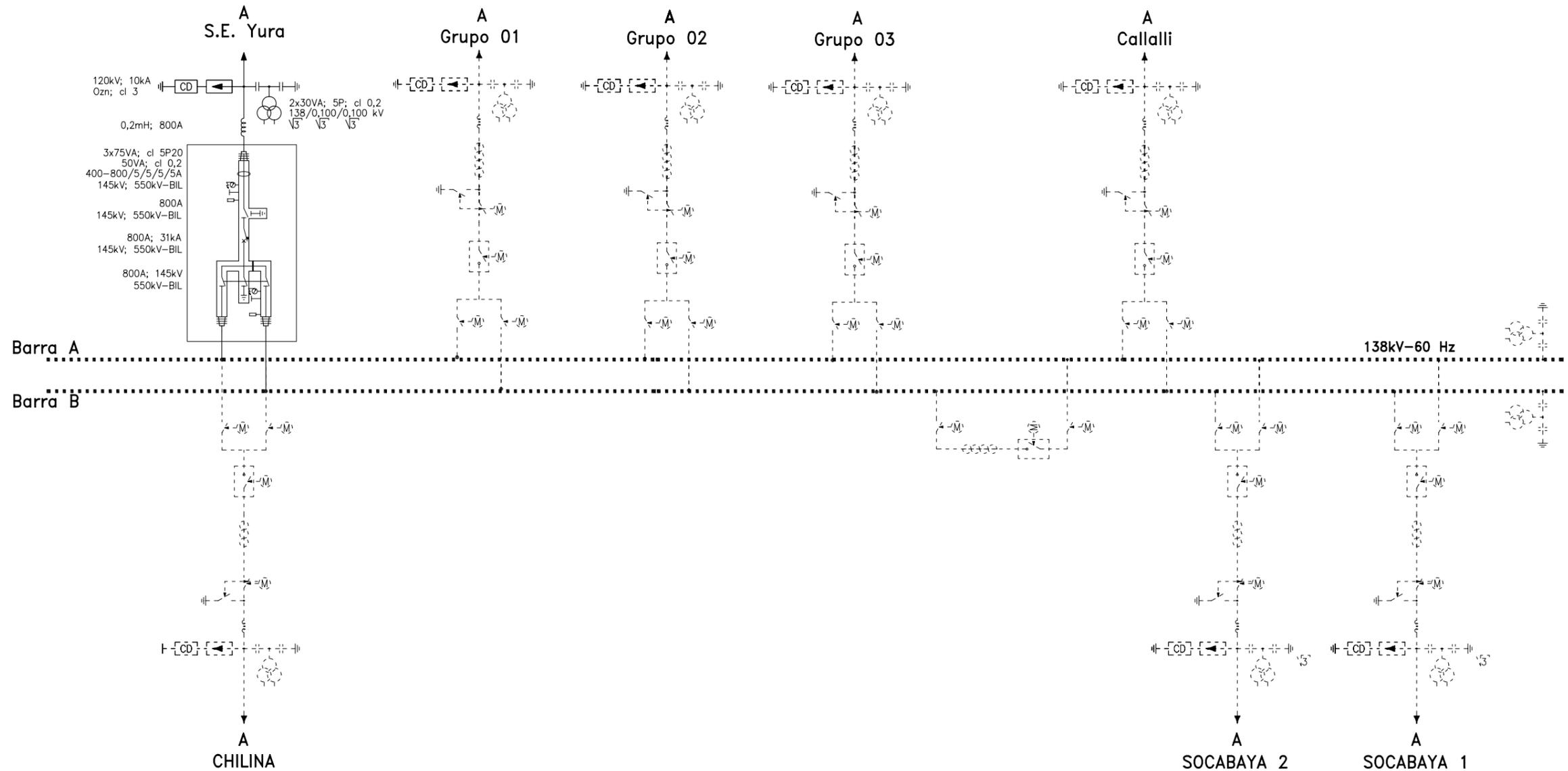


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA

TESIS : ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA LINEA EN 138 kV CHARCANI V-YURA  
O CHARCANI I-YURA

ANEXO N° : DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL DEL PROYECTO  
INSTALACIONES PROYECTADAS  
FECHA: AGOSTO-2007  
REV. : E. JARA B. REV. : C. HUAYLLASCO M.  
DIB. : C. PRIETO P. ESCALA: 1:100 000

ANEXO N°  
YURA-01



**LEYENDA**

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
	Bahía Híbrida compacta 145 kV para línea; 800A; 145kV; (550/750 kV-Bil)-(interno/externo); Configuración Doble Barra conformado por transformador de corriente, interruptor, seccionador de barra y de línea	1 u.
	Pararrayos 120kV; 10kA; clase 3 con contador de descargas	3 u.
	Transformador de tensión capacitivo 2x30VA 5P; cl. 0,2; 138/0,100/0,100 kV $\frac{138}{\sqrt{3}}$ $\frac{0,100}{\sqrt{3}}$ $\frac{0,100}{\sqrt{3}}$	3 u.
	Trampa de onda 0,2mH; 800A	2 u.

SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANT.
	Bahía Híbrida compacta 145 kV para línea; 800A; 145kV; (550/750 kV-Bil)-(interno/externo); Configuración Simple Barra conformado por transformador de corriente, interruptor, seccionador de barra y de línea	1
	Interruptor de potencia	
	Seccionador con cuchilla de puesta a tierra	
	Dispositivo de control de densidad	
	Rupture Disc	
	Conección a Gas	
	SF6/AIR BUSHING	
	Transformador de corriente	

**LEYENDA**

	Instalaciones Proyectadas - Cemento Yura
	Instalaciones Existentes

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**

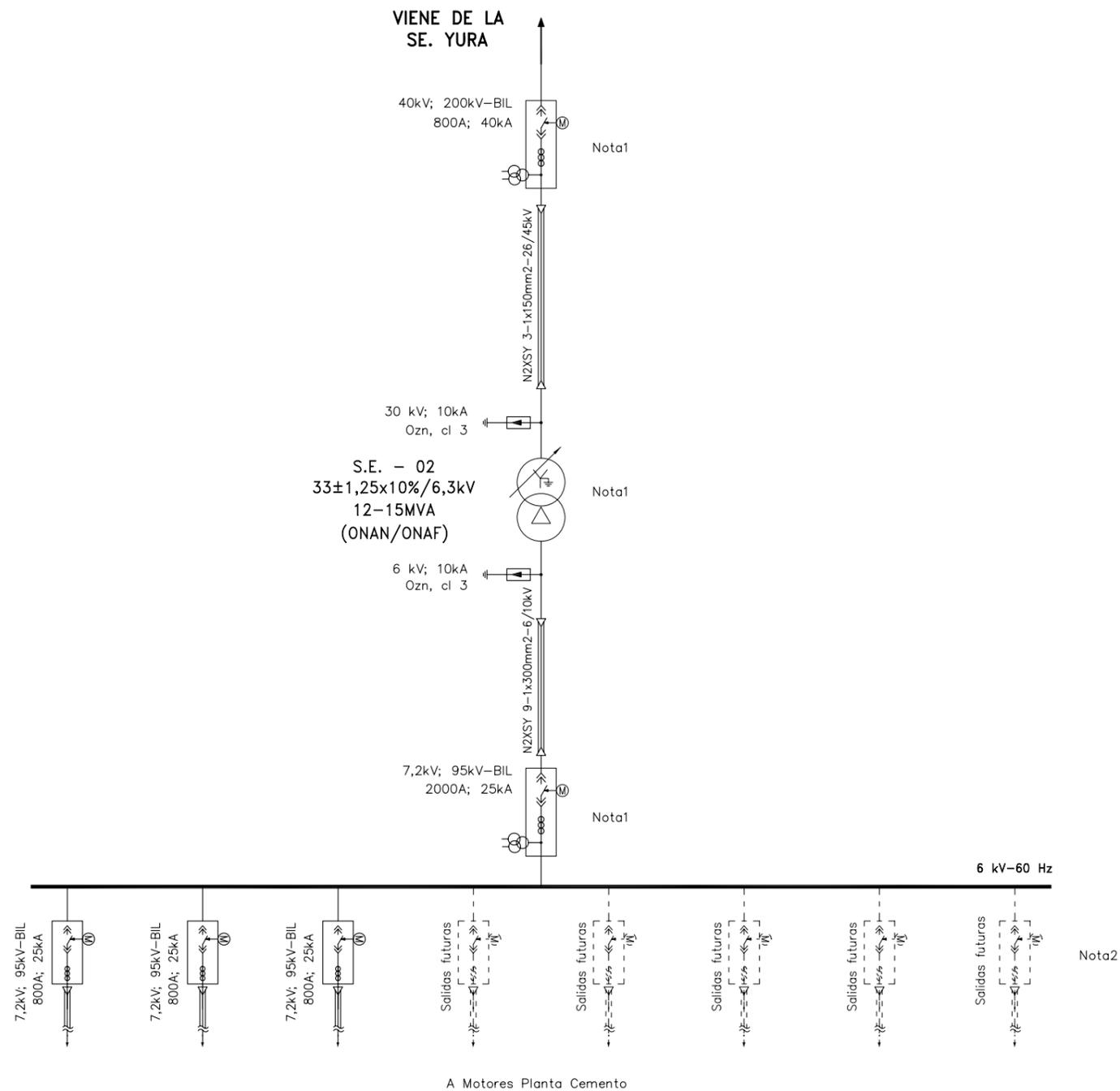
TESIS : ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA LÍNEA EN 138 kV CHARCANI V-YURA  
O CHARCANI I-YURA

ANEXO : <b>DIAGRAMA UNIPILAR S.E. SANTUARIO 138 kV</b>		ANEXO N°
DIS. : E. JARA B.	REV. : C. HUAYLLASCO M.	FECHA: AGOSTO-2007
APR. : C. HUAYLLASCO M.	DIB. : C. PRIETO P.	ESCALA: 1:S/E

YURA-02



LEYENDA	
	Transformador de Potencia 12-15MVA (ONAN-ONAF) 33±1,25X10%/6,3 kV; 200 kV-BIL; con regulación bajo carga, y con soportes para adosar pararrayos en AT/MT/BT, para instalación exterior a una altura > 1000msnm
	Celda Metal Clad; incluye; interruptor extraíble, tres transformadores de corriente, tres transformadores de tensión, transformadores de corriente toroidal, y relé de protección multifunción.
	Pararrayos de Ozon
	Cable de energía y terminales para cable de energía

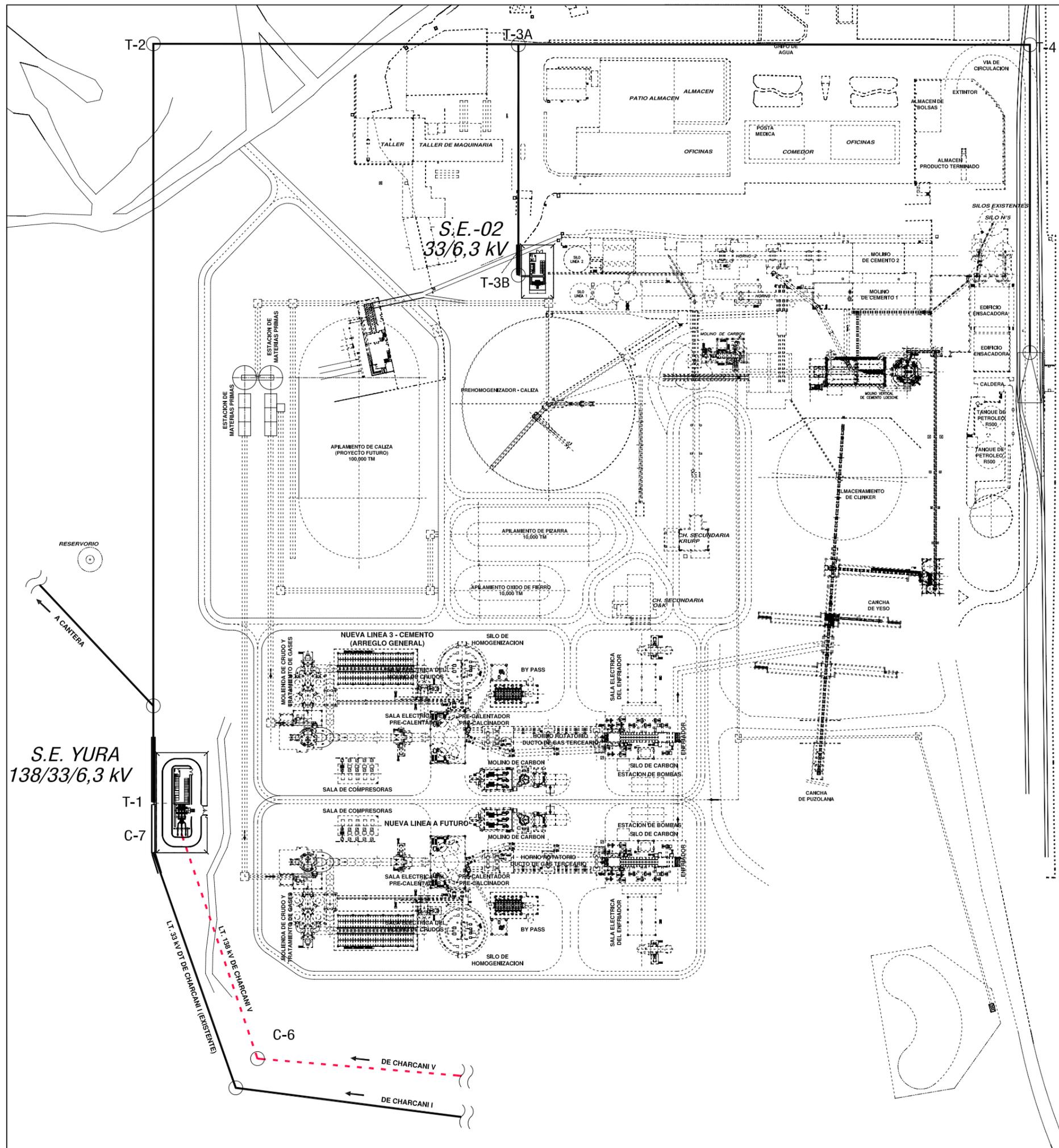


**Notas:**

- 1.- El suministro principal de la subestación (transformador de potencia y las celdas de barra en 33 y 6 kV) serán las mismas de la SE 01, instaladas en el proyecto de corto plazo, las mismas que serán desmontadas y trasladadas e instaladas en la SE 02.
- 2.- La subestación estara preparada para albergar 8 celdas de alimentador, previstas en la ampliación de la planta Yura, y serán Equipadas por la fábrica en función al proceso.

	Instalaciones Proyectoadas
	Instalaciones Existentes
	Instalaciones Futuras

 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>	
<b>TESIS : ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA LÍNEA EN 138 kV CHARCANI V-YURA</b> <b>O CHARCANI I-YURA</b>	
<b>ANEXO :</b> DIAGRAMA UNIFILAR S.E.-2 YURA 33/6 kV - 15MVA	
<b>DIS. :</b> E. JARA B.	<b>REV. :</b> C. HUAYLLASCO M.
<b>APR. :</b> C. HUAYLLASCO M.	<b>DIB. :</b> C. PRIETO P.
<b>FECHA:</b> AGOSTO-2007	<b>ESCALA:</b> 1:100 000
<b>ANEXO N°</b> <b>YURA- 04</b>	

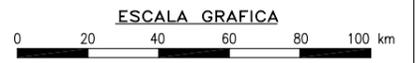


**LEYENDA**

- Línea Proyectoada 138 kV Alternativa I
- Línea 33 kV Existente (Yura)
- Línea 33 kV de distribución de la Mina
- - - Instalaciones existente
- Instalaciones proyectadas

**COORDENADAS UTM DE VERTICES**

VÉRTICE	UTM WGS 84 Zona 18	
	Este (m)	Norte (m)
T-1	212 824	8 200 729
T-2	212 824	8 201 107
T-3A	213 006	8 201 106
T-3B	213 006	8 200 992
T-4	213 261	8 201 106
T-5	213 261	8 200 953
D-1	230 693	8 194 076
D-2	230 679	8 194 842
D-3	230 561	8 196 025
D-4	217 452	8 198 047
C-6	212 876	8 200 601
C-7	212 824	8 200 704





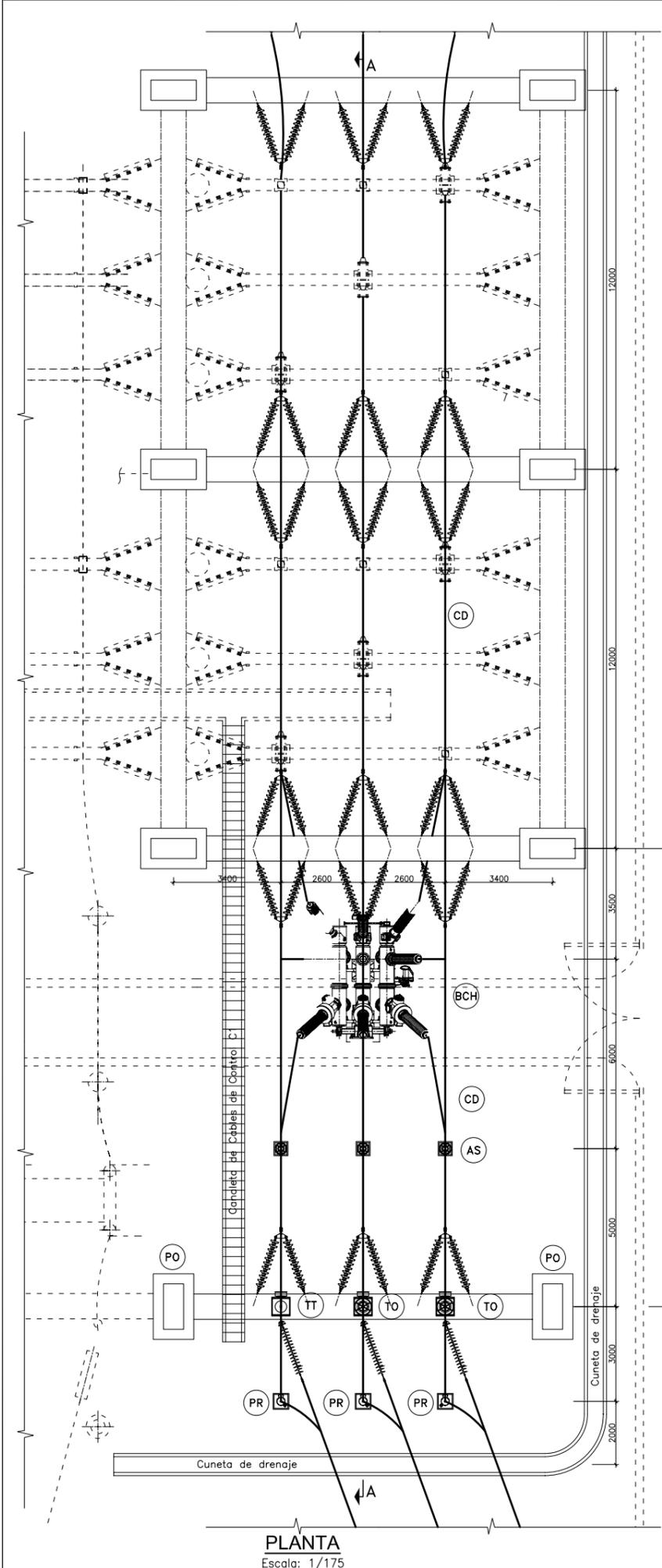
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**

TESIS : ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA LÍNEA EN 138 kV CHARCANI V-YURA  
O CHARCANI I-YURA

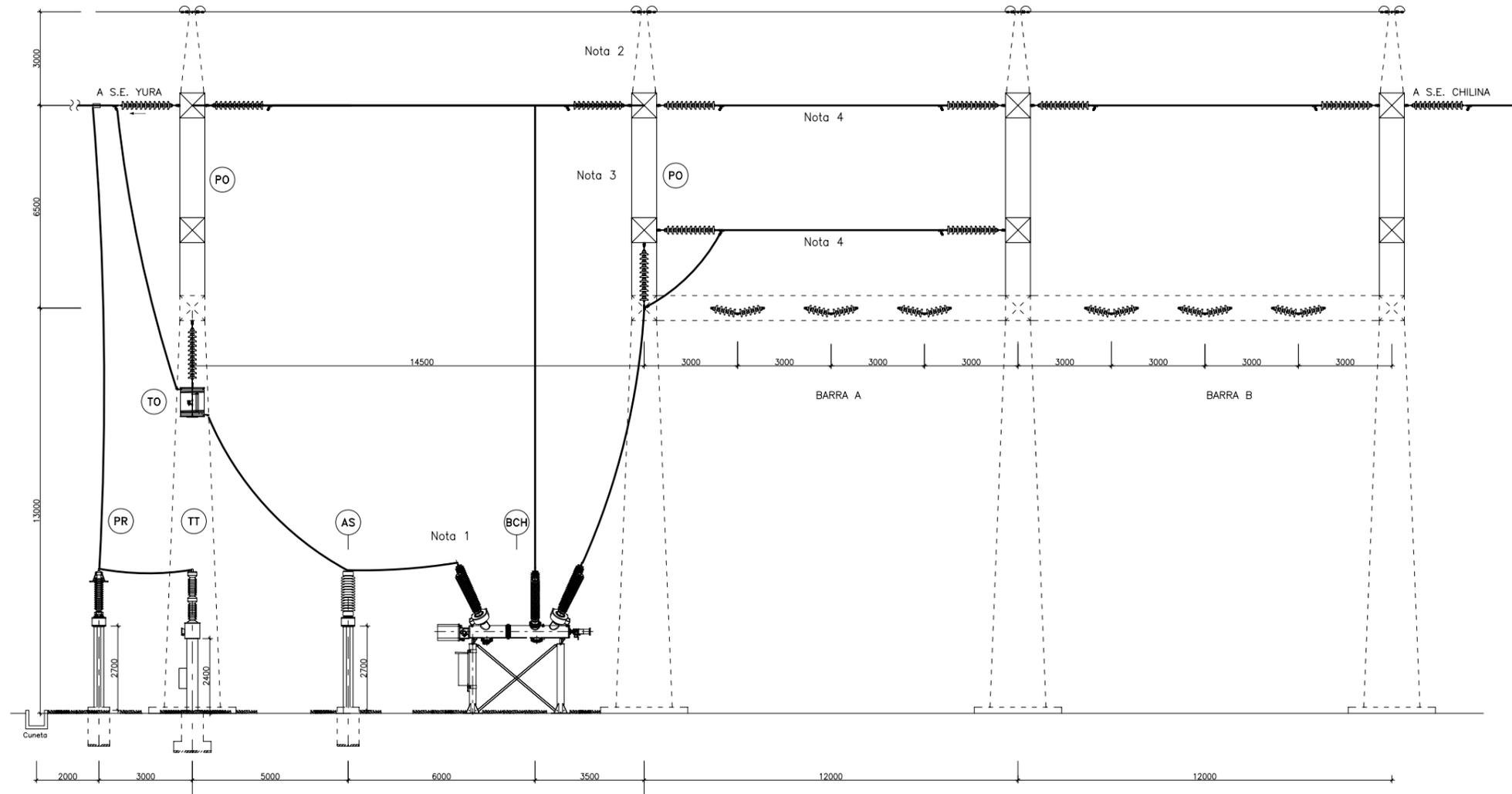
ANEXO PLANO GENERAL EN PLANTA DE UBICACION DE SUBESTACIONES  
Y TRAZO DE LÍNEA EN EL AREA DE FABRICA DE CEMENTOS YURA ANEXO N°

DIS. : E. JARA B.	REV. : C. HUAYLLASCO M.	FECHA: AGOSTO-2007
APR. : C. HUAYLLASCO M.	DIB. : C. PRIETO P.	ESCALA: 1:2 000

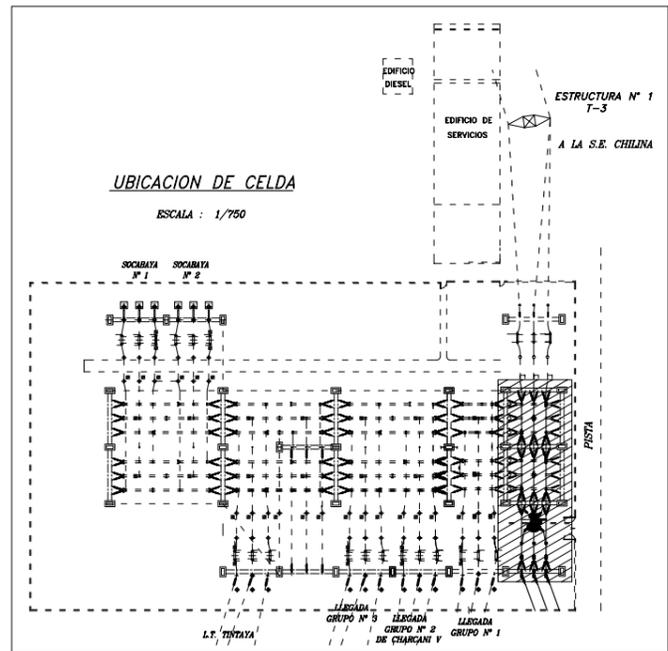
**YURA-05**



**PLANTA**  
Escala: 1/175



**CORTE A-A**  
Escala: 1/175



**UBICACION DE CELDA**  
ESCALA : 1/750

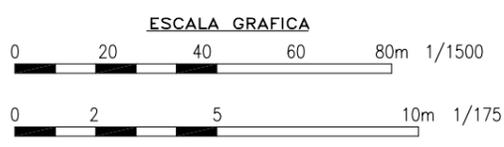


**PLANTA GENERAL**  
Escala 1/1500

**Notas:**

- Debido al poco espacio en la subestación, se utilizará equipos compactos (Celdas Híbridas), para disminuir el tamaño de la celda de salida.
- Se utiliza parte del pórtico existente para el apantallamiento de la celda nueva.
- Se incrementará la altura del pórtico en 6,5m con el fin de conectar los equipos de la celda de salida con la doble barra, haciendo un sistema de barras con configuración en dos niveles para poder acceder a la doble barra y conectar al celda compacta

----- Existente  
————— Projectado



**LEYENDA DE INSTALACIONES PROYECTADAS**

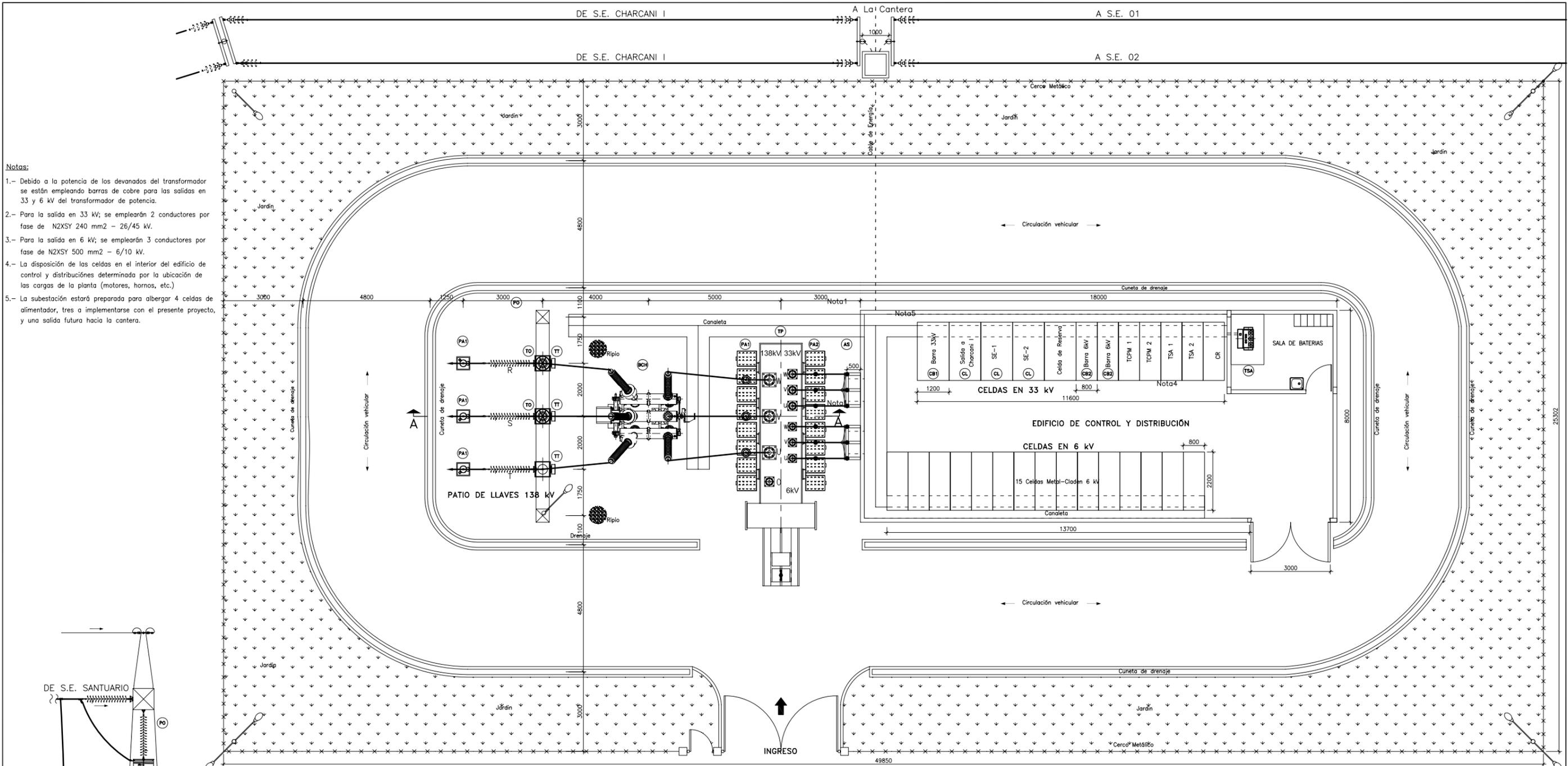
CODIGO	DESCRIPCION	CANT.
(BCH)	Bahia Híbrida Compacta para línea; en configuración doble barra; 800 A; 145 kV; 31,5 kA; 750/550 kV-Bil	1
(TT)	Transformador de tensión 138:√3/0,10:√3/0,10:√3 kV; 2x30 VA, cl 3p+0,2, 750 kV-Bil	3
(PA)	Pararrayos de Ozñ 120kV; 10 kA; clase 3, 2600msnm con contador de descargas	3
(TO)	Trampa de Onda 0,2mH; 800A	2
(AS)	Aislador soporte (750 kV-BIL)	1
(CD)	Conductor AAAC 200mm2	-
(PO)	Portico	-

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**

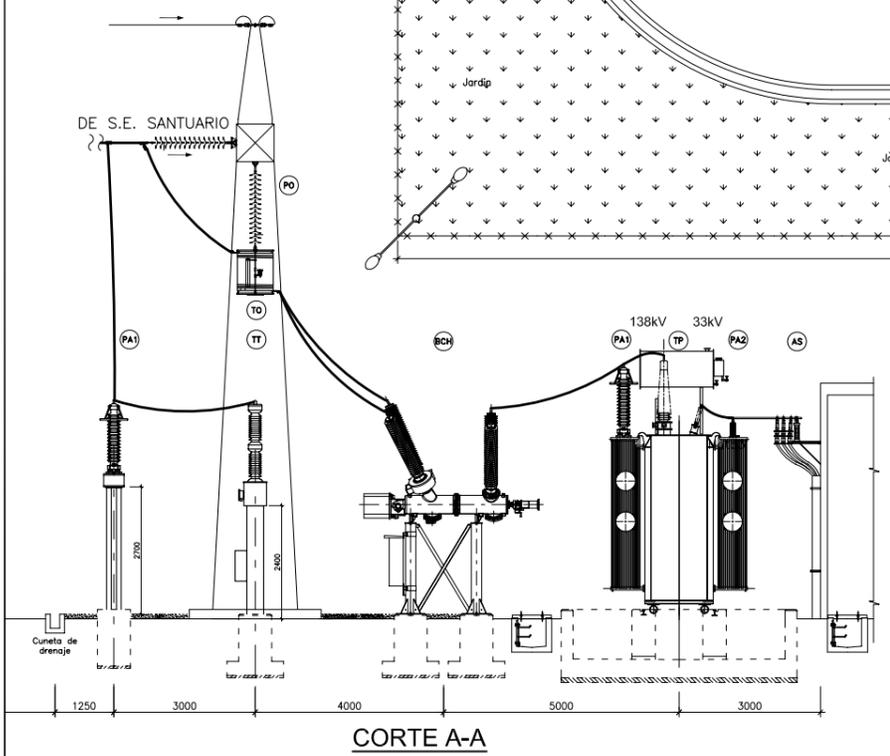
TESIS : ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA LÍNEA EN 138 kV CHARCANI V-YURA  
O CHARCANI I-YURA

ANEXO :	VISTA DE PLANTA Y CORTES DE S.E. SANTUARIO 138 kV	ANEXO N°
DIS. : E. JARA B.	REV. : C. HUAYLLASCO M.	FECHA: AGOSTO-2007
APR. : C. HUAYLLASCO M.	DIB. : C. PRIETO P.	ESCALA: INDICADA

YURA-06



- Notas:**
- Debido a la potencia de los devanados del transformador se están empleando barras de cobre para las salidas en 33 y 6 kV del transformador de potencia.
  - Para la salida en 33 kV; se emplearán 2 conductores por fase de N2XSY 240 mm<sup>2</sup> - 26/45 kV.
  - Para la salida en 6 kV; se emplearán 3 conductores por fase de N2XSY 500 mm<sup>2</sup> - 6/10 kV.
  - La disposición de las celdas en el interior del edificio de control y distribuciones determinada por la ubicación de las cargas de la planta (motores, hornos, etc.)
  - La subestación estará preparada para albergar 4 celdas de alimentador, tres a implementarse con el presente proyecto, y una salida futura hacia la cantera.



**PLANTA GENERAL**

ESCALA GRAFICA



**LEYENDA DE INSTALACIONES PROYECTADAS**

COD.	DESCRIPCION	CANT.	COD.	DESCRIPCION	CANT.
TP	Transformador de potencia 60-45/30-40/35-27 ONAN-ONAF; 138±1,25x10%/33/6,3 kV; 750 kV-Bil con regulación bajo carga y con soportes para adosar pararrayos en AT/MT/BT, para instalación exterior a una altura mayor a 1000msnm	01	CB1	Celda de barra Metal Clad en 40 kV-200 kV-Bil-40 kA	01
BCH	Bahía Híbrida Compacta para línea; 800 A; 145 kV; 31,5 kA; 750/550 kV-Bil	01	CL	Celda de alimentador Metal Clad en 40 kV-200 kV-Bil-40 kA	03
TT	Transformador de tensión 138:√5/0,10:√5/0,10:√5 kV; 2x30 VA, cl 3p+0,2, 750 kV-Bil	03	CB2	Celda de barra Metal Clad en 7,2 kV-95 kV-Bil-25 kA	02
PA1	Pararrayos de Ozn 120kV; 10 kA; clase 3, 2600msnm con contador de descargas	06	TC1	Tablero de control, protección y medición para bahía 138 kV	01
TO	Trampa de Onda 0,2 mH; 800A	02	TC2	Tablero de control, protección y medición para bahía 33 kV	01
PA2	Pararrayos de Ozn 30 kV; 10 VA; cl 3; 2000msnm	03	TSA	Tablero de servicios auxiliares	01
PO	Pórtico de celosía	01	TSA	Transformador de servicios auxiliares 50 kVA; 6,5/0,4-0,38 kV	01
			CR	Cargador rectificador	01



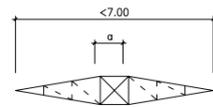
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**

TESIS : ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA LÍNEA EN 138 kV CHARCANI V-YURA  
O CHARCANI I-YURA

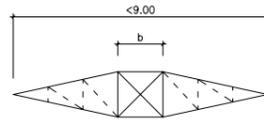
ANEXO : SUBESTACIÓN YURA 138/33/6kV  
VISTA DE PLANTA Y CORTES

DIS. : E. JARA B.	REV. : C. HUAYLLASCO M.	FECHA: AGOSTO-2007	<b>YURA-07</b>
APR. : C. HUAYLLASCO M.	DIB. : C. PRIETO P.	ESCALA: 1:100	

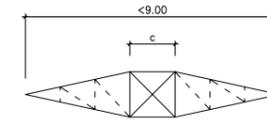
ESTRUCTURA	TIPO	" S "	" A "	" T "
	FUNCION	SUSPENSION	ANGULO-ANCLAJE	TERMINAL-ANCLAJE
	ANGULO DE LINEA	0°/4°	4°/20°/ANCLAJE	Terminal/45°/Anclaje
	VANO VIENTO	500/340 m.	900/400/1100 m.	500/300 m./700
	VANO GRAVANTE	750/750 m.	1000/1000/1000 m.	1000/1000 m./1000
	VANO MAXIMO	800/800 m.	1300/1300/1300 m.	1300/1300 m./1300



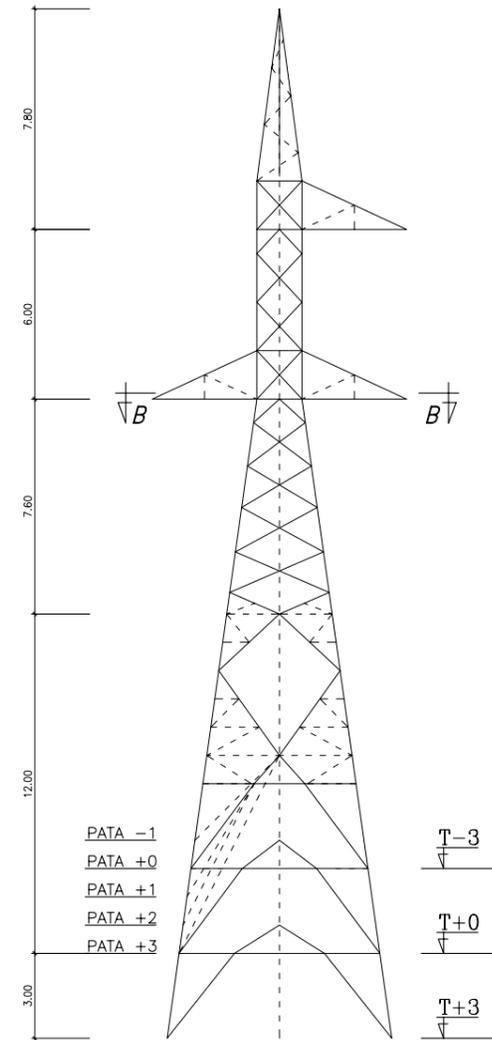
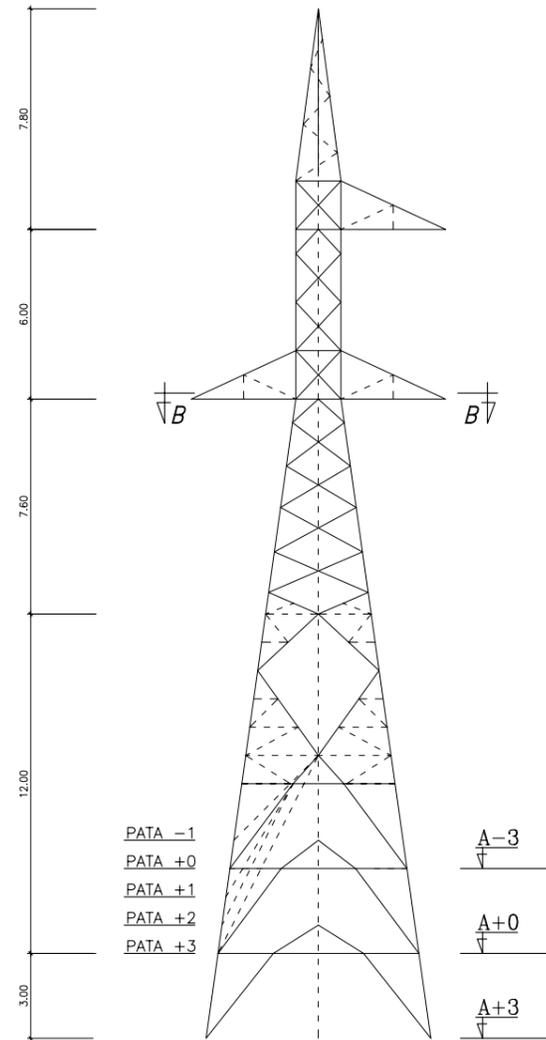
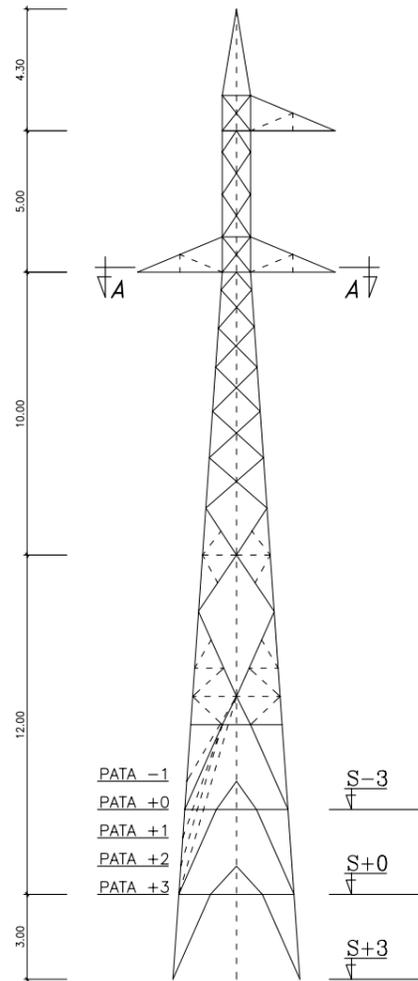
SECCION A-A



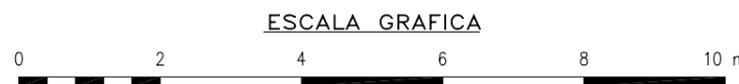
SECCION B-B



SECCION C-C

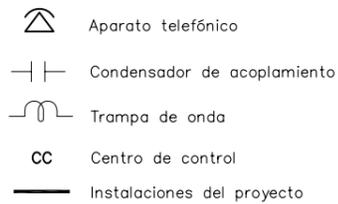
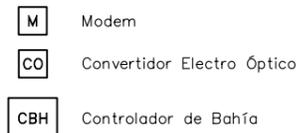
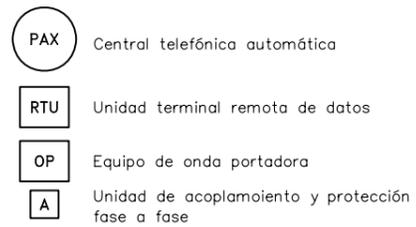
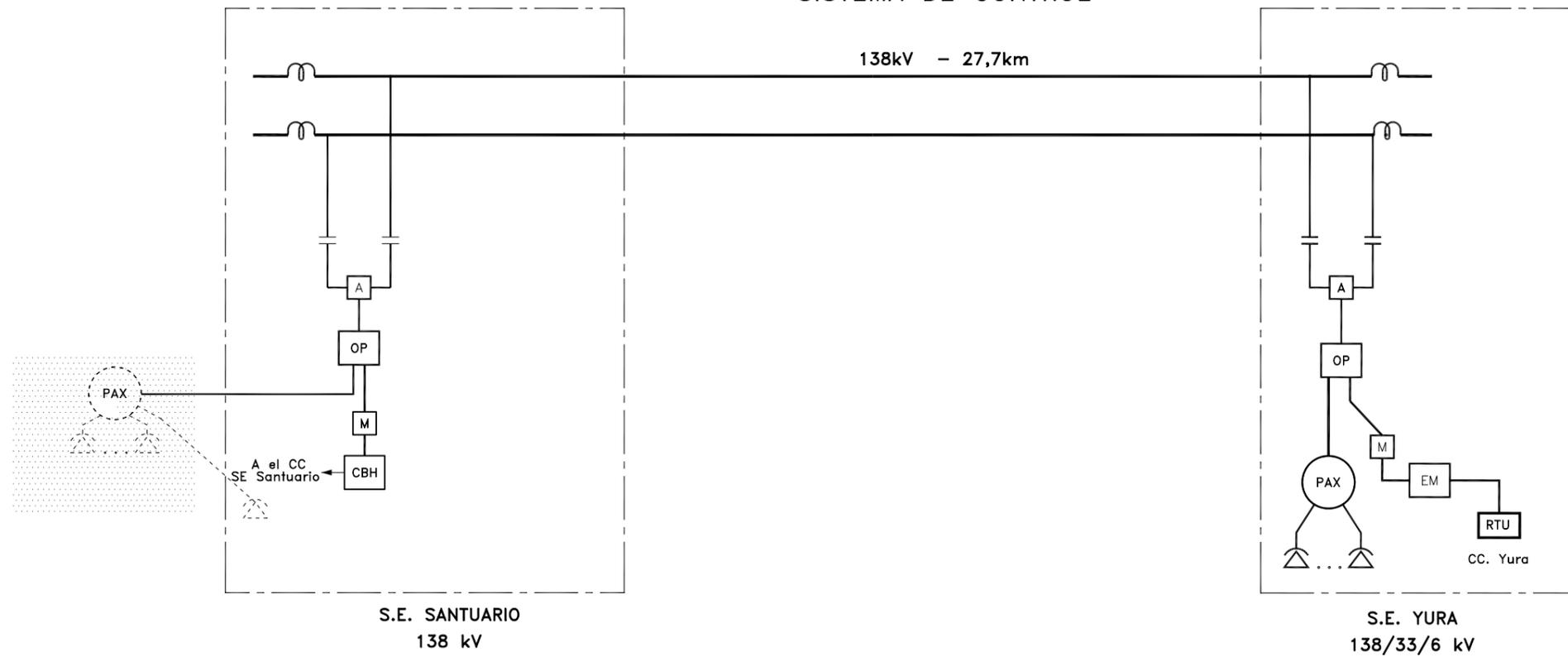


- NOTAS :
- Referencialmente  $a=1.00$  m.
  - $b=1.60$  m. ;  $c=1.60$  m.
  - Distancias en metros



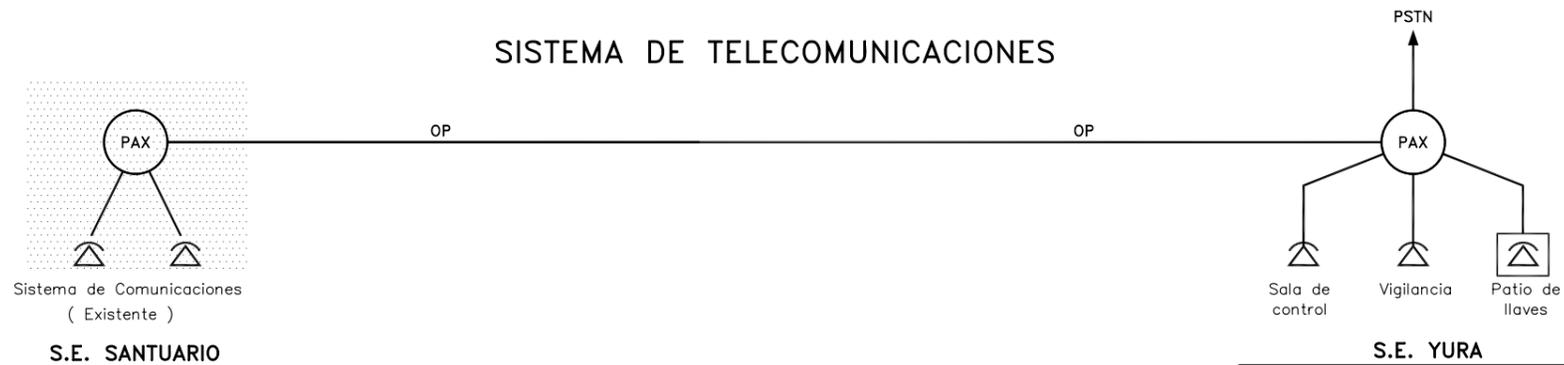
 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>		ANEXO N°	
		YURA-08	
<b>TESIS :</b> ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA LÍNEA EN 138 kV CHARCANI V-YURA O CHARCANI I-YURA			
ANEXO :		SILUETA DE ESTRUCTURAS DE LA LÍNEA EN 138 kV	
DIS. : E. JARA B.	REV. : C. HUAYLLASCO M.	FECHA: AGOSTO-2007	
APR. : C. HUAYLLASCO M.	DIB. : C. PRIETO P.	ESCALA: 1:100	

## SISTEMA DE CONTROL

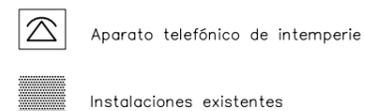
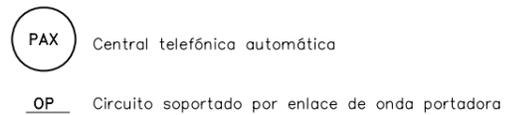


**Notas:**  
 - - - - - Instalaciones Existentes  
 ■ Instalaciones existentes  
 EM Estación Maestra con Interfase Hombre Máquina para control de las SS.EE Puerto, Mazuko y San Gabán

## SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES

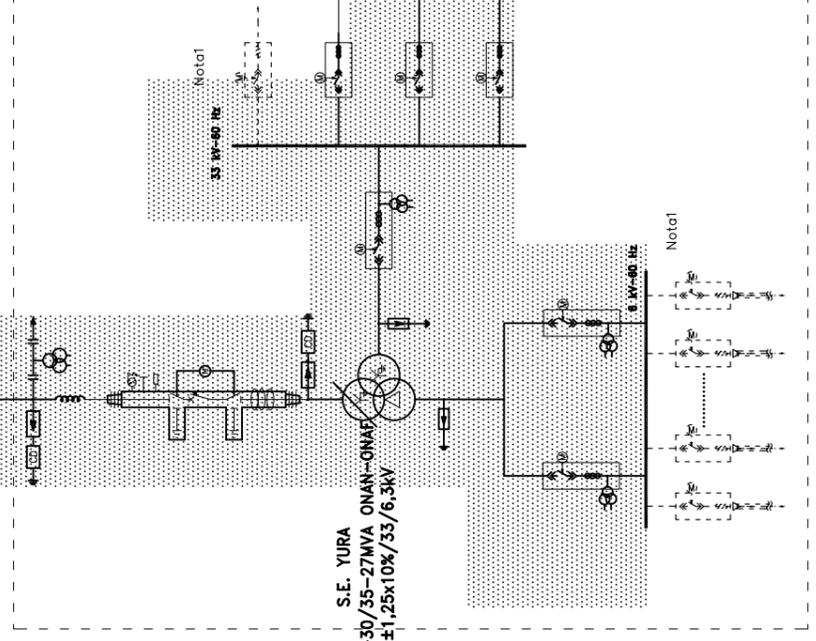
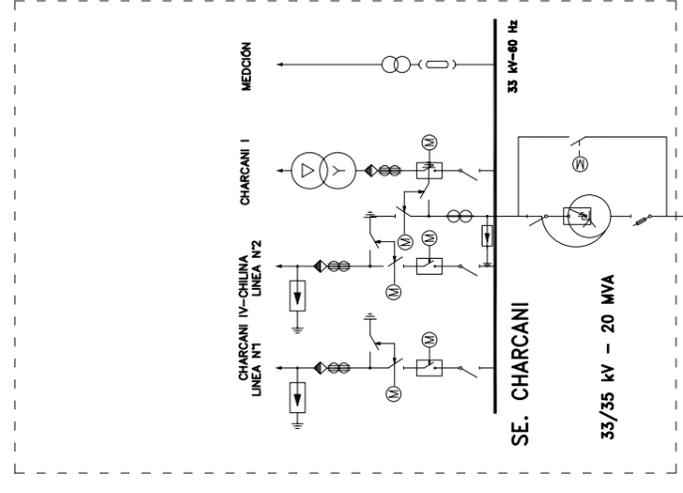
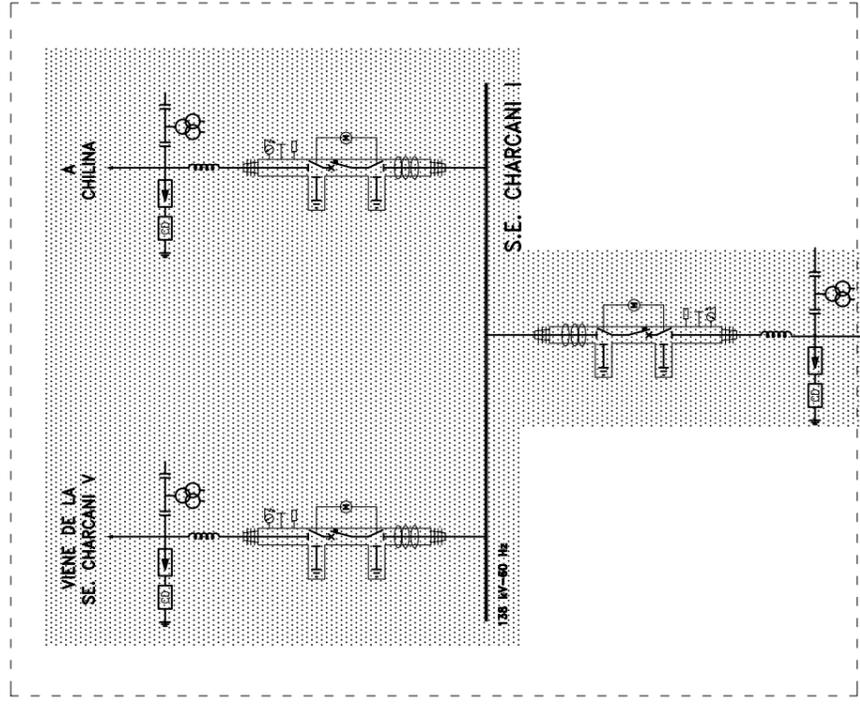


### LEYENDA

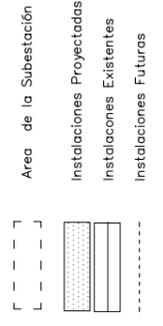
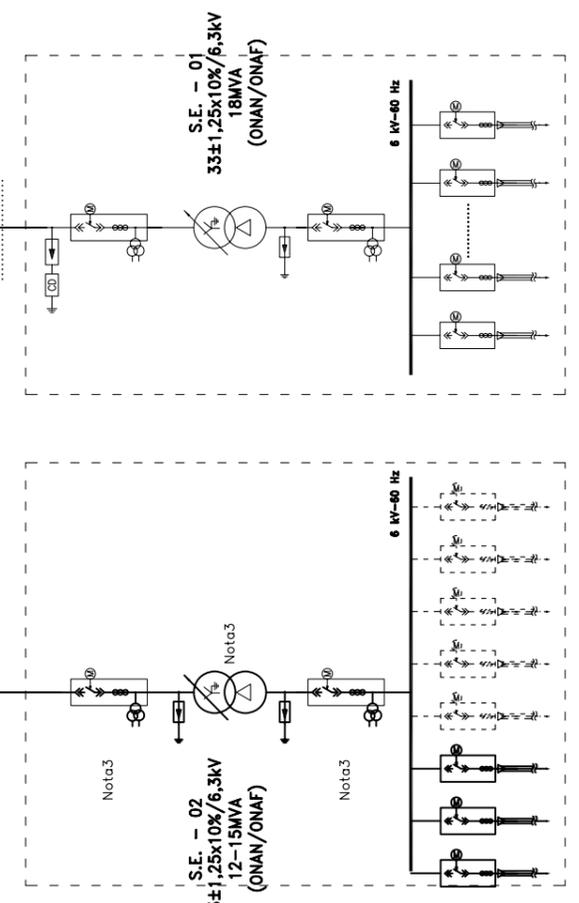


<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>		
<b>TESIS : ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA LÍNEA EN 138 kV CHARCANI V-YURA O CHARCANI I-YURA</b>		
<b>ANEXO : DIAGRAMA UNIFILAR SISTEMA DE CONTROL Y TELECOMUNICACIONES</b>		
DIS. : E. JARA B.	REV. : C. HUAYLLASCO M.	FECHA: AGOSTO-2007
APR. : C. HUAYLLASCO M.	DIB. : C. PRIETO P.	ESCALA: S/E
<b>ANEXO N°</b>		<b>YURA-09</b>

### **3.0 PLANOS ALTERNATIVA II**



LEYENDA	
	Transformador de Potencia de tres devanados
	Transformador de Potencia de dos devanados
	Autotransformador de Potencia
	Bahía Híbrida compacta; Doble Barra
	Bahía Híbrida compacta; Simple Barra
	Interruptor de Potencia
	Seccionador de Barra
	Seccionador de Línea con cuchilla de puesta a tierra
	Transformador de Corriente de 4 devanados
	Transformador de Corriente de 2 devanados
	Celda Metal Cid
	Transformador de Tensión tipo capacitivo
	Pararrayos de Ozm con contador de descargas
	Pararrayos de Ozm
	Trampa de Onda



- Notas:**
- 1.- La utilización de equipos compactos (Celda Híbrida) permitirá la disponibilidad de espacio para las celdas de salida en 33 y 6kV). Yura suministrará las celdas de salida a sus cargas
  - 2.- La subestación Yura estará preparada para albergar 4 celdas de alimentador en 33kV, tres de ellas implementadas con el presente proyecto y una para una salida futura hacia la cantera. En 6kV, albergará 15 celdas de alimentador, equipando en el presente proyecto solo las celdas de barra.
  - 3.- Debido a la potencia del tercer devanado del transformador de potencia, se requiere la implementación de 02 celdas de barra con una capacidad de 2000 A c/u.
  - 4.- El suministro principal de la Subestación SE-2 (transformador de potencia y las celdas de barra en 33 y 6 kV) serán las implementadas en el proyecto de corto plazo, las mismas que serán desmontadas y trasladadas e instaladas en la SE 02.

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA**

---

TESIS : ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA LINEA EN 138 kV CHARCANI V-YURA  
O CHARCANI I-YURA

---

ANEXO N° : DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL DEL PROYECTO  
INSTALACIONES PROYECTADAS

---

DIS. : E. JARA B.      REV. : C. HUAYLLASCO M.      FECHA: AGOSTO-2007  
APR. : C. HUAYLLASCO M.      DIB. : C. PRIETO P.      ESCALA: 1:100 000

---

**YURA-10**

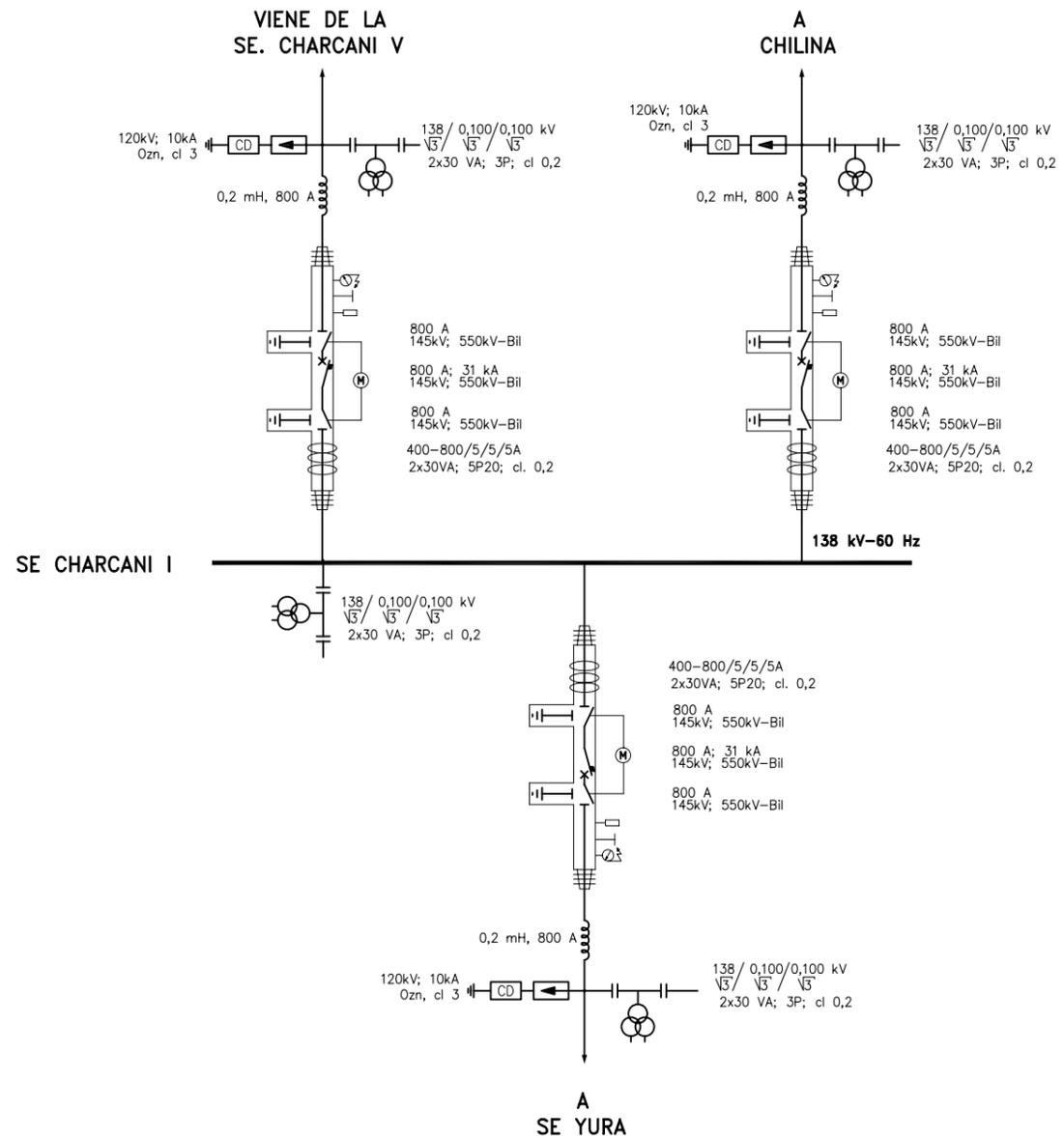
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN	CANT.
	Bahía Híbrida compacta 145 kV para línea; 800A; 145kV; (550/750 kV-Bil)-(interno/externo); Configuración Simple Barra conformado por transformador de corriente, interruptor, seccionador de barra y de línea	3
	Interruptor de potencia	
	Seccionador con cuchilla de puesta a tierra	
	Dispositivo de control de densidad	
	Rupture Disc	
	Conección a Gas	
	SF6/AIR BUSHING	
	Transformador de corriente	

LEYENDA	
	Transformador de Tensión 138kV/0,1/0,1/0,1 kV 2x30 VA, cl 3P+0,2, 750 kV-BIL
	Pararrayos de Ozon con contador de descargas
	Trampa de Onda

**Notas:**

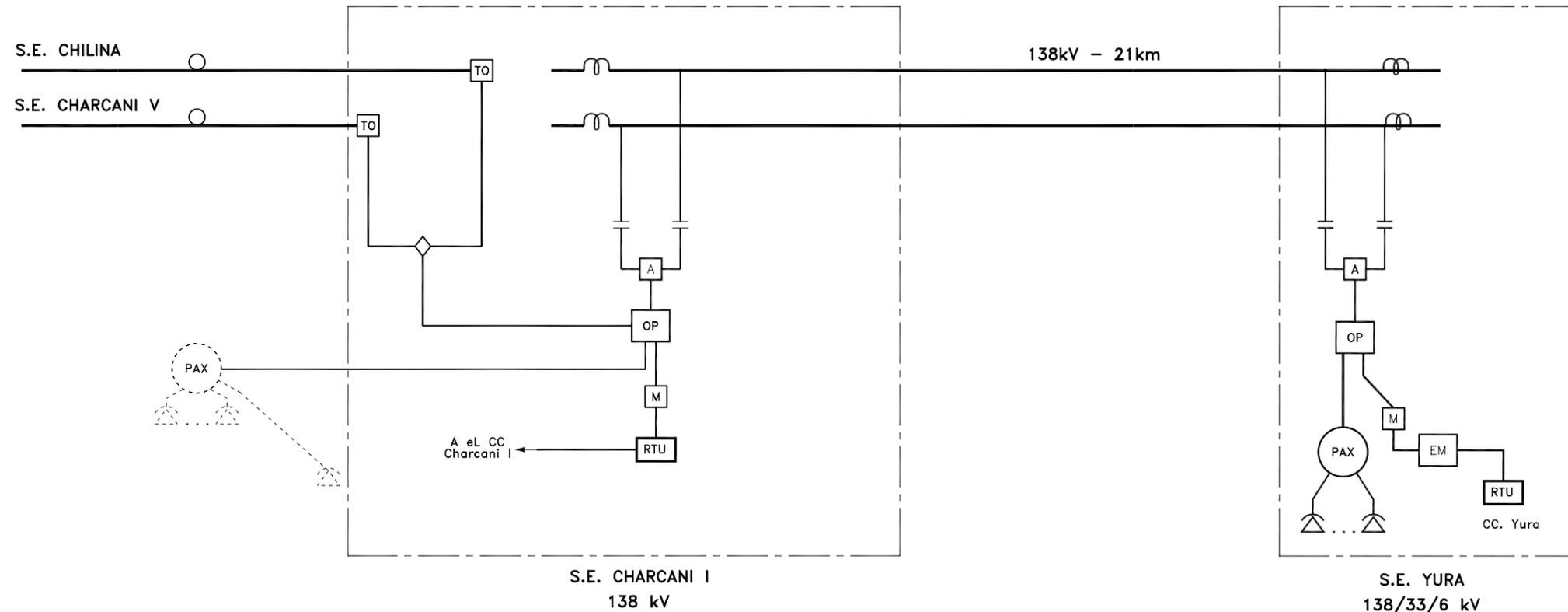
- 1.- La utilización de equipos compactos (Celda Híbrida) permitirá emplazar la subestación aledaña a la C.H. Charcani I y utilizar los servicios auxiliares de dicha central.
- 2.- Esta es una subestación nueva y será de propiedad de Yura

	Instalaciones Proyectoadas
	Instalaciones Existentes
	Instalaciones Futuras



 <b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>		
<b>TESIS :</b> ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA LÍNEA EN 138 kV CHARCANI V-YURA O CHARCANI I-YURA		
<b>ANEXO :</b> DIAGRAMA UNIFILAR SE CHARCANI I 138 kV		
<b>DIS. :</b> E. JARA B.	<b>REV. :</b> C. HUAYLLASCO M.	<b>FECHA:</b> AGOSTO-2007
<b>APR. :</b> C. HUAYLLASCO M.	<b>DIB. :</b> C. PRIETO P.	<b>ESCALA:</b> S/E
<b>ANEXO N°</b> <b>YURA-11</b>		

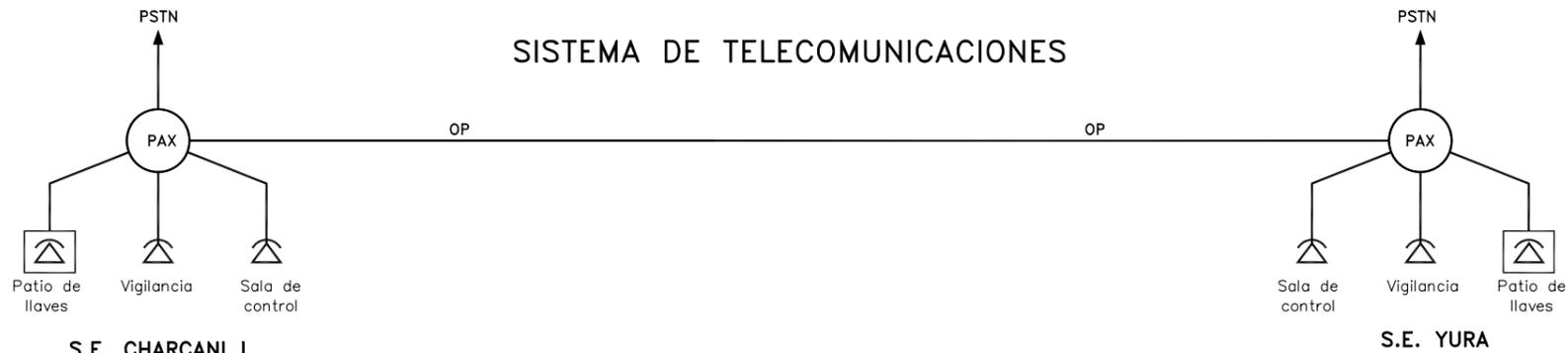
## SISTEMA DE CONTROL



- |  |   |                             |                            |
|--|---|-----------------------------|----------------------------|
| <b>PAX</b> Central telefónica automática                 | <b>M</b> Modem                            | Aparato telefónico          | Instalaciones del proyecto |
| <b>RTU</b> Unidad terminal remota de datos               | <b>CO</b> Convertidor Electro Óptico      | Condensador de acoplamiento | Cable de fibra óptica ADSS |
| <b>OP</b> Equipo de onda portadora                       | Concentrador difusor de datos             | Trampa de onda              |                            |
| <b>A</b> Unidad de acoplamiento y protección fase a fase | <b>TO</b> Equipo terminal de fibra optica | <b>CC</b> Centro de control |                            |

- Notas:**
- Instalaciones Existentes
  - Instalaciones existentes
  - EM** Estación Maestra con Interfase Hombre Máquina para control de las SS.EE Puerto, Mazuko y San Gabán

## SISTEMA DE TELECOMUNICACIONES



- LEYENDA**
- PAX** Central telefónica automática
  - OP** Circuito soportado por enlace de onda portadora
  - PSTN** Circuito de la red de telefonía pública
  - Aparato telefónico de mesa
  - Aparato telefónico de intemperie
  - Instalaciones existentes

<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA Y ELECTRONICA</b>		
<b>TESIS : ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE LA LÍNEA EN 138 kV CHARCANI V-YURA O CHARCANI I-YURA</b>		
<b>ANEXO : DIAGRAMA UNIFILAR SISTEMA DE CONTROL Y TELECOMUNICACIONES</b>		
DIS. : E. JARA B.	REV. : C. HUAYLLASCO M.	FECHA: AGOSTO-2007
APR. : C. HUAYLLASCO M.	DIB. : C. PRIETO P.	ESCALA: S/E
		YURA-12

## BIBLIOGRAFÍA

1. Electrical Trasmisión and Distribution –Reference Book-Westing House Electric Corporation.
2. Desing Guide for Rural Substations –RUS Bulletin –1724-300
3. Análisis de Sistemas de Potencia- John Grainger y Willian Stevenson.
4. REA Bulletin 62-1 “Desing Manual for High Voltage Transmission Lines”
5. NESC C2-1997 “Nacional Electrical Safety Code” NESC Handbook
6. Manual de diseño “Redes Energía Eléctrica” Parte II: Líneas de Transmisión ENDESA- Departamento Eléctrico
7. Manual de diseño “Projetos Mecánicos das Linhas Aéreas de Transmissao”
8. Transmission Products “Maclean Power System”
9. Manual de diseño “Diseño de Lineas de Transmisión Aereas a Altas Tensiones” Ing. Hernan Untiveros Zaldivar