CESEL INGENIEROS / CTG EGH	**RESUMEN EJECUTIVO** **CSL-252200-0-06-RE-001**	**Código del Proyecto:** 252200 **Revisión:** C **Páginas:** 23 **Especialidad:** Electromecánica

Proyecto: ESTUDIO DE PRE-OPERATIVIDAD PARA LA CONEXIÓN AL SEIN DEL PROYECTO "REUBICACIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROELÉCTRICA CHAGLLA DE 6.4 MW"

Título: RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO

CONTROL DE REVISIONES

Rev.	Fecha	Elaborado		Revisado		Verificado		Descripción del Cambio
		Iniciales	Firma	Iniciales	Firma	Iniciales	Firma	
A	20.06.25	B.M.C.		Y.V.F		A.C.A.		Emitido para revisión interna
B	23.06.25	B.M.C.		Y.V.F		A.C.A.		Emitido para revisión del cliente
C	22.09.25	B.M.C.		Y.V.F		A.C.A.		Emitido para revisión del cliente

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES 4
2. OBJETIVO 4
3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 5
3.1 Punto de Conexión 5
3.2 Ubicación 5
3.3 Retiro de Tramo de la Línea de Transmisión L-1054 5
3.4 Nuevo Tramo de Conexión L-1054 6
3.5 Ampliación de S.E Chaglla 220 kV 7
3.6 Año de Conexión 8
3.7 Cronograma Estimado 8
4. CONDICIONES DE SITIO 9
4.1 Condiciones Ambientales 9
4.2 Sistema Eléctrico 9
4.3 Niveles de Aislamiento 10
5. INGENIERÍA DE LÍNEA DE TRANSMISIÓN 11
5.1 Características Generales de la Línea de Transmisión 11
5.2 Trazo de Ruta Seleccionado 11
5.3 Conductor Seleccionado 11
5.4 Cable de Guarda 12
5.5 Aislador Seleccionado 12
5.6 Distancias de Seguridad al Terreno 12
5.7 Estructuras 12
6. INGENIERÍA DE SUBESTACIÓNES 13
6.1 Instalaciones Proyectadas 13
6.2 Servicios Auxiliares 13
6.3 Sistemas de Medición 13
6.4 Sistema de Protección 14
6.5 Sistema de Control y Comunicaciones 14
6.5.1 Equipos de Control 14
6.5.2 Comunicaciones - Red LAN de la Subestación 14
6.5.3 Comunicaciones - Enlace con el Centro de Control del COES 15
7. VERIFICACIÓN DE CAPACIDAD DE BARRAS DE S.E. CHAGLLA 220 kV 15
8. CONCLUSIONES DE LOS ESTUDIOS ELÉCTRICOS 19
8.1 Conclusiones de Flujo de Potencia en Operación Normal 19
8.2 Conclusiones de Flujo de Potencia en Contingencias 19
8.3 Conclusiones del Análisis de Cortocircuito 19
8.4 Conclusiones del Análisis de Capacidad de Barra 19
8.5 Conclusiones del Análisis de Maniobras de Energización 20
8.6 Conclusión Final del Estudio de Estado Estacionario 20

8.7 Conclusiones de Análisis de Fallas Trifásicas 20
8.8 Conclusiones de Análisis de Fallas Monofásicas 21
8.9 Conclusiones de Tiempo Crítico 21
8.10 Conclusiones del Análisis de Estabilidad Permanente 23
9. LISTA DE EQUIPAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS 24
9.1 Ampliación en 220 kV de la S.E. Chaglla 24

RESUMEN EJECUTIVO DEL PROYECTO

1. ANTECEDENTES

El 1 de julio de 2016, el COES emitió la conformidad al Estudio de Operatividad de la Pequeña Central Hidroeléctrica Chaglla (P.C.H. Chaglla), estableciendo como punto de conexión la barra de 34.5 kV de la Subestación Piedra Blanca, a través de la línea L-1054. Esta es la configuración bajo la cual la central continúa operando actualmente.

Debido a los elevados costos de mantenimiento, impactos sociales y riesgos geológicos asociados a la infraestructura actual, la Empresa de Generación Huallaga S.A. tiene previsto ejecutar el proyecto de reubicación del punto de conexión al SEIN de la P.C.H. Chaglla (6.4 MW), con el objetivo de conectarla a la Subestación Chaglla 220 kV. Para ello, el proyecto contempla la implementación de un tramo de línea de 34.5 kV y la instalación de un transformador 220/34.5 kV en dicha subestación.

El 19 de septiembre de 2023, mediante la carta COES/D/DP-1003-2023, se aprobó el Estudio de Pre-Operatividad del proyecto. No obstante, debido a la modificación del cronograma de ingreso al SEIN, el 11 de marzo de 2025 se solicitó al COES la definición de nuevos alcances para desarrollar un estudio actualizado.

Como respuesta, mediante la carta COES/D/DP-254-2025 del 24 de marzo de 2025, el COES estableció los alcances para la elaboración del nuevo Estudio de Pre-Operatividad del proyecto.

2. OBJETIVO

El presente documento se describe las principales características del proyecto "REUBICACIÓN DE LA PEQUEÑA CENTRAL HIDROELÉCTRICA CHAGLLA DE 6.4 MW”, así como las conclusiones de los estudios eléctricos realizados como parte del estudio de Pre-Operatividad.

3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1 Punto de Conexión

El proyecto contempla el cambio de punto de conexión al SEIN de la pequeña central hidroeléctrica Chaglla (PCH); de la subestación Piedra Blanca a la subestación Chaglla.

Para tal fin se ejecutarán las siguientes adecuaciones electromecánicas:

- Desmontaje de un tramo de la línea L-1054; desde la estructura T42 hasta la S.E Piedra Blanca.
- Nueva línea de transmisión 34.5kV desde la Subestación Frente 8 hasta la subestación Chaglla.
- Instalación de un trasformador de potencia de 35 MVA (ONAN), 220/34.5 kV en la S.E Chaglla.

3.2 Ubicación

La subestación Chaglla se encuentra en el departamento y provincia de Huánuco, en el distrito de Chinchao, en las coordenadas 402 812.07 m E, 8 938 477.84 m S (zona 18L), aproximadamente a 36.6km de distancia de la ciudad de Tingo María.

3.3 Retiro de Tramo de la Línea de Transmisión L-1054

La desconexión con la S.E Piedra blanca se dará a través del retiro de línea de transmisión L-1054 (ver figura 3.3-1). Dicho tramo de línea se desconectará a partir de la estructura T42 hasta la S.E Piedra Blanca, y su ejecución planteará dos etapas:

- Etapa 1 – Desconexión eléctrica en la estructura T42.
- Etapa 2 - Desmontaje del tramo de línea desde T42 hasta la SE Piedra Blanca.

A continuación se muestra un unifilar esquemático del proyecto:

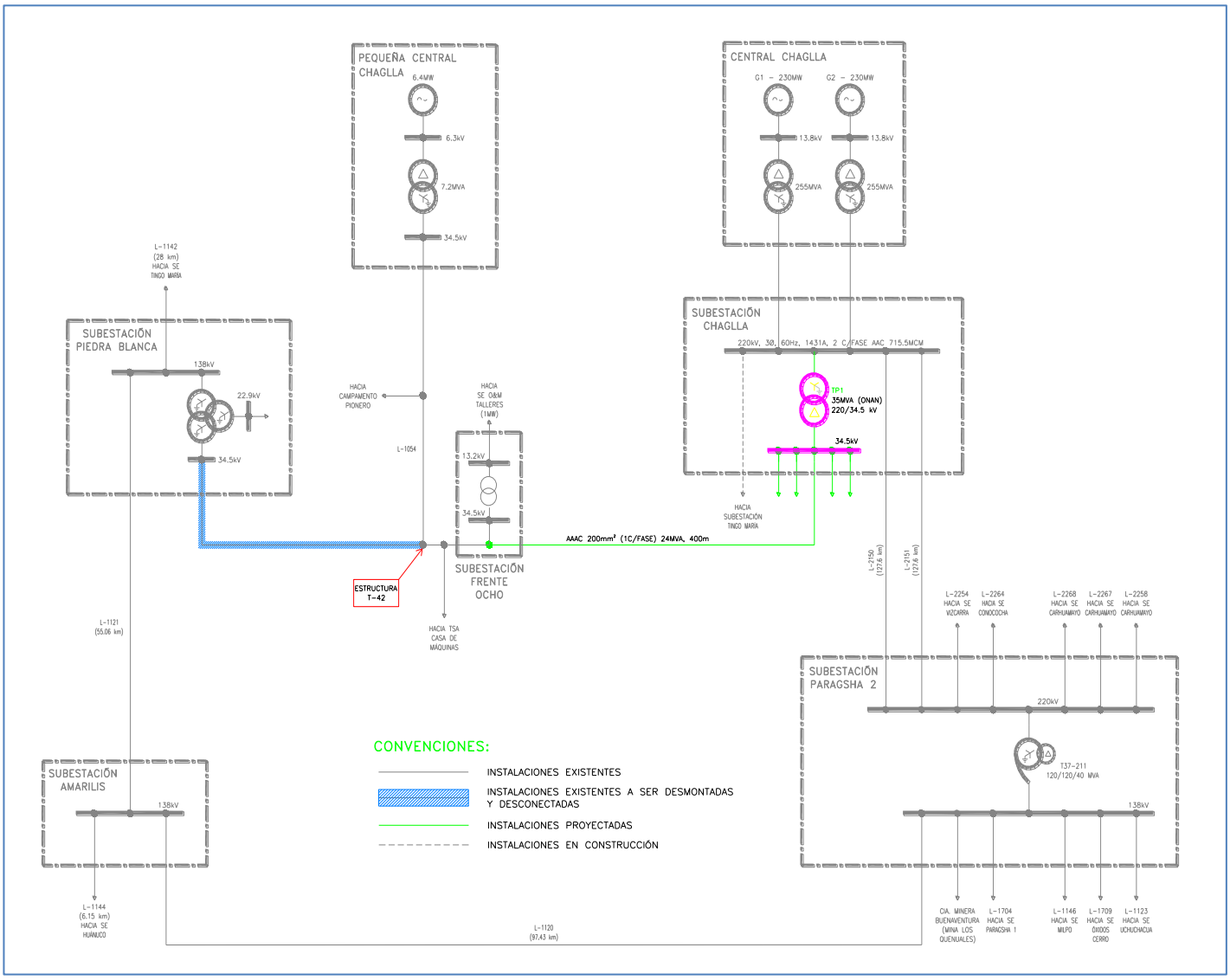

Figura N° 3.3-1. Tramo de L-1054 a desmontar y nuevo Tramo

3.4 Nuevo Tramo de Conexión L-1054

El nuevo tramo de línea que permitirá la conexión de la PCH Chaglla con la C.H Chaglla, iniciará su recorrido en la S.E Frente 8 y finalizará en la subestación Chaglla. Tendrá una longitud total aproximada de 400 m, contará con 4 vértices y 2 tipos de estructuras en disposición triangular.

Cabe resaltar que, para permitir la derivación se deberá realizar un arreglo electromecánico en los pórticos de la S.E Frente Ocho que facilite el pase de línea hasta el vértice 1, según se muestra en la siguiente figura.

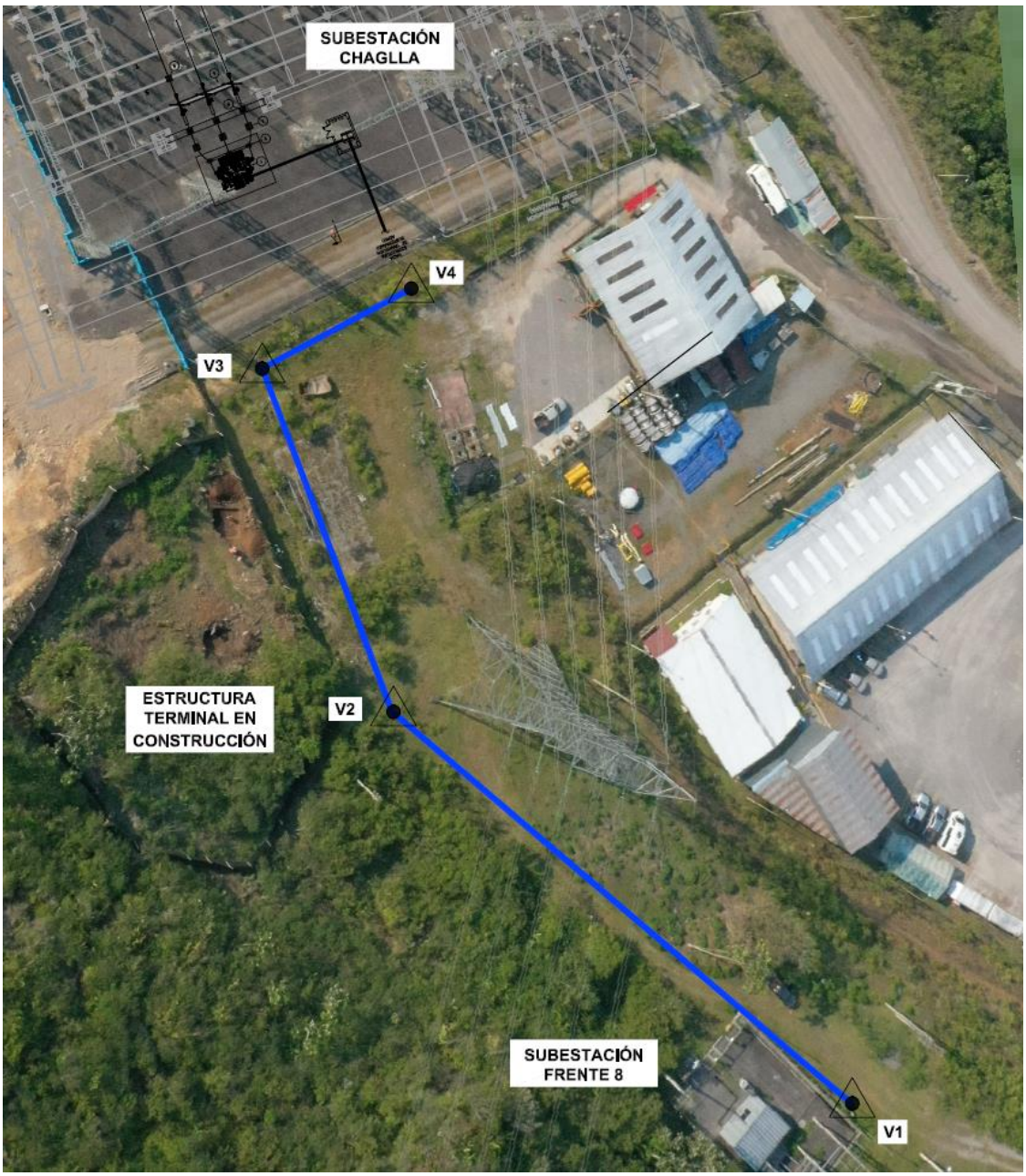

Figura N° 3.4-1. Trazo de ruta de la línea 34.5 kV proyectada

3.5 Ampliación de S.E Chaglla 220 kV

En la subestación Chaglla se instalará un (01) transformador de potencia trifásico de 35 MVA (ONAN), 220/34.5kV con regulación en vacío en el lado de alta tensión. Esta ampliación se realizará dentro del perímetro de la subestación y considera los siguientes equipos:

- Una (01) bahía de transformación 220kV.
- Un (01) transformador trifásico de potencia 35 MVA (ONAN), 220±2x2.5%/34.5 kV.
- Caseta de campo.
- Celdas aisladas en gas SF6 clase 36kV tipo interior.

3.6 Año de Conexión

Se prevé la puesta en servicio del proyecto en diciembre del 2026.

3.7 Cronograma Estimado

A continuación se muestra el cronograma estimado del proyecto.

CRONOGRAMA DEL PROYECTO

CAMBIO DEL PUNTO DE CONEXIÓN DE LA PCH CHAGLLA: DE LA SE PIEDRA BLANCA A LA SE CHAGLLA

	ACTIVIDADES	Año	2025												2026											
		Duración (Meses)	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
ACTIVIDADES																										
	PROYECTO	**24**																								
1	**ACTIVIDADES PRELIMINARES**	**14**																								
1.1	Elaboración y aprobación de Estudio de Pre-Operatividad	3																								
1.2	Selección de contratista EPC	3																								
1.3	Ingeniería definitiva	5																								
1.4	Procura de equipamiento electromecánico principal	3																								
1.5	Elaboración y aprobación de planos de equipamiento EM	2																								
1.6	Fabricación y traslado de equipamiento EM a la subestación Chaglla	8																								
2	**CONSTRUCCIÓN Y PUESTA EN MARCHA**	10																								
2.1	Revisión de ingeniería definitiva y elaboración de ingeniería de detalle	3																								
2.2	Construcción de las instalaciones proyectadas	7																								
2.3	Pruebas y puesta en marcha	0																								

4. CONDICIONES DE SITIO

4.1 Condiciones Ambientales

Las características climáticas principales de la zona del PROYECTO son:

- Temperatura máxima : 36 º C (*)
- Temperatura promedio : 26 º C (*)
- Temperatura mínima : 10 º C (*)
- Humedad relativa : 70 % (*)
- Velocidad del viento máxima : 22.2 m/s (**)
- Altitud promedio : < 1000 m.s.n.m.

(*) Paramentos ambientales de proyectos similares

(**) De acuerdo a la tabla 250-1-A. Zona de carga B

4.2 Sistema Eléctrico

El sistema eléctrico bajo el cual operará las instalaciones del PROYECTO tendrá las siguientes características principales:

En 220kV

- Tensión nominal del sistema : 220 kV
- Tensión máxima de operación : 245 kV
- Tensión máxima de equipos : 245 kV
- Frecuencia de operación : 60 Hz
- Número de fases : 3
- Nivel de Aislamiento : 1050 kVp
- Tensión soportada de corta duración fi : 460 kV
- Capacidad de ruptura por cortocircuito : 31.5 kA
- Tiempo de despeje del cortocircuito : 0,5 seg.
- Designación de fases : R, S, T
- Conexión : Estrella, neutro directo a tierra
- Altitud sobre el nivel del mar : < 1000 m.s.n.m.

En 34.5 kV

- Tensión nominal del sistema : 34.5 kV
- Tensión máxima de operación : 36 kV
- Tensión máxima del equipo : 36 kV
- Frecuencia de operación : 60 Hz
- Número de fases : 3
- Nivel de Aislamiento : 170 kVp
- Tensión soportada de corta duración fi : 70 kV
- Capacidad de ruptura por cortocircuito : 31.5 kA
- Tiempo de despeje del cortocircuito : 0,5 seg.
- Designación de fases : R, S, T
- Conexión : Estrella, neutro directo a tierra
- Altitud sobre el nivel del mar : < 1000 m.s.n.m.

4.3 Niveles de Aislamiento

En el cálculo de coordinación de aislamiento realizado según lo indicado en la norma IEC 60071-1 y 60071-2, considerando la configuración del sistema eléctrico y las condiciones ambientales de la zona del PROYECTO, se seleccionó los siguientes niveles de aislamiento:

Ampliación subestación Chaglla

220kV

- Tensión nominal : 220 kV
- Tensión soportada normalizada al impulso tipo rayo : 1050 kVp
- Tensión soportada normalizada a frecuencia industrial : 460 kV

34.5kV

- Tensión nominal : 34.5 kV
- Tensión soportada normalizada al impulso tipo rayo : 170 kVp
- Tensión soportada normalizada a frecuencia industrial : 70 kV

5. INGENIERÍA DE LÍNEA DE TRANSMISIÓN

5.1 Características Generales de la Línea de Transmisión

Las características generales de la línea de transmisión 34.5 kV, serán las siguientes:

- Nivel de tensión : 34.5 kV
- Tipo de estructuras : Metálicas de acero en celosía
- Número de Ternas : 01
- Número de conductores por fase : 01
- Disposición de conductores : Triangular
- Longitud aproximada : 0.4 km
- Capacidad de Transmisión : 24.02 MVA (75°C - Límite térmico)
- Altitud : menor a 1000 msnm
- Punto de salida : SE. Frente 8
- Punto de llegada : S.E. Chaglla

5.2 Trazo de Ruta Seleccionado

La longitud total aproximada del trazo de ruta de la Línea es igual a 400 m, cuenta con 4 vértices y 2 tipos de estructuras en disposición triangular.

La derivación de línea de transmisión partirá de la SE Frente 8 y finalizará en la subestación Chaglla.

Para permitir la derivación se deberá realizar un arreglo electromecánico en los pórticos de la SE Frente Ocho que facilite el pase de línea hasta el vértice 1.

Cuadro N° 5.2-1 Cuadro de coordenadas

LÍNEA DE TRANSMISIÓN 34.5 kV S.E. FRENTE 8 - S.E. CAHGLLA WGS84 UTM, ZONA 18L				
Vértice	**Este (m)**	**Norte (m)**	**Distancia parcial (m)**	**Distancia acumulada (m)**
V1	402921.93	8938354.40	85.77	0.00
V2	402840.37	8938380.96	49.09	85.77
V3	402810.95	8938420.26	24.00	134.87
V4	402830.74	8938433.84	-	158.87

5.3 Conductor Seleccionado

Se concluye que el conductor más adecuado para la derivación de línea de transmisión 34.5 kV SE Frente Ocho – SE Chaglla será el conductor AAAC 200 mm^2 (1 conductor por fase).

5.4 Cable de Guarda

Se implementará un cable de guarda tipo EHS de 7 hilos, y de sección 38.36 mm²

5.5 Aislador Seleccionado

A continuación se presentan las características del aislador seleccionado.

Cuadro N° 5.5-1 Características Técnicas del aislador Vidrio Templado

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	SUSPENSIÓN	ANCLAJE
1	Rotura	kN	70	70
2	Peso Aproximado	kg	5.8	5.8
3	Diámetro de aislador	mm	280	280
4	Espaciamiento de aislador	mm	146	146
5	Distancia de fuga de aislador	mm/kV	445	445
6	Número de discos de cadena de aisladores	Und.	3	4
7	Catálogo de referencia	Sediver	F 100P/146	F 100P/146

5.6 Distancias de Seguridad al Terreno

Las distancias verticales del conductor al terreno son obtenidas de la Tabla 232-1a el Código nacional eléctrico de Suministro.

- Vías Férreas de ferrocarriles 8.1m
- Carreteras y avenidas sujetas al tráfico de camiones 7.1m
- Caminos, calles y otras áreas sujetas al tráfico de camiones 6.6m
- Calzadas, zonas de parqueo, y callejones 6.6m
- Otros terrenos recorridos por vehículos, tales como cultivos, pastos, bosques, huertos, etc. 6.6m
- Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículos 5.1m
- Calles y caminos en zonas rurales 6.6m

(1) Adicionalmente de acuerdo al PR-20 se considerara un margen de reserva mínimo de 0,30 m.
(2) Las distancias fueron determinados de acuerdo al CNE - Suministro.

5.7 Estructuras

Las estructuras serán de acero galvanizado y tendrán una configuración triangular en simple con un cable de guarda

6. INGENIERÍA DE SUBESTACIÓNES

6.1 Instalaciones Proyectadas

Los equipos seleccionados para la ampliación de la subestación Chaglla cumplirán con los requerimientos estipulados en el PR-20 del COES y demás normatividad específica de acuerdo a cada equipo.

La implementación de la ampliación de la subestación se realizará dentro de su perímetro, por lo que no será necesario extender el área existente para estas instalaciones.

Esta ampliación se realizará mediante equipos convencionales con características similares a los existentes, para ello se empleará en la disposición interruptores de potencia tipo tanque vivo, seccionadores de doble apertura y semipantógrafo y transformadores de tipo pedestal (entre otros equipos).

Se considerará además, la instalación de un (01) transformador de potencia trifásico de 35 MVA (ONAN), 220/34.5kV con regulación en vacío en el lado de alta tensión. Como parte de la ampliación de la subestación, se implementará una caseta de campo (en el patio de llaves) que albergará en su interior las celdas de media tensión aisladas en gas SF6 clase 36kV para las instalaciones 34.5kV del PROYECTO en esta subestación.

En resumen, se consideraron las siguientes instalaciones:

- Una (01) bahía de transformación 220kV.
- Un (01) transformador trifásico de potencia 35 MVA (ONAN), 220±2x2.5%/34.5 kV.
- Caseta de campo.
- Celdas aisladas en gas SF6 clase 36kV tipo interior.

Como ya se mencionó, los equipos de patio que se emplearán para la subestación serán del tipo convencional para intemperie (AIS).

6.2 Servicios Auxiliares

Los servicios auxiliares de la ampliación de la subestación se alimentarán desde de los tableros existentes de SSAA ubicados en la sala eléctrica existente de la SE Chaglla, para ello se emplearán los circuitos de reserva de los tableros generales VAC y VDC.

6.3 Sistemas de Medición

El sistema de medición de las instalaciones del PROYECTO se realizará mediante medidores digitales multifunción, con puertos de comunicación Ethernet IEC 61850, en los cuales se podrá visualizar los diferentes parámetros de red.

Estos medidores multifunción deberán poderse integrar a cualquier sistema de monitoreo y ser compatibles con los de otros fabricantes en cuanto a comunicación.

6.4 Sistema de Protección

En la ampliación de la subestación Chaglla se implementará un sistema redundante de protección diferencial 87T para el transformador de potencia proyectado. Asimismo, se integrará dicha bahía de transformación al sistema de protección diferencial de barras 220 kV existente.

El sistema de protección de la línea de distribución L-1054, en el extremo de la PCH Chaglla, está conformado por un relé de protección de alimentador MICOM P143, el cual posee las funciones 50/51, 51N/51N, 67, 67N, 59, 27, 81. Mientras que para el extremo Chaglla de la línea de distribución L-1054 se propone la instalación de un relé de protección multifunción que tenga como mínimo las siguientes funciones: 50/51, 50N/51N, 67, 67N, 59, 27, 81.

El sistema de protección constará de relés numéricos multifunción de tecnología digital y de alta confiabilidad. Dichos relés tendrán funciones de medición y control; así como poder realizar funciones lógicas programables con respecto a la aplicación de esquemas de automatización de subestaciones.

Los relés serán del tipo para empotrar, extraíbles, a prueba de polvo, con cubiertas removibles, equipados con display, alarmas (LED's) y botones de control. Además, contarán con dos (02) puertos de comunicación Ethernet y protocolos de comunicación IEC 61850 y DNP3, un sistema de auto supervisión integrado monitoreará continuamente el estado de hardware de los relés y la operación del software; cuyas funciones de protección se agruparán de acuerdo a su funcionalidad y confiabilidad.

Se implementará un registrador de perturbaciones digital en la bahía de transformación 220kV proyectada.

Se considerará la integración de la bahía de transformación proyectada al relé diferencial de barras 220kV (87B) existente de la subestación Chaglla (relé del tipo centralizado).

6.5 Sistema de Control y Comunicaciones

6.5.1 Equipos de Control

Los principales equipos considerados son una Unidad Terminal Remota (UTR), la Unidad Controladora de Bahía para la parte de 220 kV, relés de protección con funciones de controlador de bahía para la parte de 34.5 kV y medidores multifunción. Estos equipos se comunicarán mediante el protocolo IEC 61850 y la UTR se integrará con el nivel 2 y 3 mediante el protocolo DNP 3.0 TCP/IP.

Adicionalmente los relés de protección a implementar en el PROYECTO se integrarán con el Sistema Gestión de Protecciones Chaglla mediante el protocolo DNP 3. TCP/IP.

La sincronización horaria entre los diferentes equipos se realizará con el equipo GPS existente y operativo en la subestación Chaglla a través de protocolo NTP. En caso no sea posible emplear este GPS se instalará uno nuevo.

6.5.2 Comunicaciones - Red LAN de la Subestación

El soporte de comunicaciones para la red LAN será fibra óptica multimodo. Cada fibra tendrá una chaqueta a prueba de agua y protección ante ataque de roedores.

6.5.3 Comunicaciones - Enlace con el Centro de Control del COES

Para el cumplimiento de la Resolución Directoral Nº 014-2005-DGE - Norma Técnica para la Coordinación de la Operación en Tiempo Real de los Sistemas Interconectados – y la Resolución Directoral Nº 243-2012-EM/DGE - Norma Técnica para el Intercambio de Información en Tiempo Real para la Operación del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional- se utilizará los enlaces de comunicación operativos y en funcionamiento entre el Sistema SCADA de Chaglla y el Centro de Control del COES.

7. VERIFICACIÓN DE CAPACIDAD DE BARRAS DE S.E. CHAGLLA 220 KV

Se realizó la verificación del diseño de las barras por capacidad de corriente y por cortocircuito de la subestación Chaglla 220 kV.

La máxima transferencia de corrientes en los tramos de barra se origina cuando se opera bajo la configuración mostrada en la siguiente figura, donde toda la generación de las centrales conectadas a la barra Chaglla 220 kV, es evacuada por las líneas hacia la S.E Yaros.

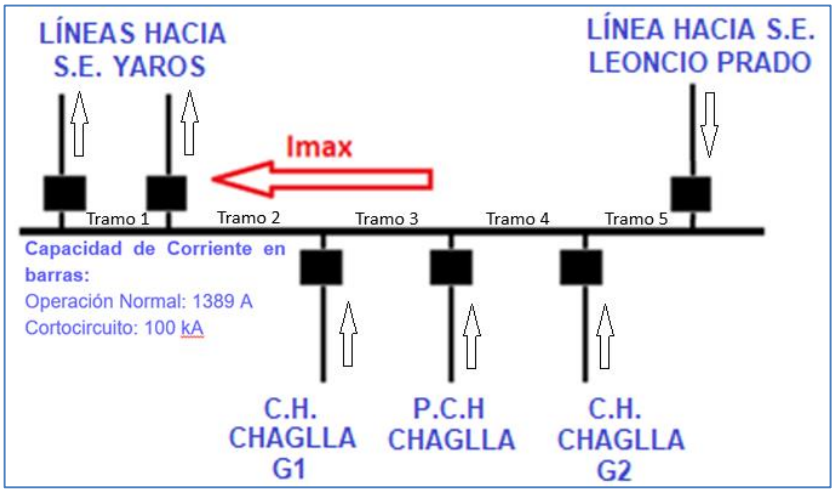

Figura N° 7-1. Configuración de barra con máxima transferencia de corrientes

Los resultados del flujo de potencia por los tramos de barra se muestran en la siguiente tabla.

Cuadro N° 7-1 Flujo de carga por tramos de barra

Tramo de la barra	Capacidad (kA)	CASO BASE							CASO ADICIONAL			
		2029-Ave-Max		2029-Ave-Min					2027-Ave-Max		2027-Ave-Min	
		SP	CP	SP	CP	CP (*)	SP (**)	CP (**)	SP	CP	SP	CP
Tramo 1	1.389	48%	48%	50%	51%	33%	44%	45%	44%	45%	44%	45%
Tramo 2	1.389	96%	97%	101%	101%	67%	88.9%	89.8%	88.95%	89.98%	88.96%	89.98%
Tramo 3	1.389	52%	52%	56%	57%	22%	44%	45%	44%	45%	44%	45%
Tramo 4	1.389	52%	51%	56%	56%	21%	44%	44%	44%	44%	44%	44%
Tramo 5	1.389	7%	7%	12%	11%	24%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

SP: Sin Proyecto
CP: Con Proyecto
(*): Escenario que no considera la operación de la CH Huamuco
(**): Escenario que no considera la operación de la CH Huamuco, ni la conexión de la línea Loncio Prado - Chaglla 220 kV
(%) Nivel de carga refererido a la capacidad térmica del conductor de barras a 75°C

Se observa que el mayor flujo de corriente en las barras de la subestación Chaglla 220 kV se concentra en el Tramo 2, que es donde se registran los mayores niveles de carga. En el escenario de avenida con mínima demanda del año 2029, se presenta una ligera

sobrecarga del 1%, la cual se manifiesta tanto en los escenarios Sin Proyecto como Con Proyecto, lo cual evidencia que el Proyecto PCH Chaglla no tiene un impacto significativo sobre el nivel de carga de la barra de Chaglla 220 kV.

Cuando se analiza el mismo año 2029, pero sin considerar la operación de la CH Huamuco, la carga en el Tramo 2 se reduce significativamente, pasando de 101% a 67%. Esto demuestra que la CH Huamuco es la que más influye sobre el incremento del nivel de carga de la barra de la subestación Chaglla.

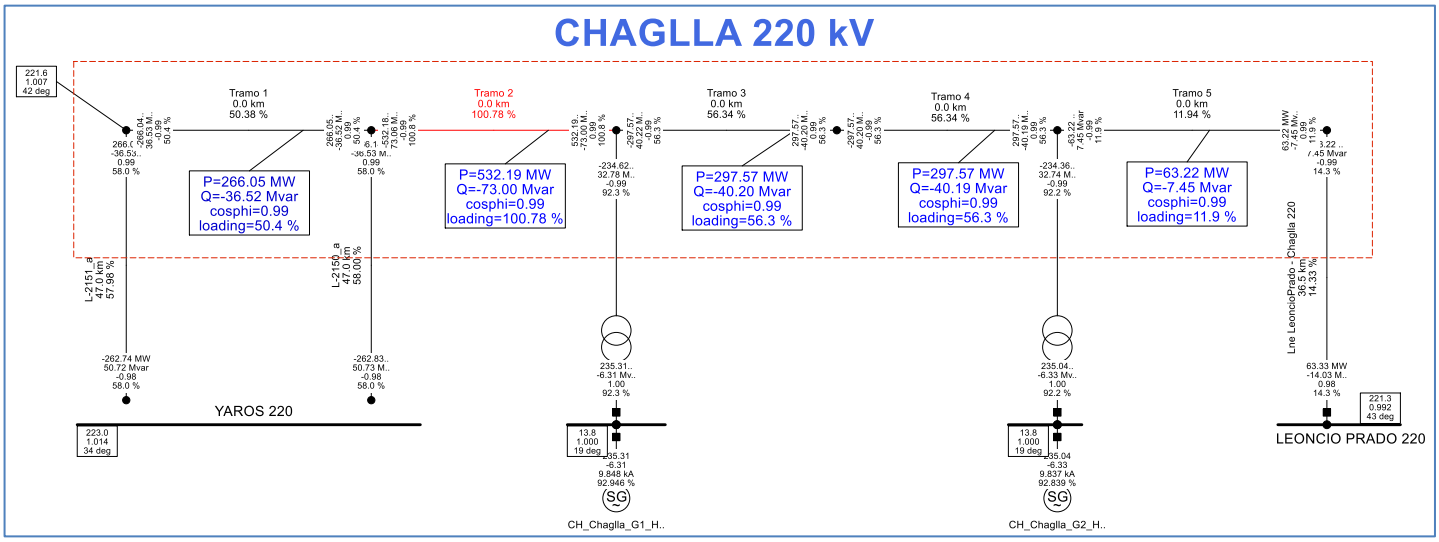

Figura N° 7-2. Distribución de flujo en tramos de barra de S.E Chaglla. Avenida 2029 mínima demanda. **Sin Proyecto**

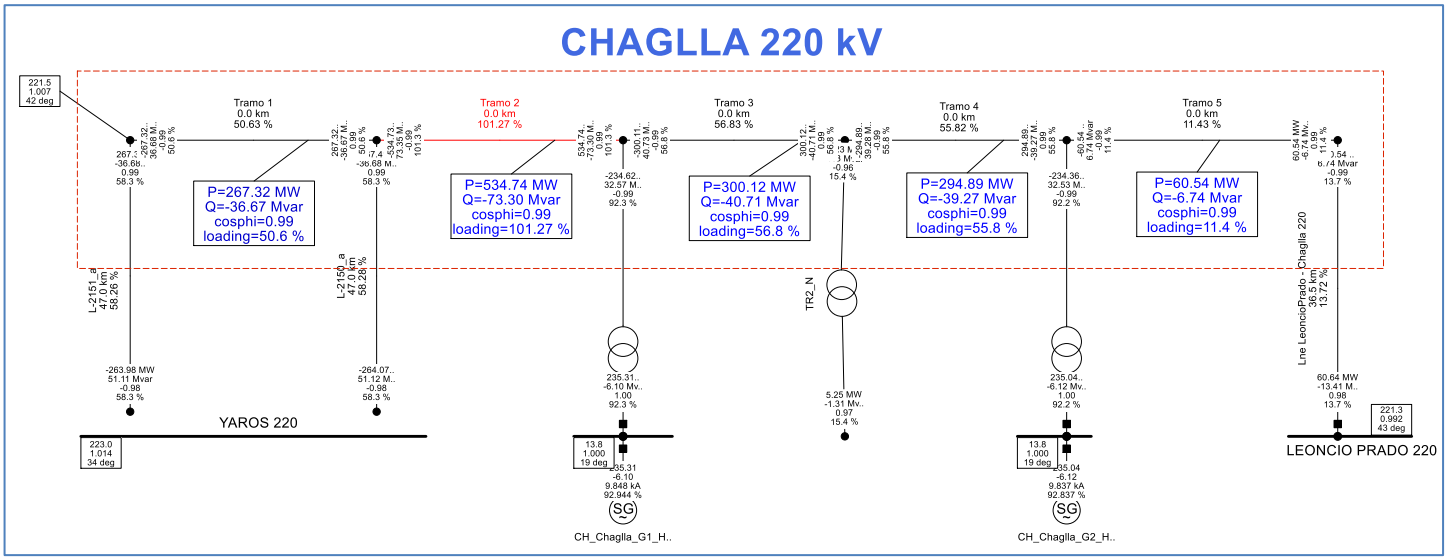

Figura N° 7-3. Distribución de flujo en tramos de barra de S.E Chaglla. Avenida 2029 mínima demanda. **Con Proyecto**

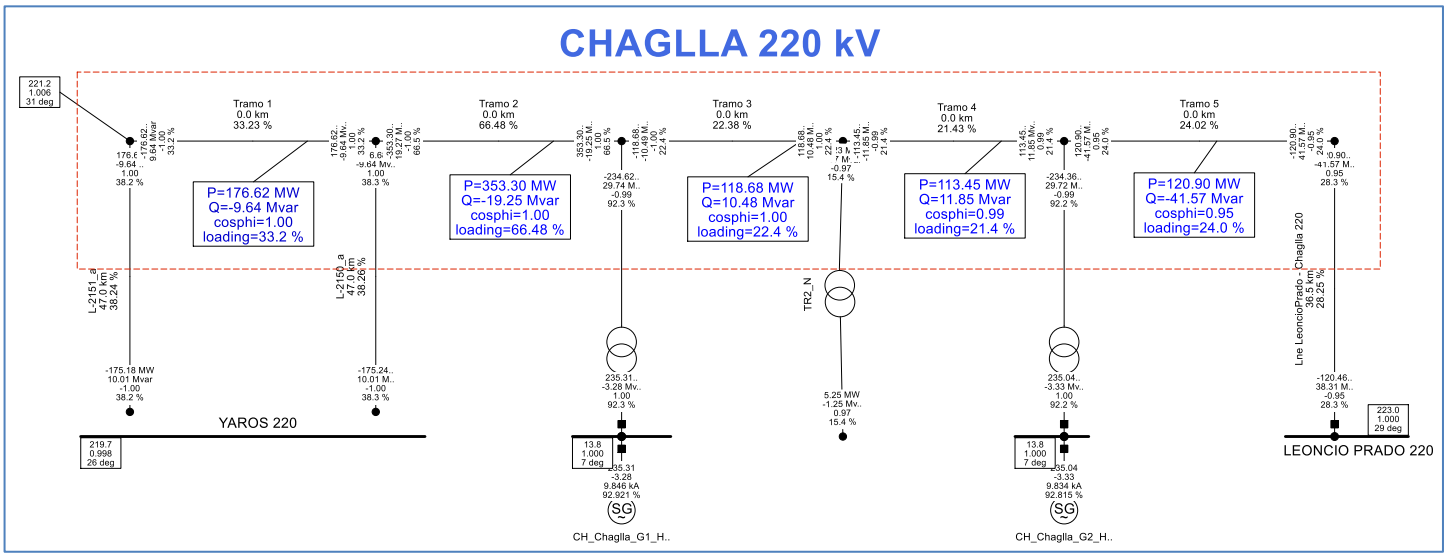

Figura N° 7-4. Distribución de flujo en tramos de barra de S.E Chaglla. Avenida 2029 mínima demanda. **Con Proyecto y Sin CH Huamuco**

Verificación de la capacidad de barras solo con el despacho de CH Chaglla y PCH Chaglla:

Solo la operación de la CH Chaglla de 470 MW (sin considerar la conexión a Leoncio Prado y sin el despacho de CH Huamuco) genera un nivel de carga en el conductor de barras de 88.9%, con la conexión de la PCH Chaglla el nivel de carga se incrementa ligeramente a 89.8%, cumpliendo con los criterios del PR-20 del COES (<90% Cap. Nominal).

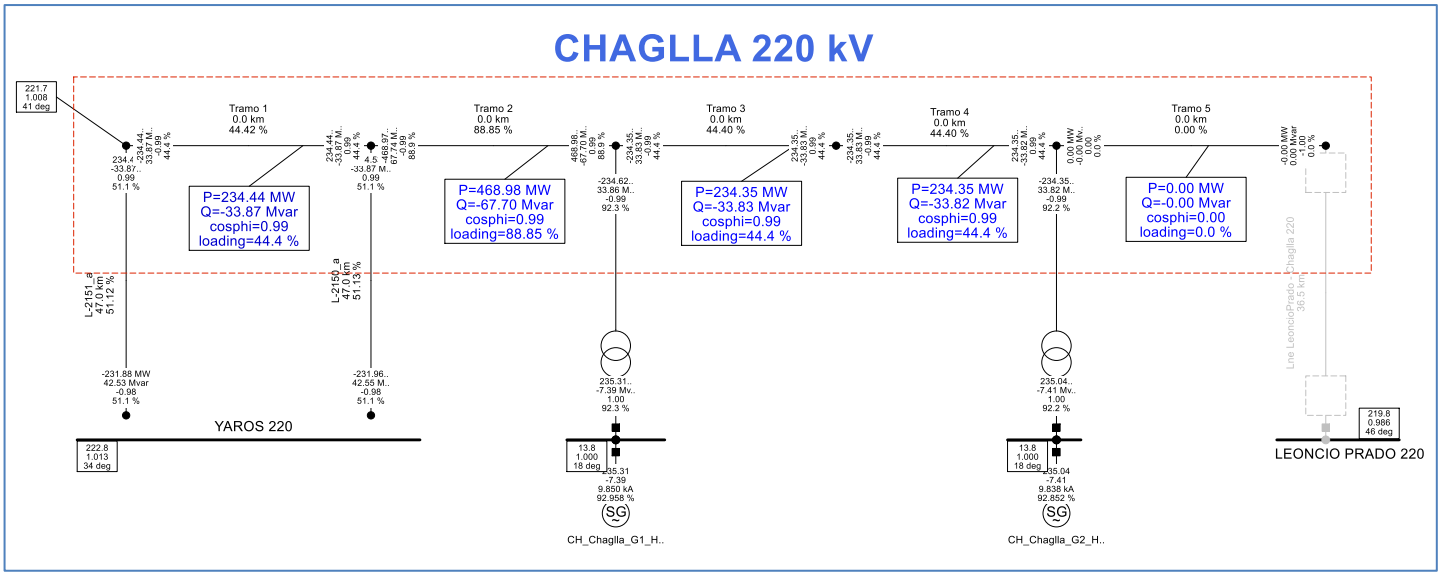

Figura N° 7-5. Distribución de flujo en tramos de barra de S.E Chaglla. Avenida 2029 mínima demanda. **Sin Proyecto - Solo CH Chaglla.**

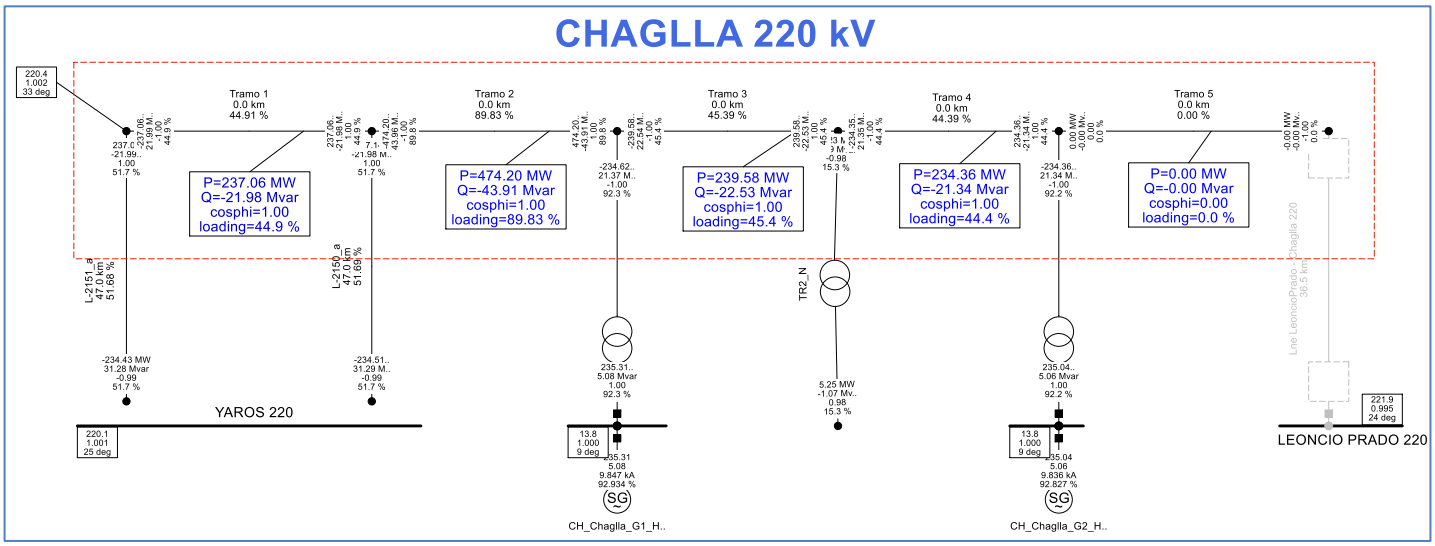

Figura N° 7-6. Distribución de flujo en tramos de barra de S.E Chaglla. Avenida 2029 mínima demanda. **Con Proyecto - Solo CH Chaglla y PCH Chaglla.**

8. CONCLUSIONES DE LOS ESTUDIOS ELÉCTRICOS

8.1 Conclusiones de Flujo de Potencia en Operación Normal

En ninguno de los escenarios se presenta sobrecargas en líneas o transformadores de potencia, asimismo, se observa un adecuado perfil de tensión en las barras del sistema de transmisión.

8.2 Conclusiones de Flujo de Potencia en Contingencias

Se analizaron las contingencias mostradas en las siguientes tablas.

Tabla 7.2-1 – Contingencias en el Caso Base.

Contingencias	Caso Base	
	Avenida 2027	Estiaje 2027 - Avenida 2029 - Estiaje 2029
Contingencia 1	L.T Chaglla - Paragsha (220 kV)	L.T Chaglla - Yaros (220 kV)
Contingencia 2	L.T Leoncio Prado - Chaglla (220 kV)	L.T Leoncio Prado - Chaglla (220 kV)
Contingencia 3	L.T Vizcarra - Tingo Maria (220 kV)	L.T Yaros - Paragsha (220 kV)
Contingencia 4	Autotransformador S.E. Paragsha II (220/138 kV)	L.T Yaros - Vizcarra (220 kV)
Contingencia 5	-	L.T Yaros - Yungas (220 kV)
Contingencia 6	-	L.T Yaros - Tingo María (220 kV)
Contingencia 7	-	Autotransformador S.E. Paragsha II (220/138 kV)
Contingencia 8	-	Autotransformador S.E. Yaros II (500/220 kV)

Tabla 7.2-2 – Contingencias en el Caso Adicional.

Contingencias	Caso Adicional	
	Avenida 2027	Estiaje 2027
Contingencia 1	L.T Chaglla - Paragsha (220 kV)	L.T Chaglla - Yaros (220 kV)
Contingencia 2	L.T Tingo María - Chaglla (220 kV)	L.T Yaros - Paragsha (220 kV)
Contingencia 3	L.T Vizcarra - Tingo Maria (220 kV)	L.T Yaros - Vizcarra (220 kV)
Contingencia 4	Autotransformador S.E. Paragsha II (220/138 kV)	L.T Tingo María - Chaglla (220 kV)
Contingencia 5	-	L.T Yaros - Tingo María (220 kV)
Contingencia 6	-	Autotransformador S.E. Paragsha II (220/138 kV)
Contingencia 7	-	Autotransformador S.E. Yaros II (500/220 kV)

Ante la ocurrencia de las contingencias analizadas se observa que los niveles de carga en líneas, transformadores y perfiles de tensión de barras se encuentran dentro del margen permisible para la operación en contingencia.

8.3 Conclusiones del Análisis de Cortocircuito

Con el ingreso del Proyecto los niveles de cortocircuito no se ven afectados significativamente.

El máximo nivel de cortocircuito en la subestación Chaglla 220 kV y 34.5 kV será de 13.89 kA y 6.20 kA, respectivamente, mientras que en la P.C.H. Chaglla 34.5 kV será de 2.52 kA. Estos valores se encuentran por debajo del poder de ruptura de los interruptores existentes y proyectados.

8.4 Conclusiones del Análisis de Capacidad de Barra

Se observa que el mayor flujo de corriente en las barras de la subestación Chaglla 220 kV se concentra en el Tramo 2, que es donde se registran los mayores niveles de carga. En el escenario de avenida con mínima demanda del año 2029, se presenta una ligera sobrecarga del 1% (respecto a la corriente nominal del conductor), la cual se manifiesta tanto en los escenarios Sin Proyecto como Con Proyecto, lo cual evidencia que el Proyecto PCH Chaglla

no tiene un impacto significativo sobre el nivel de carga de la barra de Chaglla 220 kV.

En los escenarios del Caso Adicional 2027 (retraso del proyecto YANA Etapa I y del proyecto de la C.H. Huamuco), se observa que el nivel de carga en el conductor de barras se reduce en comparación a los resultados del 2029, alcanzando un máximo valor de 89.98%. Esto confirma que la saturación de la barra de la S.E. Chaglla, se debe principalmente a la incorporación de los proyectos YANA Etapa I y CH Huamuco.

En cuanto al nivel de cortocircuito, la máxima corriente registrada en la barra de 220 kV es de 13.2 kA, valor que se encuentra ampliamente por debajo de la capacidad de cortocircuito de los conductores de barra (100 kA).

En conclusión, se confirma que la conexión del Proyecto PCH Chaglla no genera un impacto significativo, en la cargabilidad de los conductores de barra de la S.E. Chaglla 220 kV, ni en operación normal ni en condición de cortocircuito.

8.5 Conclusiones del Análisis de Maniobras de Energización

Los niveles de tensión se encuentran dentro del límite de +/- 5% de la tensión nominal. En la barra de la PCH Chaglla de 6.3 kV donde se realizará la sincronización de la central, el nivel de tensión es de 0.98 p.u. a 1.00 p.u. presentando adecuadas condiciones de tensión para realizar el sincronismo de la central.

8.6 Conclusión Final del Estudio de Estado Estacionario

De acuerdo con los análisis desarrollados, se concluye que la operación del Proyecto Reubicación del punto de conexión al SEIN de la P.C.H. Chaglla no genera sobrecargas en líneas, ni transformadores, asimismo, los perfiles de tensión se encuentran dentro de un margen aceptable, por lo que no generaría un impacto negativo en la operación del SEIN.

8.7 Conclusiones de Análisis de Fallas Trifásicas

Se realizaron verificaciones de estabilidad transitoria ante fallas trifásicas en el sistema de transmisión:

- CASO 1 (EV1): Cortocircuito trifásico al 1% y 99% de la línea de transmisión Chaglla – Yaros de 220 kV, con despeje de falla y apertura definitiva.

- CASO 2 (EV2): Cortocircuito trifásico al 1% y 99% de la línea de transmisión Leoncio Prado – Chaglla de 220 kV, con despeje de falla y apertura definitiva.

- CASO 3 (EV3): Cortocircuito trifásico al 1% y 99% de la línea de transmisión Yaros – Paragsha II de 220 kV, con despeje de falla y apertura definitiva.

- CASO 4 (EV4): Cortocircuito trifásico al 1% y 99% de la línea de transmisión Yaros – Vizcarra de 220 kV, con despeje de falla y apertura definitiva.

- CASO 5 (EV5): Cortocircuito trifásico al 1% y 99% de las líneas de transmisión Yaros – Yungas 220 kV, con despeje de falla y apertura definitiva.

- CASO 6 (EV6): Cortocircuito trifásico al 1% y 99% de la línea de transmisión Yaros – Tingo María 220 kV, con despeje de falla y apertura definitiva.

- CASO 7 (EV7): Cortocircuito trifásico en el autotransformador S.E. Paragsha II

220/138 kV, con despeje de falla y apertura definitiva.

- CASO 8 (EV8): Cortocircuito trifásico en el autotransformador S.E. Yaros 500/220 kV, con despeje de falla y apertura definitiva.

Las estimaciones de estabilidad transitoria han sido realizadas para el año de ingreso y para el tercer año de operación del Proyecto en condiciones de máxima, media y mínima demanda.

En todos los escenarios analizados de fallas trifásicas en líneas de transmisión con apertura definitiva, se observa que el sistema logra un nuevo estado de operación en el cual las tensiones en las barras en las zonas de estudio se encuentran dentro de un rango de operación aceptable y los ángulos de los generadores se estabilizan sin perder el sincronismo, con lo cual podemos afirmar que el sistema operaría de manera satisfactoria ante las fallas trifásicas.

8.8 Conclusiones de Análisis de Fallas Monofásicas

Se realizaron verificaciones de estabilidad transitoria ante fallas monofásicasen el sistema de transmisión:

- CASO 1 (EV1): Cortocircuito monofásico al 50% de la línea de transmisión Chaglla – Yaros de 220 kV, con despeje de falla y recierre automático.

- CASO 2 (EV2): Cortocircuito monofásico al 50% de la línea de transmisión Leoncio Prado – Chaglla de 220 kV, con despeje de falla y recierre automático.

- CASO 3 (EV3): Cortocircuito monofásico al 50% de la línea de transmisión Yaros – Paragsha II de 220 kV, con despeje de falla y recierre automático.

- CASO 4 (EV4): Cortocircuito monofásico al 50% de la línea de transmisión Yaros – Vizcarra de 220 kV, con despeje de falla y recierre automático.

- CASO 5 (EV5): Cortocircuito monofásico al 50% de las líneas de transmisión Yaros – Yungas 220 kV, con despeje de falla y recierre automático.

- CASO 6 (EV6): Cortocircuito monofásico al 50% de la línea de transmisión Yaros – Tingo María 220 kV, con despeje de falla y recierre automático.

Las estimaciones de estabilidad transitoria han sido realizadas para el año de ingreso y para el tercer año de operación del Proyecto en condiciones de máxima, media y mínima demanda.

En todos los escenarios analizados de fallas monofásicas en líneas de transmisión, se verifica el recierre exitoso de la línea. Las tensiones en las barras en la zona en estudio se encuentran dentro de un rango de operación aceptable y los ángulos de los generadores se estabilizan sin perder el sincronismo, con lo cual podemos afirmar que el sistema operaría de manera satisfactoria ante las fallas monofásicas.

8.9 Conclusiones de Tiempo Crítico

Se realizó el cálculo del tiempo crítico de despeje de falla para la PCH Chaglla considerando eventos de cortocircuito trifásico en la barra Chaglla 220 kV, en la barra del lado de alta tensión de la PCH Chaglla y en las líneas aledañas al Proyecto; registrándose el tiempo

máximo en que debe despejarse la falla sin que el generador pierda el sincronismo, los resultados se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 8.9-1 Resultados del Análisis de Tiempo Crítico.

Escenario de Operación	Elemento	Falla en extremo	Tiempo Crítico (ms)
Avenida 2027 en Máxima Demanda	LT Chaglla - Paragsha	Chaglla	170
		Paragsha	190
	LT Leoncio Prado - Chaglla	Chaglla	160
		Leoncio Prado	170
	LT Tingo María - Vizcarra	Tingo María	170
		Vizcarra	150
	Barra Chaglla 220 kV	Chaglla	160
	Barra PCH Chaglla 34.5 kV	PCH Chaglla	320
Estiaje 2027 en Máxima Demanda	LT Chaglla - Yaros	Yaros	170
		Chaglla	180
	LT Leoncio Prado - Chaglla	Chaglla	180
		Leoncio Prado	150
	LT Yaros - Paragsha II	Yaros	170
		Paragsha II	190
	LT Yaros - Vizcarra	Yaros	170
		Vizcarra	240
	LT Yaros - Yungas	Yungas	320
		Yaros	170
	LT Yaros - Tingo María	Yaros	170
		Tingo María	160
	Barra Chaglla 220 kV	Chaglla	180
	Barra PCH Chaglla 34.5 kV	PCH Chaglla	310
Avenida 2029 en Máxima Demanda	LT Chaglla - Yaros	Yaros	140
		Chaglla	140
	LT Leoncio Prado - Chaglla	Chaglla	140
		Leoncio Prado	150
	LT Yaros - Paragsha II	Yaros	140
		Paragsha II	170
	LT Yaros - Vizcarra	Yaros	140
		Vizcarra	150
	LT Yaros - Yungas	Yungas	140
		Yaros	140
	LT Yaros - Tingo María	Yaros	140
		Tingo María	150
	Barra Chaglla 220 kV	Chaglla	140
	Barra PCH Chaglla 34.5 kV	PCH Chaglla	310
Estiaje 2029 en Máxima Demanda	LT Chaglla - Yaros	Yaros	170
		Chaglla	170
	LT Leoncio Prado - Chaglla	Chaglla	170
		Leoncio Prado	150
	LT Yaros - Paragsha II	Yaros	170
		Paragsha II	180
	LT Yaros - Vizcarra	Yaros	170
		Vizcarra	240
	LT Yaros - Yungas	Yungas	320
		Yaros	170
	LT Yaros - Tingo María	Yaros	170

Escenario de Operación	Elemento	Falla en extremo	Tiempo Crítico (ms)
		Tingo María	160
	Barra Chaglla 220 kV	Chaglla	170
	Barra PCH Chaglla 34.5 kV	PCH Chaglla	310

Los tiempos registrados son superiores a 100 ms, presentando un adecuado margen de coordinación para los relés de protección.

8.10 Conclusiones del Análisis de Estabilidad Permanente

Se realizó el análisis de los modos locales e interplanta de las centrales asociadas al Proyecto (P.C.H. Chaglla y C.H Chaglla). Para ello se analizó la respuesta natural (sin reguladores) del sistema. El factor de amortiguamiento de los modos propios de las centrales es mayor al 8%, garantizando el amortiguamiento de las oscilaciones locales en las que pudieran participar los grupos de las centrales asociadas al Proyecto.

En todos los escenarios de análisis, los modos de oscilación local propios de las centrales asociadas al Proyecto poseen un factor de amortiguamiento mayor al 5% y se encuentran en el lado negativo del eje real del plano complejo, garantizando en todos los escenarios, la estabilidad de pequeña señal entre los grupos de las centrales del Proyecto y el SEIN.

9. LISTA DE EQUIPAMIENTO Y CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

9.1 Ampliación en 220 kV de la S.E. Chaglla

Ítem	Característica	Valor
1	Tensión nominal del equipamiento de transmisión	220 kV
2	Tecnología	AIS *(Air Insulated Substations)*
3	Tensión máxima del equipamiento	245 kV
4	Tensión de sostenimiento al impulso atmosférico	1050 kVp (BIL)
5	Corriente nominal	Celda de Transformador Interruptor 2000A Seccionador 2000A Transformadores de corriente (en bushings de transformador de potencia): 200-400-800/5/5/5/5 A
6	Capacidad de ruptura de cortocircuito trifásico	31.5 kA
7	Configuración de barras	Barra simple con barra de transferencia
8	Número de celdas	(*)
	Transformación	1
9	Transformador de potencia	
	Potencia nominal	35 MVA (ONAN)
	Relación de transformación	220±2x2.5%/34.5 kV
	Transformador de corriente en bushings	Bushings 220kV 200-400-800/5/5/5/5 A
	Grupo de conexión	YNd5
	Tipo de regulación de tomas	Sin carga
	Mando sincronizado	No
10	Sistema de protección y medición	Plano "CSL-252200-1-06-002_B Diagrama unifilar de protección y medición"
11	Arquitectura de automatización y control (Sistema de control)	Plano "CSL-252200-1-07-001_B Arquitectura de automatización y control"

(*) La lista no incluye el equipamiento en 34.5 kV ya que podría estar sujeto de modificación por parte del Titular del Proyecto, lo cual no condiciona la conformidad del EPO.