D	Edición Final	12/05/2022	AVN	AVN	ELS
C	Emitido para aprobación del COES	14/02/2022	NPC	AVN	ELS
B	Emitido para aprobación del COES	28/06/2021	NPC	AVN	ELS
A	Emitido para revisión interna	16/06/2021	NPC	AVN	AVN
Rev.	Descrip ción	Fecha	Ejec.	Rev.	Apr.

"AMPLIACION S.E. ILO 138/22.9/10 kV,

PROVINCIA DE ILO, REGION MOQUEGUA"

PACOSA SAC
INGENIERÍA E INFRAESTRUCTURA

electrosur s.a.

Título:

Estudio de Operatividad – 1era Etapa

Subtítulo:

SE-ILO-DOC-02 Resumen Ejecutivo

Revisión

D

Ingeniero Responsable: Aldo Viacava Nájera CIP: 54926

Contents

1. OBJETIVO 4

2. ANTECEDENTES 4

3. UBICACIÓN Y ACCESO 4

4. NORMAS APLICABLES 4

5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO 5

5.1. Condiciones Ambientales 5
5.2. Condiciones Sísmicas 5
5.3. Niveles de Aislamiento 5
5.4. Niveles de Corto Circuito 5
5.5. Capacidad del sistema de barras y equipos. 5
5.6. Distancias de Seguridad. 6

6. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES 6

6.1. Bahía en 138 kV 6
6.2. Bahía del Transformador 6
6.3. Bahías de Celdas en 10,5 kV 7

7. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS INSTALADAS 7

7.1. Normas y referencias 7
7.2. Características del Sistema 7
7.3. Equipos Proyectados para el proyecto. 8
7.3.1. Aislamiento de los Equipos 8
7.3.2. Pararrayos 8
7.3.3. Interruptor 8
7.3.4. Seccionador 9
7.3.5. Transformadores de Tensión tipo Capacitivo 9
7.4. Descripción de las obras y equipamiento Electromecánico 9
7.4.1. Equipos Proyectados en 138 kV 10
7.4.2. Equipos Proyectados en 22.9 kV 10
7.4.3. Equipos Proyectados en 10.5 kV 10
7.4.4. Celda Metal Clad de Llegada de 22.9 kV (01 Unidad) 10
7.4.5. Celdas Metal Clad de Salida - Línea 22.9 kV (03 Unidades) 11
7.4.6. Celda Metal Clad de Medición 22.9 kV (01 Unidad) 11
7.4.7. Celda Metal Clad Ziga Zag, Adicional 11
7.4.8. Transformador Zigzag de 200 kVA, 125 kVp-BIL 11
7.4.9. Celda Metal Clad de Llegada de 10.5 kV 11
7.4.10. Celdas Metal Clad de Salida - Línea 10.5 kV (02 Unidades) 11
7.4.11. Celda Metal Clad de Conexión al transformador SSAA 10.5/0.38/0.22 kV (01 Unidad) 12
7.4.12. Transformador de SSAA 150 kVA, 3Ø, 60 Hz; 10,5±2x2.5%/0.38-0.23 kV; Dyn5. 12
7.4.13. Celda Metal Clad de Medición 10.5 kV (01 Unidad) 12
7.4.14. Celda Metal Clad de Acoplamiento 10.5 kV (01 Unidad) 12
7.5. Cables de media tensión 12
7.5.1. Conexión del transformador de potencia con celda de llegada 10.5 kV 12
7.5.2. Conexión del transformador de potencia con celda de llegada 22.9 kV 12
7.5.3. Conexión entre celdas nuevas y celdas existentes en 10.5 kV 12
7.5.4. Conexión del transformador zigzag en 22.9 kV 13
7.5.5. Conexión del transformador de SSAA en 10.5 kV 13
7.5.6. Conexión de alimentadores en 22.9 kV 13
7.5.7. Conexión de alimentadores en 10.5 kV 13
7.6. Sistema de Puesta a Tierra 13
7.7. Sistema de Protección, Control y Medición 13
7.8. Servicios Auxiliares 15

8. OBRAS CIVILES 15
8.1. Explanaciones y movimiento de tierras 16
8.2. Vías de acceso 16
8.3. Cerco perimétrico 16
8.4. Patio de llaves 16
8.5. Equipos y pórticos 16
8.6. Transformador de potencia 17
8.7. Canaletas de Cable 17
8.8. Buzones 17
8.9. Ductos 17
8.10. Edificio de Control 18
8.11. Instalaciones sanitarias 18

9. PLAZO DE EJECUCION DEL PROYECTO 18

10. Conclusiones de los estudios eléctricos Estudios de estado estacionario 19

11. Conclusiones de los Estudios de coordinación de protecciones. 20

12. ANEXOS 25

1. OBJETIVO

El objetivo del presente documento es resumir los trabajos del proyecto: "Ampliación de la S.E. Ilo 138/22.9/10.5 kV, provincia de Ilo, región Moquegua" a nivel de Resumen Ejecutivo para la solicitud del alcance del estudio de operatividad al COES.

Teniendo como alcance del proyecto el Estudio de Operatividad que abarca la primera etapa de la ampliación, la cual considera solo un transformador en servicio.

2. ANTECEDENTES

Los antecedentes del proyecto son los siguientes:

- La convocatoria de la Adjudicación Simplificada N° AS-SM-31-2016-ES-1 para la contratación del consultor que se encarga del "Servicio de Elaboración Del Estudio a Nivel Perfil Y Expediente Técnico Definitivo del Proyecto: Ampliación De La S.E. ILO 138/22.9/10 KV Provincia De Ilo, Región Moquegua", fue publicada en el Sistema Electrónico de Contrataciones del Estado – SEACE el 26 de Julio del 2016.
- Electrosur cuenta con un estudio de ingeniería de detalle que fue presentada por la contratista Pacosa la cual se encuentra actualizada con los equipos que se encuentran en obra.
- Electrosur cuenta con un estudio de Pre- Operatividad aprobado por el COES la cual se tomará como referencia para la elaboración del Estudio de Operatividad como indica el PR20 del COES con la actualización de los equipos ya instalados en obra.

3. UBICACIÓN Y ACCESO

El ámbito del Estudio del Proyecto pertenece a los distritos Ilo, Pacocha, de la provincia de Ilo, departamento de Moquegua; las subestaciones asociadas están ubicadas en el ámbito de las siguientes coordenadas:

4. NORMAS APLICABLES

Los siguientes criterios y normas técnicas han sido utilizados:

- Ley de Concesiones Eléctricas decreto Ley 25844
- Código Nacional de Electricidad, Suministro.
- Reglamento Nacional de Edificaciones
- American Concrete Institute - AIC Para el Diseño Electromecánico:
- RUS Bulletin 1724E-300 "Design Guide for Rural Substations"
- NESC C2-1997 "National Electrical Safety Code"
- IEEE80 – 2000 "Guide for Safety in AC Substations Grounding"
- IEC 60071-1 y 60071-2 "Insulation Coordination "

5. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO

5.1. Condiciones Ambientales

Por su ubicación geográfica, Ilo posee un clima templado, benigno y acogedor. Durante los meses de invierno se observan densas neblinas al amanecer, denominadas "camanchacas", y fuertes vientos de dirección suroeste.

- Temperatura mínima : 10,0 – 13,0 °C.
- Tempo. Promedio máximo : 25,0 - 32,0 °C.
- Temperatura media : 14,0 - 18,4 °C.
- Velocidad del viento : 20 km/h
- Humedad relativa : 80 %
- Presión : 1012 mb
- Punto de rocío : 14,0 °C
- Índice de calor : 24,0 °C

5.2. Condiciones Sísmicas

Aceleración Horizontal (Z) : 0,4 g

Zonificación sísmica, según Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú: Zona : 4 (según RNE)

5.3. Niveles de Aislamiento

Niveles de tensión admisible impuesta a los equipos de alta tensión:

Tensión nominal	138 kV	22.9 kV	10.5kV
Tensión máxima de servicio	145 kV	24 kV	12 kV
Valores de Tensión Externos (solo bushings):			
Tensión de Sostenimiento a Impulso 1,2/50 us	650 kVp	125 kVp	75 kVp
Valores de Tensión Internos:			
Tensión de Sostenimiento a Impulso 1,2/50 us:	650 kVp	125 kVp	75 kVp

5.4. Niveles de Corto Circuito

De acuerdo a los estudios efectuados el nivel de cortocircuito para el año 2020 se tendría el nivel de cortocircuito llegará a:

Nivel de tensión	138 kV	22.9 kV	10.5 kV I cc Trifásico
adoptado:	40 kA	31.5 kA	25 kA

Estos valores han sido normalizados debidos a directivas dadas por el COES para equipos a instalarse en el SEIN (Sistema Electrico Interconectado Nacional).

5.5. Capacidad del sistema de barras y equipos.

Las barras en 138 kV tienen una capacidad de 20/25 MVA ONAN/ONAF. En la

actualidad de esta barra se deriva en "PI" de la línea de 138 kV S.E. ILO 01- S.E. Quebrada Honda mediante la celda GIS en 138 kV, la celda se conecta a la barra en 138 kV y presenta disposición de 22,9 kV y 10,5 kV las cuales suministran energía a la localidad de Ilo para pampa inalámbrica y puerto, así como se suministra energía a los servicios auxiliares de esta subestación.

5.6. Distancias de Seguridad.

Nivel de Tensión	:	138 kV	22,9 kV	10,5 kV
Distancia mínima fase – fase	:	2,50 m	0,5 m	0,30 m
Distancia mínima fase – tierra	:	1,80 m	0,5 m	0,30 m
Altura mínima del soporte de equipos	:	2,25 m	----	----

6. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES EXISTENTES

La subestación Ilo se deriva en "PI" de la Línea en 138 kV S.E. Ilo 01 – S.E. Quebrada Honda mediante Celdas de Línea en GIS en 138 kV y una celda de transformación en 138 kV, y presenta una disposición en simple barra en 10,5 kV. La subestación se distribuye de la siguiente manera.

- Bahías en 138 kV
- Bahía del transformador
- Bahías de celdas de 22.9 kV y 10,5 kV.

6.1. Bahía en 138 kV

El equipamiento en 138 kV presenta un seccionador de línea para la derivación en "PI" y una celda para el transformador de potencia en 138 kV, la celda se conecta a la barra en 138 kV y el transformador de potencia se conecta a la barra mediante seccionador de barra.

- La celda cuenta con el siguiente equipamiento:
- Interruptor de potencia en SF6
- Seccionador de línea de mando manual y local
- Transformadores de tensión capacitiva y trampa de onda
- Transformador de corriente y pararrayos en la barra en 138 kV.

6.2. Bahía del Transformador

El transformador de potencia es ABB, 138/22.9/10,5 kV - 20/10/10 MVA ONAN y 25/13/13 MVA ONAF, 140+-8x1%/22.9/10.5 kV, YNd1/YNyn0, con regulación automática.

6.3. Bahías de Celdas en 10,5 kV

Las celdas en 10,5 kV se encuentran agrupadas en cabinas metálicas del tipo exterior, agrupadas según:

- Celda 290 de conexión entre los cables de energía y las barras de las celdas, equipada con un seccionador de barra
- Celda 294 de enlace de barra en 10,5 kV y de servicios auxiliares, equipada con un seccionador, un cut-out y el transformador de servicios auxiliares
- Celda 291 que alimenta la terna D, con interruptor en aceite y un seccionador.
- Celda 292 que alimenta la terna A, con interruptor en aceite y un seccionador
- Celda 293 que alimenta las ternas G e I, con interruptor en aceite y un seccionador
- Celda 390 de conexión entre los cables de energía y las barras de las celdas, equipada con un seccionador de barra
- Celda 394 de enlace de barra en 10,5 kV y de servicios auxiliares, equipada con un seccionador, un cut-out y el transformador de servicios auxiliares
- Celda 391 que alimenta la terna C, con interruptor en aceite y un seccionador.
- Celda 392 que alimenta las ternas E y F, con interruptor en aceite y un seccionador
- Celda 393 que alimenta la terna B, con interruptor en aceite y un seccionador

7. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES PROYECTADAS INSTALADAS

7.1. Normas y referencias

Los criterios a emplear en el diseño de las Subestaciones de transmisión se regirán principalmente por las siguientes normas:

Código Nacional de Electricidad Suministro 2001.

- Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844.
- IEC 60071-2 Coordinación de aislamiento – guía de aplicación.
- NESC (National Electrical Safety Code)
- RUS BULLETIN 1724E-200 (Rural Utilities Service)
- RUS BULLETIN 1724E-300 (Design Guide for Rural Substations)
- ANSI (American National Standard Institute)
- NESC C2-1997 (National Electrical Safety Code).

7.2. Características del Sistema

La SE Ilo 138/22.9/10.5 KV presentará las siguientes características del sistema eléctrico:

Tensión Nominal, kV	138	22,9	10,5
Tensión máxima del sistema, kV	145	24	12
Frecuencia nominal, Hz	60	60	60
Nivel básico de aislamiento interior al impulso tipo rayo (BIL), kV pico	550	125	75
Nivel básico de aislamiento exterior al impulso tipo rayo (BIL), kV pico	650	145	75
Corriente nominal de cortocircuito, kA	40	31,5	25
Distancia de fuga mínima, mm/kV	31	31	31
Puesta a tierra del sistema	Sólido	Neutro con Resistencia	Solido
Identificación de fases	R, S, T	R, S, T	R, S, T

7.3. Equipos Proyectados para el proyecto.

7.3.1. Aislamiento de los Equipos

- Tensión nominal del sistema : 138 / 22.9 / 10.5 kV
- Tensión máxima del equipo : 145 / 24 / 12 kV
- Tensión de sostenimiento a la frecuencia industrial: 275 / 50 / 28 kV
- Tensión de sostenimiento a la onda de impulso 1,2/50 : 650 / 125 / 95 kVpico.

7.3.2. Pararrayos

La instalación de pararrayos en la subestación, determina el grado de protección de los equipos contra los efectos de las sobretensiones de maniobra y de origen atmosféricos. El pararrayos de óxido metálico cuenta con las siguientes características técnicas:

- Tipo : Oxido Metálico
- Tensión nominal del sistema : 138 / 22.9 / 10.5 kV
- Tensión Máxima de Operación : 145 / 24 / 12 kV
- Tensión Nominal del pararrayos : 120 / 15 / 15 kV
- Tensión de Operación Permanente : 98 / 12 / 12 kV
- Línea de Fuga del aislador : 31 mm/kV

7.3.3. Interruptor

El interruptor es trifásico, de operación tripolar; con cámara de interrupción que extingue el arco en gas SF6.

- Tensión nominal del sistema : 138 / 22.9 / 10.5 kV
- Aislamiento al impulso : 650 / 125 / 75 kV-BIL
- Línea de fuga de los bushing : 31 mm/kV

7.3.4. Seccionador

El seccionador de barra es en 138 kV, de instalación horizontal, del tipo exterior y cuentan con las siguientes características:

- Tensión nominal del sistema : 138 kV
- Aislamiento al impulso : 650 kV-BIL
- Línea de fuga de los bushing : 31 mm/kV

7.3.5. Transformadores de Tensión tipo Capacitivo

Los transformadores de medida cuentan con las siguientes características de aislamiento:

- Tensión nominal del sistema : 138 kV
- Aislamiento al impulso : 650 kV-BIL
- Línea de fuga de los bushing : 31 mm/kV

7.4. Descripción de las obras y equipamiento Electromecánico

A continuación, se describe las obras electromecánicas realizadas para la ampliación de la subestación Ilo:

Se desmontaron los equipos y pórticos antiguos de alta tensión en 138 kV que no son utilizados actualmente.

En el espacio libre generado, se implementó una bahía de transformación 138 kV, y un nuevo transformador de potencia en 138/22,9/10.5 kV 20-25/16-20/8-10 MVA ONAN-ONAF, tipo de conexión YN/d1/yn0, el cual podrá estar en funcionamiento paralelo al transformador existente, gracias a la instalación de celdas de acoplamiento y sistemas de control que monitoreen el sincronismo del funcionamiento de ambos transformadores de potencia. Esta bahía de transformación se conectará de la barra en 138 kV existente ya que será una ampliación de la barra existente, de esta barra se alimentarán ambos transformadores de potencia, el existente que está en servicio y el nuevo a instalarse.

En el espacio a demoler donde se encuentran actualmente las celdas en desuso se implementará un edificio de control para los tableros de control y protección, celdas de media tensión tipo metal clad en 22,9 kV y celdas en 10.5 kV.

Se ampliará canaletas y se implementará pórticos para una nueva barra en 138 kV para hacer la derivación desde el sistema de barras existente según se detallan en los planos.

Para los servicios auxiliares se implementará un nuevo sistema de servicios auxiliares en 380/220 Vac y 110 Vcc.

El equipamiento principal seria de las siguientes características:

7.4.1. Equipos Proyectados en 138 kV

Para la ampliación de la Subestación Ilo 138 kV se implementó 01 bahía de transformación con el siguiente equipamiento:

- Transformador de Potencia 140kV+-8x1%/22,9/10.5 kV, 20-25/16-20/8-10 (ONAN-ONAF), tipo de conexión YNd1yn0; con transformadores de corriente en los bushing.
- Transformadores de tensión inductivo 145 kV, 138/√3:0,11/√3:0,11/√3 kV; 1x30VA-3P, 1x30 VA-cla. 0.2, 650 kV-BIL, con tablero de agrupamiento.
- Interruptor de Potencia Trifásico a gas SF6 145 kV; 650 kV-BIL;40 kA, 2000 A, línea de fuga 31 mm/kV; incluye tablero con mecanismo de mando eléctrico.
- Seccionador de Barra Tripolar, disposición horizontal, 145 kV; 650 kV-BIL; 2000 A; con mecanismo de mando eléctrico.
- Pararrayos tipo oxido de zinc, Ur=120 kV, Uc=98 kV, In=10 kA, clase 3; línea de fuga 31 mm/kV, con contador de descarga.

7.4.2. Equipos Proyectados en 22.9 kV

- Pararrayos tipo oxido de zinc, Ur=21 kV, Uc=16 kV, In=10 kA, clase 3; con contador de descarga.

7.4.3. Equipos Proyectados en 10.5 kV

- Pararrayos tipo oxido de zinc, Ur=12 kV, Uc=9 kV, In=10 kA, clase 3; con contador de descarga.

7.4.4. Celda Metal Clad de Llegada de 22.9 kV (01 Unidad)

- 1 interruptor de Potencia de operación tripolar tipo extraíble para instalación interior en celda: 24 kV; 1250 A; 125 kVp-BIL; 31.5 kA.
- 3 transformadores de corriente monofásico de tres devanados; 24 kV, 125 kVp-BIL;300-450-600/5/5/5 A, 2x20 VA, 5 P20; 1x20 VA, cl 0,2.
- 3 transformadores de tensión monofásico inductivo para instalación interior de 22.9: √3 /0,11: √3 /0,11: √3 kV; 2x25 VA;3P; cl 0,2; 125 kVp-BIL.
- 1 seccionador de puesta a tierra.

7.4.5. Celdas Metal Clad de Salida - Línea 22.9 kV (03 Unidades)

- 3 interruptores de Potencia de operación tripolar tipo extraíble para instalación interior en celda: 24 kV; 125 kVp-BIL; 630 A; 31.5 kA
- 3 transformadores de corriente monofásico de dos devanados; 24 kV, 125 kVp- BIL; 200/5/5 A, 15 VA-5P20; 15 VA-0,2.
- 3 seccionador de puesta a tierra.

7.4.6. Celda Metal Clad de Medición 22.9 kV (01 Unidad)

- 03 transformadores de Tensión monofásicos 24 kV, 125 KVp (BIL), 22.9/√3 / 0.11/√3/ 0.11/√3, 1x10VA, cl 0,2 y 2 x 25 VA - 3P, para instalación en interior con fusibles.

7.4.7. Celda Metal Clad Ziga Zag, Adicional

- 1 interruptor de Potencia de operación tripolar tipo extraíble para instalación interior en celda: 24 kV; 125 kVp-BIL; 630 A; 31,5 kA.
- 3 transformadores de corriente de un devanado; 24 kV, 125 kVp-BIL, 15/5 A 15 VA, 5P20.
- 1 seccionador de puesta a tierra.

7.4.8. Transformador Zigzag de 200 kVA, 125 kVp-BIL

7.4.9. Celda Metal Clad de Llegada de 10.5 kV

- 1 interruptor de Potencia de operación tripolar tipo extraíble para instalación interior en celda: 12 kV; 1250 A; 75 kVp-BIL; 25 kA, con accionamiento motorizado 110 Vdc
- 3 transformadores de corriente monofásico de tres devanados; 12 kV, 75 kVp-BIL;300-450-600/5/5/5 A, 2x20 VA -5P20; 1x20 VA, cl 0,2. FS5
- 3 Transformadores de tensión monofásico inductivo para instalación interior de 12:√3 /0,11:√3 /0,11:√3 kV; 2x20 VA;3P; cl 0,2; 75 kVp-BIL.
- 3 portafusibles y fusibles
- 1 cuchilla de puesta a tierra manual de 12 kV, 650 mm, 31.5 kA + Bobina.
- 1 divisores capacitivos de tensión con indicación, 12 kV

7.4.10. Celdas Metal Clad de Salida - Línea 10.5 kV (02 Unidades)

- 1 interruptor de Potencia de operación tripolar tipo extraíble para instalación interior en celda: 12 kV; 400 A; 75 kVp-BIL; 25 kA.
- 3 transformadores de corriente monofásico de dos devanados; 12 kV, 75 kVp- BIL; 300/5/5 A, 15 VA-5P20; 15 VA-0,2.
- 1 seccionador de puesta a tierra.

7.4.11. Celda Metal Clad de Conexión al transformador SSAA 10.5/0.38/0.22 kV (01 Unidad)

- Seccionador fusible tripolar bajo carga para instalación interior en celda.

7.4.12. Transformador de SSAA 150 kVA, 3Ø, 60 Hz; 10,5±2x2.5%/0.38-0.23 kV; Dyn5.

7.4.13. Celda Metal Clad de Medición 10.5 kV (01 Unidad)

- 3 Transformadores de tensión monofásico inductivo para instalación interior de 12:√3 /0,11:√3 /0,11:√3 kV; 2x10 VA;3P; cl 0,2; 75 kVp-BIL, para instalación interior con fusibles.

7.4.14. Celda Metal Clad de Acoplamiento 10.5 kV (01 Unidad)

Esta celda estará destinada al acoplamiento con la barra de 10 .5 kV existente, con el fin de dar mayor confiabilidad al servicio, estará conformado por los siguientes equipos:

- 1 interruptor de Potencia de operación tripolar tipo extraíble para instalación interior en celda: 12 kV; 400 A; 75 kVp-BIL; 25 kA.
- 3 transformadores de corriente monofásico de tres devanados; 12 kV, 95 kVp-BIL;300-450-600/5/5/5 A, 2x20 VA, 5 P20; 1x20 VA, cl 0,2.
- 1 seccionador de puesta a tierra.

7.5. Cables de media tensión

7.5.1. Conexión del transformador de potencia con celda de llegada 10.5 kV

Será con una terna de cables de energía de sección 240 mm2, 12/20 kV de tipo N2XSY, aislamiento XLPE

7.5.2. Conexión del transformador de potencia con celda de llegada 22.9 kV

Será con una terna de cables de energía de sección 240 mm2, 18/30 kV de tipo N2XSY, aislamiento XLPE

7.5.3. Conexión entre celdas nuevas y celdas existentes en 10.5 kV

Será con una terna de cables de energía de sección 240 mm2, 12/20 kV de tipo

N2XSY, aislamiento XLPE

7.5.4. Conexión del transformador zigzag en 22.9 kV

Será con una terna de cables de energía de sección 50 mm2, 18/30 kV de tipo N2XSY, aislamiento XLPE

7.5.5. Conexión del transformador de SSAA en 10.5 kV

Será con una terna de cables de energía de sección 50 mm2, 12/20 kV de tipo N2XSY, aislamiento XLPE

7.5.6. Conexión de alimentadores en 22.9 kV

Será con una terna de cables de energía de sección 120 mm2, 18/30 kV de tipo N2XSY, aislamiento XLPE

7.5.7. Conexión de alimentadores en 10.5 kV

Será con una terna de cables de energía de sección 120 mm2, 12/20 kV de tipo N2XSY, aislamiento XLPE

7.6. Sistema de Puesta a Tierra

Se amplió la malla de tierra profunda existente de la subestación, para lo cual se emplearon conductores de 95 mm² de cobre enterrados a una profundidad 1 m, jabalinas de 2,4 m y Ø16 mm y empalmes mediante soldadura exotérmica, la red de tierra superficial (conexión a equipos) se hizo con conductores de 70 mm².

7.7. Sistema de Protección, Control y Medición

Los tableros de Protección, Control y Medición incluyen los relés de protección (principal y de respaldo), el controlador de bahía y un equipo de medición, todos ellos conectados a la Unidad Maestra del Sistema de Control y Supervisión de la Subestación (SCS), además de todo el equipo secundario o auxiliar que hacen que funcione como un sistema.

A continuación, se detallan los equipos de control y protección en los diferentes tableros:

- Equipo multifunción de protección principal del transformador de potencia con las siguientes funciones de protección:
  - 50/51 : Protección de sobrecorriente instantánea/temporizada de fase
  - 50N/51N : Protección de sobrecorriente a tierra instantánea/temporizada
  - 67/67N : Protección de sobrecorriente direccional de fases/a tierra
  - 27/59 : Protección de Mínima y sobre tensión
  - 25 : Función de chequeo de Sincronismo
  - 79 : Función de Recierre
  - 81 : Función de Frecuencia con 8 etapas
  - 50BF : Falla de Interruptor

    Función de Derivada de Frecuencia y Umbral de Frecuencia

- RF : Registro de Falla
- RE : Registro de eventos
- LF : Localización de fallas
- OSC : Oscllografia

Entradas análogas 1/5 A, puerto de comunicación frontal RJ45 (Ethernet), protocolo de comunicación IEC 61850, DNP3, Ethernet RJ 485, serial RS232, IRIG-B.

- Equipo multifunción de protección de respaldo del transformador de potencia con las siguientes funciones de protección:

  - 50/51 : Protección de sobrecorriente instantánea/temporizada de fase
  - 50N/51N : Protección de sobrecorriente a tierra instantánea/temporizada
  - 67/67N : Protección de sobrecorriente direccional de fases/a tierra.
  - 27/59 : Protección de Mínima y sobre tensión
  - 25 : Función de chequeo de Sincronismo
  - 79 : Función de Recierre
  - 81 : Función de Frecuencia con 8 etapas
  - 50BF : Falla de Interruptor Función de Derivada de Frecuencia y Umbral de Frecuencia
  - RF : Registro de Falla
  - RE : Registro de eventos
  - LF : Localización de fallas
  - OSC : Oscllografia

  El equipo tendrá funciones para envío de datos a un sistema Scada por lo que tendrá puertos y protocolo de comunicación IEC61850.

  El equipo tendrá funciones de controlador de bahía con pantalla mímico digital grande para control, mando, indicación de parámetros y alarmas en tiempo real, envío de datos a un sistema Scada por lo que tendrá puertos y protocolos de comunicación.

- Equipo multifunción Protección de Celdas de 22.9 kV, que estará instalado en las mismas celdas de 22.9 kV, con las siguientes funciones de protección:

  - 50/51 : Protección de sobrecorriente instantánea/ temporizada de fase
  - 50N/51N : Protección de sobrecorriente a tierra instantánea/temporizada
  - 67/67N : Protección de sobrecorriente direccional de fases/a tierra
  - 27/59 : Protección de Mínima y sobre tensión
  - 25 : Funciónde chequeo de Sincronismo
  - 79 : Función de Recierre
  - 81 : Función de Frecuencia con 8 etapas

  El equipo tendrá entradas análogas 1/5 A, puerto de comunicación frontal RJ45 (Ethernet), protocolo de comunicación IEC 61850, DNP3, Ethernet RJ 485, serial

RS232, IRIG-B.

- Equipo multifunción Protección de Celda 10.5 kV, que estará instalado en la misma celda de 10.5 kV, con las siguientes funciones de protección:
  - 50/51 : Protección de sobrecorriente instantánea/ temporizada de fase.
  - 50N/51N : Protección de sobrecorriente a tierra instantánea/temporizada
  - 67/67N : Protección de sobrecorriente direccional de fases/a tierra
  - 27/59 : Protección de Mínima y sobre tensión

  El equipo tendrá entradas análogas 1/5 A, puerto de comunicación frontal RJ45 (Ethernet), protocolo de comunicación IEC 61850, DNP3, Ethernet RJ 485, serial RS232, IRIG-B.

- 86 : Relé de disparo y bloqueo.

- Equipo multifunción Protección de Celda Zig Zag de 22.9 kV con las siguientes funciones de protección:
  - 50/51 :Protección de sobrecorriente instantánea/temporizada de fase
  - 50N/51N : Protección de sobrecorriente a tierra instantánea/temporizada
  - 67/67N : Protección de sobrecorriente direccional de fases/a tierra

  El equipo tendrá entradas análogas 1/5 A, puerto de comunicación frontal RJ45 (Ethernet), protocolo de comunicación IEC 61850, DNP3, Ethernet RJ 485, serial RS232, IRIG-B.

7.8. Servicios Auxiliares

Se implementará un nuevo sistema de servicios auxiliares, en 380/220 Vac y 110 Vcc, los cuales tendrán sus propios tableros e independientes de los servicios auxiliares existentes.

A continuación, se detalla las aplicaciones en los diferentes niveles de tensión de servicios auxiliares:

- Corriente continua para control y protección : 110 Vcc
- Corriente alterna, para motores, calefacción, etc. : 380/220 Vca
- Corriente alterna para equipos de cómputo: 220 Vca Todos los equipos alimentados con estas tensiones se especificaron con capacidad para operar satisfactoriamente en cualquier valor entre el 85% y 110% de la tensión nominal.

8. OBRAS CIVILES

El trabajo consiste en la ejecución de diversas fundaciones para la ampliación de la

SE Ilo, entre ellas están la fundación del transformador de potencia, equipos del patio de llaves, bases de pórticos, muro cortafuego y un edificio de control. Cabe mencionar que estas estructuras se están proyectando sobre una subestación ya existente.

Las características de la fundación son competentes con buenas características de comportamiento

8.1. Explanaciones y movimiento de tierras

Si bien la ubicación de la SE Ilo se encuentra sobre una superficie llana, es necesario, realizar nivelaciones con fines de cimentar las estructuras

8.2. Vías de acceso

Las vías de acceso de la SE Ilo son proyectadas con un ancho mínimo de 5.00 m que permita ingresar y salir a cualquier vehículo dentro de la subestación.

El acceso rodea toda la SE para que viabilice el traslado de equipos hasta la zona más alejada de la subestación, asimismo permita las operaciones de montaje en la construcción y mantenimiento después de ella.

8.3. Cerco perimétrico

El cerco perimétrico ya es existente, la zona intervenida en la construcción afectará el cerco existente, por tanto, va ser necesario su implementación en la zona afectada, el cual deberá tener las mismas características del actual.

8.4. Patio de llaves

El patio de llave está compuesto por distintos equipos y estructuras necesarias para el funcionamiento de la subestación.

En la siguiente lista se coloca las estructuras proyectadas en el patio de llave.

8.5. Equipos y pórticos

Cuadro 2-1 Equipos y pórticos en patio de llaves

Base	Descripción	Cantidad de equipos	Cantidad de cimentaciones
TP-1	Transformador de potencia	**01**	**01**
IP-1	Interruptor de potencia	**01**	**01**
TT-1	Transformador de Tensión	**03**	**03**
SB-1	Seccionador de barra	**01**	**01**
BP-1	Bases de pórtico de barras	**02**	**02**

Luego de una revisión minuciosa de las cimentaciones del pórtico de la zona energizada, se ha decidido en forma conjunta con la Supervisión y la opinión favorable del FONAFE, que las bases de concreto actuales de las 02 columnas del

pórtico de la zona energizada se utilicen para el nuevo pórtico, por los siguientes motivos:

- La excavación necesaria para poder demoler estas bases sería de tales dimensiones que ponen en riesgo no solo la canaleta de cables existentes y en servicio, sino también las fundaciones de los equipos de 138 kV existentes y en servicio, las que podrían colapsar, poniendo en riesgo las instalaciones existentes, a las personas y a los trabajadores.
- Para hacer los trabajos en forma segura, habría que sacar de servicio la Subestación por lo menos 05 días continuos, lo que no es posible para Electrosur.
- Se han hecho pruebas de resistencia del concreto de las bases existentes, habiéndose encontrado valores mayores de 320 kg/cm2, es decir, superiores a los exigidos en la Ingeniería de Detalle, por lo que se justifica el uso de las bases existentes.

La cimentación de equipos y pórticos se prevé que cubrirá una zona de relleno controlado que será reemplazado por los trabajos de explanación, corte y relleno o en su defecto el suelo mismo encontrado, para el cual las zapatas tienen dimensiones de modo que son acondicionadas para la situación más desfavorable.

Las estructuras proyectadas, en contacto con el terreno serán construidas con concreto armado de resistencia mínima a la compresión de 320 kg/cm2, de acuerdo a los resultados del Estudio de Suelos efectuado y la alta agresividad del terreno, el resto de estructuras serán de 210 kg/cm². Los lados de la estructura serán encofrados en caravista con acabado libre de prominencias.

8.6. Transformador de potencia

Es la estructura más pesada dentro del patio de llaves, a la cual se le ha provisto un área necesaria y suficiente para el emplazamiento y control de asentamiento de dicha estructura.

8.7. Canaletas de Cable

Las canaletas de cables en el patio de llaves tendrán dos secciones típicas: canaleta C1 (0,60 m x 0,60 m) y canaleta C2 (0,40 m x 0,40 m). Serán de concreto armado de $f'c$=210 kg/cm² asimismo llevarán tapas de pequeños bloques de concreto cuyas dimensiones serán de 0,25 m x 0.80 m para la canaleta C1 y de 0,25 m x 0,60 m para la canaleta C2, en el caso de que la canaleta tenga que cruzar por debajo de las vías (ductos enterrados) lo hará mediante un cubículo de tuberías de 16 Ø 4" agrupadas con concreto de $f'c$=175 kg/cm², y los demás detalles se presentan en los planos

8.8. Buzones

Los buzones son estructuras encargadas de la inspección de los conductos de cable dentro de la subestación. Se ha proyectado la construcción de 2 buzones al lado del edificio de control.

8.9. Ductos

Los ductos permiten el traslado de cables a través de tuberías enterradas.

8.10. Edificio de Control

La estructuración del edificio de control es aporticada para las dos direcciones, en el edificio de control los elementos de albañilería son considerados tabiques divisores de ambientes sin ningún aporte de rigidez y resistencia a la estructura. El concreto a utilizarse para las cimentaciones y demás estructuras en contacto con el terreno será de 320 kg/cm2, de acuerdo a los resultados del Estudio de Suelos realizado, al haberse encontrado un terreno altamente agresivo al concreto, por lo que se utilizará cemento tipo V. El concreto usado para las vigas, losa, y las columnetas de amarre de los tabiques será de 210 kg/cm2, mientras que los ladrillos de la albañilería serán King- Kong de 18 huecos de dimensiones de 0,23 x 0,13 x 0,09 m en promedio y estarán unidos por mortero con cal. La losa aligerada es de 20 cm de peralte y será protegido por una capa de aditivo impermeabilizante (Tipo Pintura SIKA Elastomérica para Impermeabilizar Techos o similar), la inclinación del aligerado será mínima o plana cubierto con ladrillo pastelero toda su superficie a una pendiente de maxima 1% esto para que absorba las precipitaciones pluviales que se dieran en el lugar, y la pendiente para evacuar las precipitaciones pluviales cuando superen la capacidad de absorción, la cual difícilmente lo hará debido a que en el lugar no suele llover mucho. El acabado de la estructura será revestido con tarrajeo frotachado en muros y de igual forma el cielorraso, La mezcla de mortero a emplear será 1:1:4 cemento: cal: arena. La vereda será semipulida para evitar el resbalamiento de los transeúntes. El acabado del piso será de cemento pulido, con zócalo del mismo material de 1 m de altura. El contrazócalo exterior será de 30 cm.

8.11. Instalaciones sanitarias

El edificio va contar con un servicio higiénico, los acabados y funcionalidades de acuerdo a las especificaciones del proyecto. Se ha previsto la construcción de una cisterna, tanque elevado y sistema de percolación para el desagüé, al no haber redes de servicio público de agua y desagüé.

9. PLAZO DE EJECUCION DEL PROYECTO

El plazo de ejecución del proyecto se prevé de 12 meses e incluye los siguientes hitos:

- Ingeniería de detalle
- Procura
- Obras Civiles
- Montaje electromecánico instalaciones s eléctricas
- Pruebas
- Puesta en servicio
- Operación experimental

10. Conclusiones de los estudios eléctricos Estudios de estado estacionario

- *Conclusiones generales*

a) En general, los resultados obtenidos muestran claramente que el ingreso del Proyecto Ampliación de la Subestación Ilo ELS – Primera Etapa no altera la confiabilidad ni la operación del sistema eléctrico, por lo que el proyecto se considera viable.

b) Para el caso proyectado en el año 2021 y 2022, se observó que los niveles de tensión en barras, los niveles de carga de los transformadores de potencia y líneas de transmisión del área de influencia de la red en 138kV, se mantienen dentro de los límites de operación establecidos.

c) Para los períodos de estiaje 2021 y avenida 2022 en el sistema de 138 kV no se observan incrementos significativos de las corrientes de cortocircuito respecto al caso base, debido a que el proyecto Ampliación de la Subestación Ilo ELS – Primera Etapa obedece a la des-energización del transformador de potencia existente y a la puesta en servicio del nuevo transformador de potencia, por lo que no se tiene aumento de corriente de cortocircuito.

- *Del análisis de flujos de potencia en operación normal*

a) Para el caso base sin proyecto se observa que el transformador existente de la subestación Ilo Electrosur alcanza un valor máximo de 99% de su capacidad nominal, por lo que se justifica el ingreso de un segundo transformador para abastecer la demanda de la zona

b) En la primera etapa del proyecto, con el transformador de potencia existente TR1 fuera de servicio y con la puesta en servicio del nuevo transformador TR2, se observa que dicho transformador de potencia alcanza un valor máximo de 95% de su capacidad nominal; sin embargo, en la etapa definitiva con los transformadores TR1 y TR2 operando en paralelo se reducirá el nivel de cargabilidad.

c) Para el caso proyectado y con el redespacho de cargas estipulada por el cliente Electrosur S.A tanto en 22.9kV y 10.5kV, se observó que los niveles de tensión en barras, los niveles de carga de los transformadores de potencia y líneas de transmisión del área de influencia del proyecto, se mantiene dentro de los límites de operación establecidos

- *Del análisis de contingencias*

a) De las contingencias 1, 2, 3, 4 y 5 analizadas, para los escenarios de operación estiaje 2021 y avenida 2022, se concluye que no se presentan problemas de sobrecarga ni variaciones de los niveles de tensión en barras fuera de los rangos establecidos para la operación en estado de emergencia.

b) Para el período de estiaje 2021 y avenida 2022, en todas las contingencias analizadas no hay problemas de caída de tensión fuera del límite +10% / -10% de sus tensiones nominales de operación.

- *Del análisis de cortocircuito*

a) Para los períodos de estiaje 2021 y avenida 2022 en el sistema de 138 kV no se observan incrementos significativos de las corrientes de cortocircuito respecto al caso base, debido a que la primera etapa del proyecto obedece a la des-energización del transformador de potencia existente y a la puesta en servicio del nuevo transformador de potencia, por lo que no se tiene aumento de corriente de cortocircuito.

b) Para los períodos de estiaje 2021 y avenida 2022 en barras de 138 kV de la subestación Ilo Electrosur, se obtiene una corriente de cortocircuito trifásicas y monofásicas del orden de 3.72kA y 4.07 kA respectivamente.

c) Para los períodos de estiaje 2021 y avenida 2022 en barras de 22.9 kV de la subestación Ilo Electrosur, se obtiene una corriente de cortocircuito trifásicas y monofásicas del orden de 3.47kA y 0.29 kA respectivamente. El devanado de 22.9 kV de ambos transformadores es delta, sin embargo, en la nueva barra de 22.9kV se instalará un transformador zigzag con una resistencia de puesta a tierra de 22.6 ohm

d) Para los períodos de estiaje 2021 y avenida 2022 en barras de 10.5 kV de la subestación Ilo Electrosur, se obtiene una corriente de cortocircuito trifásicas y monofásicas del orden de 5.24kA y 0.29 kA respectivamente, esto debido a que el neutro del lado de 10.5 kV está puesto a tierra a través de una resistencia de 20.2 ohm

e) Se verificó que los niveles de corriente de cortocircuito obtenidos en el horizonte de análisis están por debajo de las capacidades de ruptura de los interruptores de potencia del proyecto.

f) A su vez se verifico la saturación de los transformadores de corriente, llegando a la conclusión que el proyecto no origina que los niveles de corriente de cortocircuito superen los valores de corriente de saturación de los transformadores de corriente existentes y proyectados.

11. Conclusiones de los Estudios de coordinación de protecciones.

- *Conclusiones generales*

➢ La filosofía de protección implementada en las instalaciones pertenecientes al proyecto "Ampliación Subestación Ilo ELS – Primera Etapa", cumplen con los requisitos mínimos establecidos por el COES y la tecnología de estos equipos asegura que se tenga un sistema de protecciones que actúa bajo los principios básicos de rapidez, selectividad, seguridad y confiabilidad ante eventos o perturbaciones que puedan ocurrir bajo diferentes condiciones de operación de la red sin afectar la integridad del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional SEIN y la continuidad del suministro eléctrico al proyecto Ilo ELS.

- Para el análisis de la coordinación de protecciones se ha considerado el escenario hidrológico de avenida del año 2022, en la condición de máxima demanda, respecto a los escenarios restantes las corrientes de cortocircuito varia ligeramente en comparación con el escenario considerado.

  - <u>Referido a la protección de distancia</u>

- Mediante el análisis de impedancias vistas se verifico que los ajustes existentes de la protección de distancia Ilo 3 – Ilo ELS (L-1392) y de la línea Ilo I – Ilo 3 (L-1391 extremo ILoELS) garantizan el cubrimiento de fallas fase-fase y fase-tierra en las líneas protegidas respectivamente, por lo tanto, con el ingreso del proyecto se recomienda mantener los ajustes existentes de los relés de distancia ubicados en los extremos de las líneas L-1392 y L-1391 (a excepción del extremo Ilo I).

- De lo anterior y con la finalidad de evitar sobrealcances en barras remotas por actuación de zona 1 recomendamos mantener el ajuste propuesto en el AECP2018 cuyas zonas garantizan cubrimiento de fallas en la línea protegida y adecuados tiempos de operación sin traslapes entre protecciones adyacentes. Las verificaciones de impedancias vistas se encuentran en el anexo 04.

- De la verificación de selectividad los ajustes existentes garantizan adecuados tiempos de coordinación y brindan respaldo a las protecciones remotas, por lo tanto, con el ingreso del proyecto se recomienda mantener los ajustes existentes de las funciones de sobrecorriente direccional de fases y tierra habilitados en los relés SEL311L ubicados en las subestaciones de Ilo 3, Ilo I y Ilo ELS, correspondientes a las bahías de la línea de transmisión 138 kV L-1392 y L-1391.

- Mediante el método de impedancias vistas se verifico los alcances de la protección de distancia de los relés existentes de área de influencia del proyecto, los cuales se muestran en el anexo 4. Los ajustes propuestos se muestran en el anexo 04.

  - <u>Referido a la protección de diferencial del transformador</u>

- El relé diferencial Principal SEL487E destinado al nuevo transformador de la subestación (25/20/10MVA) tomara las señales de corriente de los transformadores de corriente ubicados en su buje de 138kV y de las celdas de llegada tanto de 22.9kV y 10.5kV con la finalidad de cubrir fallas internas en el transformador de potencia y en los tramos de cable de media tensión.

- El relé diferencial de Respaldo SEL487E destinado al nuevo transformador de la subestación (25/20/10MVA) tomara las señales de corriente de los transformadores de corriente ubicados en sus respectivos bujes, con la finalidad de cubrir fallas internas que pudieran presentarse en el equipo protegido.
- Para la determinación de los nuevos ajustes del relé protección SEL487E destinado a la protección diferencial del nuevo transformador de potencia (25/20/10MVA), se han tomado en cuenta el dato de placa y protocolo de pruebas del nuevo transformador, así como los resultados de la coordinación de las protecciones de sobrecorriente.
- Las memorias de cálculos para el nuevo transformador con los ajustes propuestos del relé SEL487E (Principal y Respaldo) se muestran en el anexo 2 y 3 respectivamente

  - <u>Referido a la protección de sobre corriente</u>

- Del análisis de verificación de selectividad, se concluye que los ajustes propuestos de sobrecorriente de fases y tierra para los nuevos relés del proyecto "Ampliación de la Subestación Ilo ELS – Primera Etapa" garantizan una correcta selectividad y adecuados márgenes de coordinamiento con los ajustes existentes de los relés de alimentadores de la SE Ilo ELS y con los relés ubicados en los extremos de las líneas L-1392 y L-1391.
- Los ajustes propuestos de sobrecorriente de fases garantizan el cubrimiento de fallas trifásicas, bifásicas francas y resistivas (10ohm) que pudieran presentarse en las redes de medias tensión de 22.9kV y 10.5kV.
- Los ajustes propuestos de sobrecorriente de tierra garantizan el cubrimiento de fallas monofásicas francas y resistivas (100ohm) que pudieran presentarse en las redes de medias tensión de 22.9kV y 10.5kV.
- Los ajustes propuestos de sobrecorriente de fases y tierra en los nuevos relés de protección que pertenecen al transformador de potencia TP-002 (25/20/10MVA) han sido definidos con la premisa de seguir manteniendo similares tiempos de despeje de fallas que se tenía en la subestación Ilo ELS con el transformador de potencia existente TP-001 tanto para los niveles de 138kV, 22.9kV y 10.5kV.
- Las señales de corriente proveniente de transformador toroidal ubicada en el neutro del transformador ZigZag es llevada al relé SEL 351A ubicado en la celda de llegada C1 con la finalidad de poder brindar respaldo a las funciones de sobrecorriente de tierra de los alimentadores de 22.9kV. En caso no se dé la operación de los relés de los alimentadores, el relé SEL351A ubicado en la celda de llegada C1 mandara disparo a su propio interruptor de llegada des-energizando la barra de 22.9kV en una temporización por encima de las

protecciones adyacentes.

- Se recomendó deshabilitar los ajustes de tierra sensitivos de los relés SEL351A pertenecientes a los alimentadores ternas A y F, debido a que un desbalance podría dar una operación incorrecta y podría aperturar uno o más alimentadores. Se recomienda cuando se tenga un mantenimiento o salida de servicio del transformador ZigZag considerar los ajustes sensitivos ya que al no tener la presencia del ZigZag el sistema volvería su configuración existente.
- El neutro del devanado de 10.5kV posee un transformador de corriente toroidal de 200/5 cuya señal de corriente será llevada al relé SEL351A ubicado en la celda de llegada C1 del lado de 10.5kV, ello con la finalidad de poder brindar respaldo a las funciones de sobrecorriente de tierra de los alimentadores de 10.5kV. En caso no se dé la operación de los relés de los alimentadores, el relé SEL351A ubicado en la celda de llegada C1 mandara disparo a su propio interruptor de llegada des-energizando la barra de 10.5kV en una temporización por encima de las protecciones adyacentes.
- El estudio recomienda que la corriente de arranque de las funciones de sobrecorriente de tierra de tiempo definido de los alimentadores de 22.9kV y 10.5kV no debe ser menor del 5% del corriente nominal primario del transformador de corriente, debido a errores de medición podrían operar erróneamente. Se recomendó un ajuste mínimo mayor o igual al 5%, respecto a los ajustes propuesto de las nuevas celdas estas se realizarán en función a la sobrecorriente residual (3Io) calculado ya que dichas celdas no cuentan con transformador de corriente toroidal, por lo que no se podría obtener la corriente homopolar (3Io) medida.
- En las salidas O-191, O-194 y O-195 se recomendó incrementar el umbral de arranque de las funciones de sobrecorriente de tierra a un valor mínimo permitido del 5% de la corriente nominal primaria de su respectivo transformador de corriente.
- De las verificaciones de selectividad se observó que para fallas monofásicas remotas en la línea L-1392, el ajuste existente del relé del enlace Ilo ELS (SEL451 – O951) opera antes que el relé de la línea L-1392 del extremo ILO ELS evidenciándose la falta de selectividad (ver figura N°31).
- De los análisis de selectividad y por recomendación de SPCC e ILoELS se recomienda mantener sus ajustes existentes, pero con la habilitación de la direccionalidad hacia el transformador proyectado en ambos relés, ello con la finalidad de que no se origine su actuación ante fallas externas en las líneas L-1391 y L-1392 (ver figura N°34 y N°35).
- De lo anterior si bien la direccionalidad evita actuaciones de los relés SEL451 y SEL351 ante fallas externas, se logra tener respaldo a las protecciones de las líneas con la función de sobrecorriente de tierra habilitada en los relés proyectados SEL487E cuyos ajustes

actúan en tiempos mayor a 1seg tiempo suficiente para priorizar la actuación de los relés de las líneas L-1391 y L-1392 ante fallas externas.

- Respecto al relé Toshiba no se cuenta con sus ajustes existentes, se recomienda verificar en campo su existencia, de comprobarse su operación se recomienda que posea los mismos ajustes propuestos de los relés de lado de 138kV.
- Del análisis de selectividad se recomienda implementar los ajustes propuestos en el estudio de protecciones.

12. ANEXOS

Anexo 01: Diagrama del Sistema Eléctrico Proyectado