STATKRAFT PERU S.A

ESTUDIO DE OPERATIVIDAD

PROYECTO "SST-ODS-RE-001"

ESTUDIO DE PRE-OPERATIVIDAD:

PARA LA INSTALACION DE CELDA PARA LA LINEA L-1701 (YAUPI-SANTA ISABEL) EN LA SUBESTACION YAUPI 138KV

RESUMEN EJECUTIVO

Revisión	Hecho Por	Descripción	Fecha	Revisado	Aprobado
0	F. De la Cruz	Emitido para Aprobación del COES	08-08-2025	M. De la Vega	G. Ortega
1	F. De la Cruz	Emitido para Aprobación del COES	01-10-2025	M. De la Vega	G. Ortega
2	M. De la Vega	Emitido para Aprobación del COES	21-01-2026	M. De la Vega	G. Ortega
COMENTARIOS DEL CLIENTE:					

ÍNDICE GENERAL

1 ANTECEDENTES 3

2 OBJETIVO 3

3 AÑO DE CONEXIÓN 3

4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO 3

4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 3

4.2 ALCANCES DEL PROYECTO 4

4.3 UBICACIÓN DE LAS SUBESTACIONES DEL PROYECTO 4

4.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA ZONA DEL PROYECTO 6

5 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS GENERALES 6

5.1 NORMAS APLICABLES 6

5.2 NIVELES DE TENSIÓN 6

5.3 NIVELES DE AISLAMIENTO 7

5.4 CAPACIDAD DE CORTOCIRCUITO 7

5.5 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE BARRAS 8

6 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO 9

6.1 DESCRIPCIÓN DE LA CELDA CL-1701 PATIO DE LLAVES 138 kV 9

6.2 SISTEMA DE PROTECCIONES 9

6.3 SISTEMA DE CONTROL 12

6.4 SISTEMA DE MEDICIONES 13

6.5 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA 14

6.6 SERVICIOS AUXILIARES (existente) 14

6.7 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES 14

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 17

7.1 DEL ANÁLISIS DE FLUJO DE POTENCIA EN OPERACIÓN NORMAL 17

7.2 DEL ANÁLISIS DE CONTINGENCIA 17

7.3 DEL ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO 17

7.4 DEL ANÁLISIS DE VERIFICACION DE SATURACION 18

7.5 DEL ANÁLISIS DE SIR 18

7.6 DEL ANALISIS DE ENERGIZACION Y SINCRONIZACION 18

7.7 DEL ANALISIS DE CAPACIDAD DE BARRAS 19

8 LISTA DE EQUIPAMIENTO Y CARACTERISTICAS 20

8.1 CELDA DE LINEA 138Kv 20

9 ANEXOS 20

Estudio de Pre Operatividad

"PROYECTO AMPLIACION CELDA CL-1701 S.E YAUPI"

Parte 01: Resumen Ejecutivo

1 ANTECEDENTES

Como parte del plan de inversiones de Statkraft para el período 2025-2029, y con el objetivo de mejorar la confiabilidad y estandarización de la subestación Yaupi, la empresa solicitó a Osinergmin la aprobación para la construcción de una nueva celda en 138 kV, denominada CL-1701. Dicha aprobación fue otorgada en el año 2024, y su vigencia inicia en mayo de 2025.

En este contexto, Statkraft desarrollará los estudios necesarios para la conexión y posterior puesta en operación comercial del proyecto. Para ello, deberá presentar al COES el Estudio de Pre Operatividad, a fin de demostrar que el ingreso del proyecto no generará impactos negativos sobre las instalaciones del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN), conforme a lo establecido en el Procedimiento Técnico PR-20 del COES.

Asimismo, se llevará a cabo la ingeniería correspondiente para la implementación de la nueva celda CL-1701 en la subestación Yaupi, la cual será integrada al SEIN.

2 OBJETIVO

El presente proyecto tiene como objetivo la construcción de una nueva celda CL-1701 en 138 kV, con el fin de optimizar la discriminación de fallas a través del sistema de protección de la línea de transmisión L-1701 y de la subestación Yaupi. Esta intervención permitirá mejorar la confiabilidad operativa y avanzar en la estandarización de los sistemas de la subestación Yaupi.

3 AÑO DE CONEXIÓN

Statkraft está considerando la energización de la nueva celda CL-1701 de la S.E. Yaupi, para el año 2026 (Enero).

4 CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO

4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto consiste en la conexión de una nueva celda CL-1701 en 138 kV, en la subestación Yaupi 13.8/138 kV, simple barra, que se conectará al Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) mediante la línea L1701.

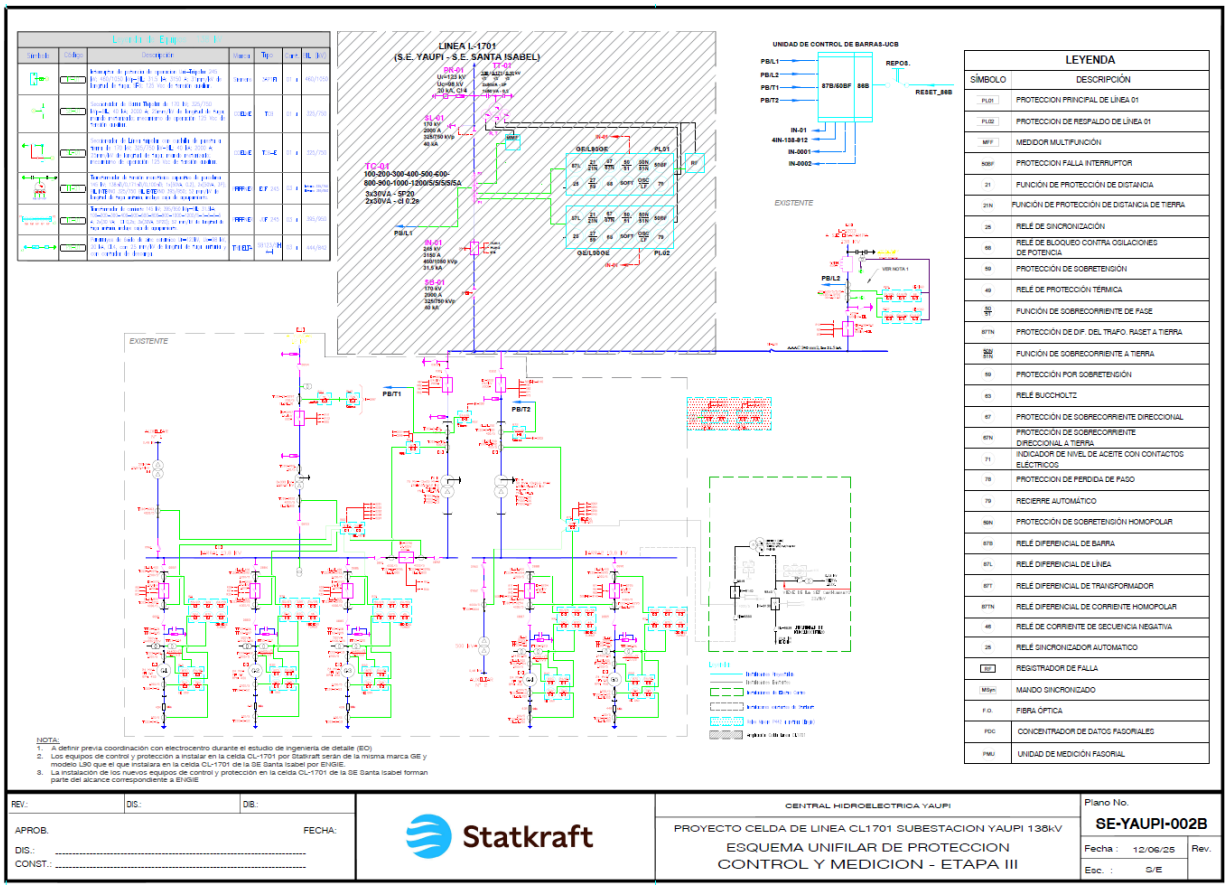

Figura 1. Conexión de la nueva celda CL-1701 en 138 kV, al SEIN – Diagrama Unifilar del Proyecto

4.2 ALCANCES DEL PROYECTO

Como parte del estudio de Pre Operatividad de la nueva celda CL-1701 en la subestación Yaupi, se realiza la ingeniería de la nueva celda en 138 kV.

En la ingeniería de la nueva celda CL1701, en 138 kV, se dimensiona el patio de llaves guardando las distancias mínimas de seguridad definidas en los cálculos justificativos. Asimismo, se define los niveles de tensión y los niveles de aislamiento del equipamiento a emplear en 138 kV.

4.3 UBICACIÓN DE LAS SUBESTACIONES DEL PROYECTO

El proyecto de la nueva celda CL-1701 en 138 kV, de la subestación Yaupi se ubicará en el distrito de Ulcumayo, provincia y departamento de Junín. Tal como se muestra en las siguientes imágenes.

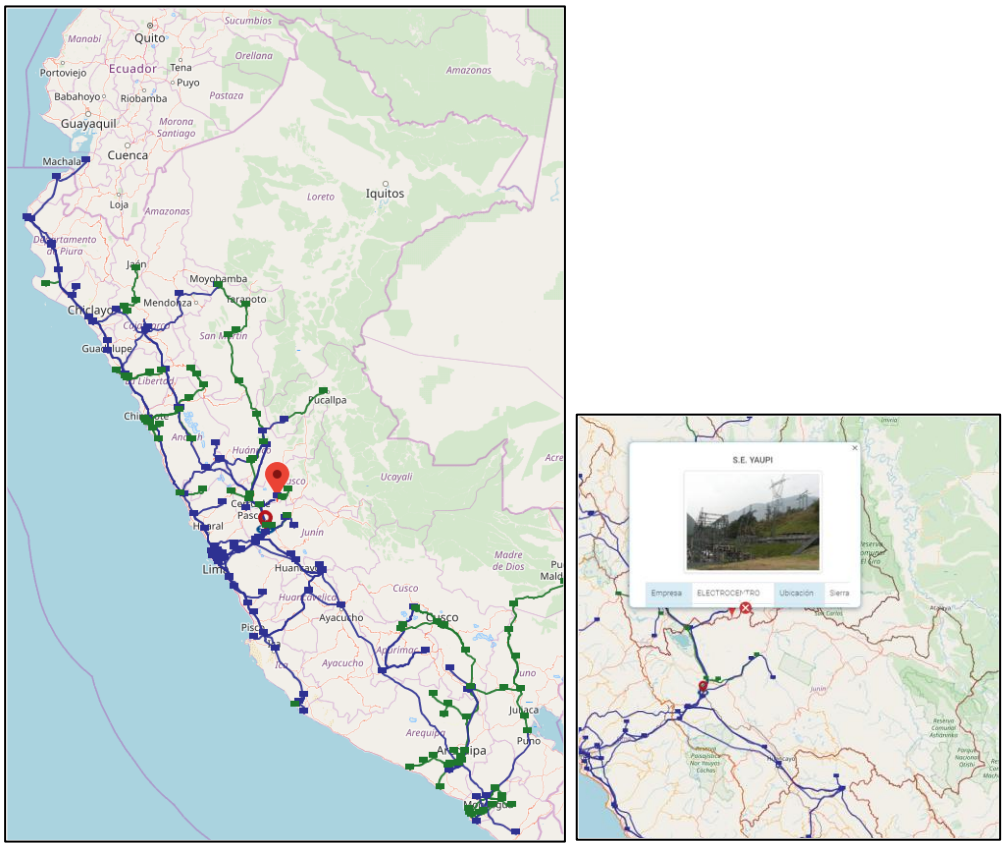

Figura 2. Ubicación geográfica del Proyecto ampliación celda CL-1701, en 138 kV, subestación Yaupi.

El acceso al área del proyecto es por vía terrestre a través de la carretera asfaltada Lima – La Oroya – Paucartambo, y por carretera afirmada Paucartambo – Yuncan. Por otro lado, en las siguientes tablas se detalla las coordenadas del proyecto.

Tabla 1. Coordenadas de la subestación Yaupi

Vértice	Coordenadas UTM – WGS 84	
	Este	Norte
A	441294.1006	8812444.0391
B	441240.6381	8812352.0177
C	441310.8716	8812326.4640
D	441357.1387	8812404.7589

4.4 CONDICIONES CLIMÁTICAS DE LA ZONA DEL PROYECTO

A continuación, se presentará las condiciones ambientales en la zona de la subestación.

- ✓ Temperatura mínima: 10° C ▪
- ✓ Temperatura media: 19° C
- ✓ Temperatura máxima: 26° C
- ✓ Velocidad máxima del viento: 94 km/h
- ✓ Nivel de contaminación ambiental (IEC 60815): Media
- ✓ Altura sobre el nivel del mar: 1348 msnm en promedio
- ✓ Nivel Isoceraunico: 60 días/ año
- ✓ Línea de fuga: 20 mm/kVf-f

5 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS GENERALES

5.1 NORMAS APLICABLES

La nueva celda CL-1701, 138 kV, subestación Yaupi 13.8/138 kV será diseñada siguiendo principalmente las recomendaciones que se establecen en los siguientes códigos y normas técnicos:

- Código Nacional de Electricidad – Suministro 2011.
- Código Nacional de Electricidad – Utilización 2006.
- Procedimiento COES PR-20 “Procedimiento de Ingreso, Modificación y Retiro de Instalaciones en el SEIN”
- Normas Técnicas de la International Electrotechnical Commission (IEC) u otras normas técnicas similares o de mayor exigencia.

5.2 NIVELES DE TENSIÓN

La tensión asignada correspondiente al límite superior de la tensión más elevada del sistema para la cual se preverán los equipos de la subestación será según los valores normales de tensión asignada en la clasificación IEC 62271-1:2007.

Tabla 2. Niveles de Tensión

DESCRIPCIÓN	UND	SUBESTACION YAUPI 13.8/138 kV
Tensión Nominal	**kV**	138
Tensión Máxima	**kV**	145

5.3 NIVELES DE AISLAMIENTO

Del 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 en 138 kV los siguientes niveles de aislamiento (Considerando una altura de 1348msnm)

Tabla 3. Niveles de aislamiento seleccionado en 138 kV

DESCRIPCIÓN	AISLAMIENTO INTERNO	AISLAMIENTO EXTERNO
Tensión soportada normalizada frecuencia industrial	138 kV	145 kV
Tensión soportada normalizada impulso tipo rayo	650 kVp	750 kVp

5.4 CAPACIDAD DE CORTOCIRCUITO

Para la determinación de la máxima corriente de cortocircuito en las barras involucradas en el proyecto se utilizó el programa Power Factory DIgSILENT.

Criterios

Los cálculos de corrientes de cortocircuito se realizan basados en la norma IEC60909 [1] titulada como “Cálculo de corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos AC”.

Corriente de cortocircuito máxima: Para el cálculo de esta corriente se considera que la tensión en el punto de falla en el momento en que ocurre la falla es de 1.10 p.u. Con base en esta corriente se determina la capacidad de los equipos eléctricos.

Consideraciones

En los Estudios Eléctricos, se presenta en detalle todas las consideraciones tomadas en cuenta para el análisis de corto circuito del sistema eléctrico.

Resultados

Las corrientes de cortocircuitos máximas determinadas en los Estudios Eléctricos se resumen en tabla 4. En concordancia con estos valores y los requerimientos establecidos en el Procedimiento PR 20 del COES, queda establecido que los equipos e instalaciones de la celda CL-1701 de la S.E. Yaupi deberán tener una capacidad tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4. Corrientes de cortocircuito máxima generación

BARRA	TENSIÓN NOMINAL [kV]	FASE (Icc) [kA]	TIERRA (3I0) [kA]	CAPACIDAD DE CORTOCIRCUITO [kA]
S.E. Yaupi 138 kV	**138**	4.647	5.519	31.5

5.5 CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE BARRAS

Actualmente el sistema de barras flexible en 138kV posee una sección de 240mm2 con conductor AAAC.

El proyecto contempla, por parte de Statkraft, el reemplazo del conductor de la barra flexible AAAC-240 mm² (instalado por Electrocentro) por un conductor ACSR de 805,8 mm² (1590 MCM), conforme se indica en el plano SE-YAUPI-003 – Vista en planta. Dicho reemplazo se realizará únicamente en el barraje comprendido entre los pórticos ubicados dentro del cerco perimétrico de propiedad de Statkraft, delimitado en la figura N° 3. No se considera el reemplazo de los conductores de propiedad de Electrocentro, debido al bajo aporte proveniente de Oxapampa.

Para los tramos de conductor comprendidos entre el barraje y la conexión de los equipos electromecánicos de la celda de línea CL-1701, se considera un conductor ACSR de 805,8 mm². En contraste, el conductor actualmente instalado en la línea L-1701 Yaupi – Santa Isabel corresponde a un ACSR de 636 MCM. La capacidad y el nivel de cortocircuito del conductor de barras se toman de la memoria de cálculo correspondiente.

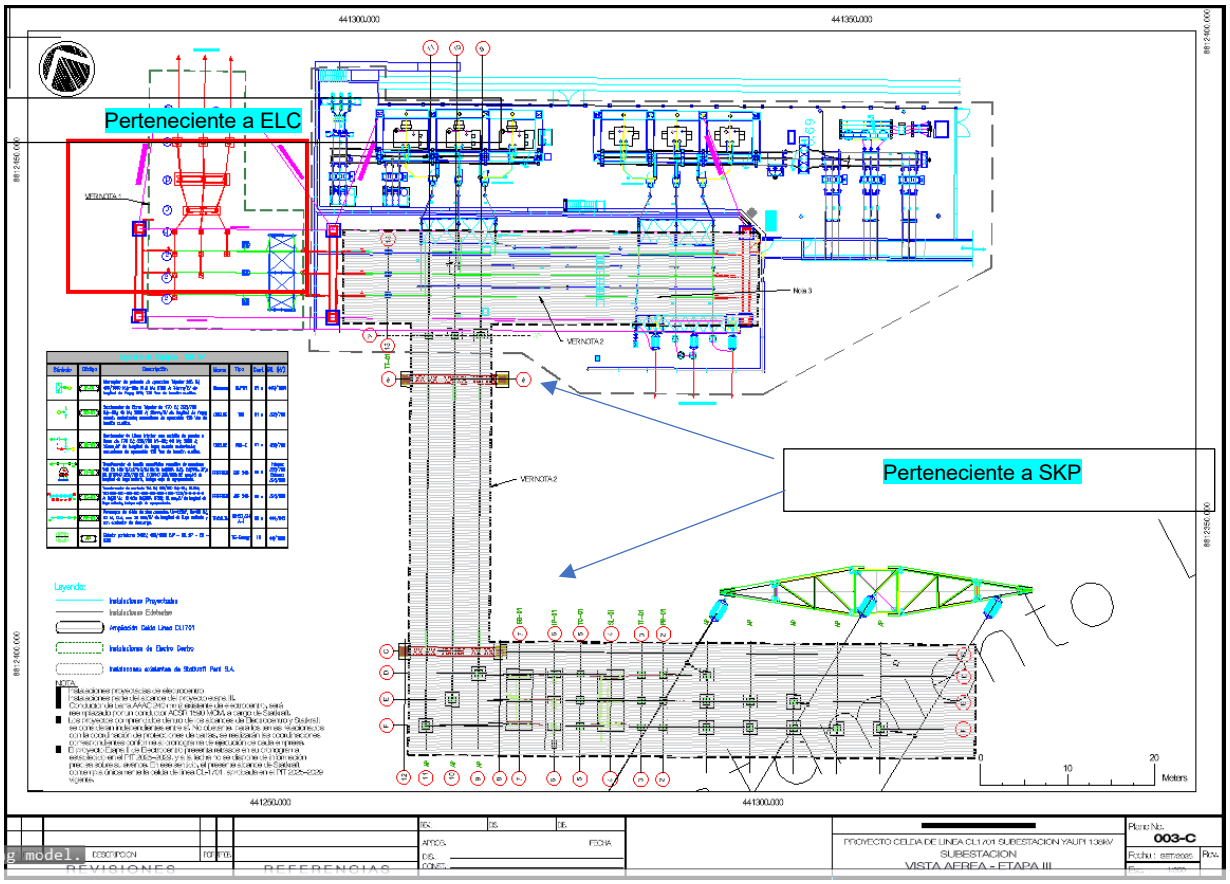

Figura 3. *Configuración del Sistema de Barras Existente y Proyectado de la SET Yaupi*

Tabla 5. Datos Técnicos del Conductor de barra

Descripción	Unidad	138 kV
Tipo de conductor		ACSR
Calibre del conductor	kcmil	1590
Diámetro del conductor	mm	38.2
Peso del conductor	Kg/m	2.669
Carga de rotura	kgf	19141
Resistencia a CC a 20 °C	Ohm/km	0.036
Capacidad de corriente	A	1340

6 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPAMIENTO ELECTROMECÁNICO

6.1 DESCRIPCIÓN DE LA CELDA CL-1701 PATIO DE LLAVES 138 kV

De acuerdo con el alcance del estudio, se proyecta la instalación de la nueva celda CL-1701, en 138 kV de la subestación Yaupi 13.8/138 kV, instalación tipo exterior, como se detalla a continuación:

Una bahía de línea que están implementadas (para cada una de las posiciones) con:

- 01 interruptor de operación uni-tripolar 138 kV
- 01 seccionador de barra
- 01 seccionador de línea, con cuchilla de puesta a tierra
- 03 transformadores de tensión de tipo capacitivo de tres núcleos (dos núcleos de protección 30VA clase de protección 3P y un núcleo de medición 30VA clase de precisión 0.2)
- 03 transformadores de corriente de cinco núcleos (tres núcleos de protección 5P20 y dos núcleos de medición clase 0.2s)
- 01 conjunto de pararrayos

6.2 SISTEMA DE PROTECCIONES

Para la definición y recomendación de los esquemas de protección a ser utilizados en las instalaciones de la nueva celda CL1701, en 138 kV del proyecto se consideran como mínimo, los requerimientos de las protecciones recomendadas por el Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional (COES) en el documento

“Requisitos mínimos para los sistemas de protección del SEIN” así como también en el “Procedimiento Técnico del Comité de Operación Económica del SEIN – PR20”. De ser necesario se suministrará lo necesario para ofrecer el adecuado funcionamiento y protección del sistema.

Los equipos de protección considerados serán de tipo digital, de última generación, de múltiples funciones, que permitan funciones de protección, medición, señalización y registro. Contarán con puertos de comunicación para permitir acceso local o remoto con posibilidad de integrarse en un sistema SCADA si en el futuro el propietario lo requiere.

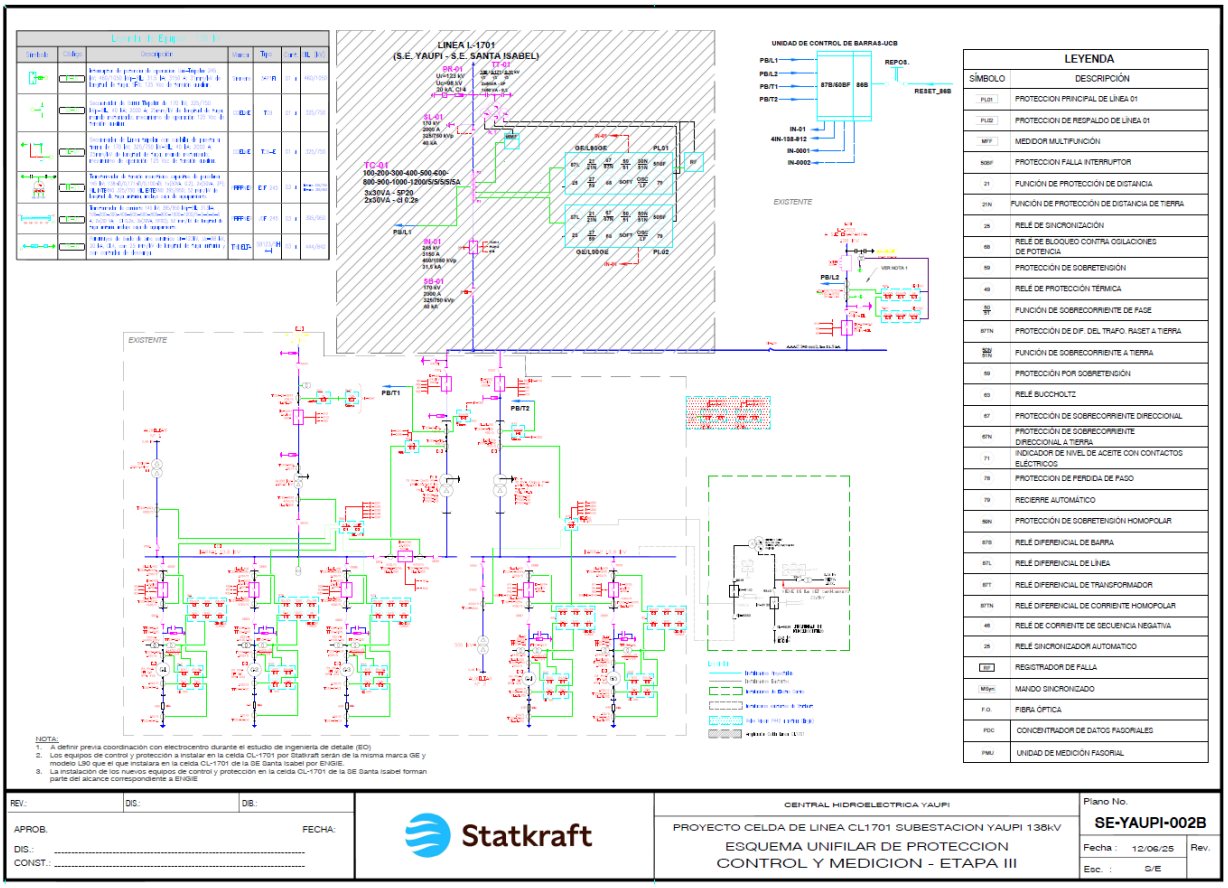

Figura 4. *Diagrama Unifilar de Control y Protección de la nueva celda CL-1701 en 138kV*

6.2.1.1 Protección de Línea de transmisión 138 kV

En la celda de línea CL-1701 se instalarán protecciones de marca GE, modelo L90, en ambos extremos de la línea L-1701, ubicados en las subestaciones Yaupi y Santa Isabel (propiedad de ENGIE). Para la comunicación de las funciones de protección se utilizará fibra óptica, contemplando las siguientes aplicaciones: la función diferencial (87L), la protección de distancia (21) y la protección de sobrecorriente direccional a tierra (67N). La función de distancia operará bajo un esquema de aceleración de zona y, para su emisión y recepción en líneas aéreas, se implementará igualmente un enlace por fibra óptica.

Con relación a la función de oscilografía, de apoyo al análisis de incidentes, los equipos multifunción previamente descritos incorporan esta función.

Adicionalmente se incluye un equipo registrador osciloperturbógrafo independiente.

Las protecciones PP y PS de ambos sistemas dispondrán de las mismas funciones de protección siguientes:

- Protección diferencial de línea (87L), con enlace por fibra óptica con el relé de la misma marca GE y el mismo tipo L90 en la S.E. Santa Isabel.
- Protección de distancia entre fases y fase a tierra (21/21N), con enlace por fibra óptica con el relé de la misma marca GE y el mismo tipo L90 en la S.E. Santa Isabel.
- Protección de sobrecorriente direccional a fase/neutro (67/67N), con enlace por fibra óptica con el relé de la misma marca GE y el mismo tipo L90 en la S.E. Santa Isabel.
- Sobrecorriente de fase tierra no direccional (50N/51N)
- Sobrecorriente de fase no direccional (50/51)
- Recierre monopolar (79)
- Sincronismo (25)
- Protección de sobretensión (59)
- Protección de subtensión (27)
- Protección de perdida de paso (78)
- Bloqueo por oscilación de potencia (68)
- Cierre sobre falla (SOTF)
- Falla de interruptor (50BF)
- Protección diferencial de barra (87B)
- Localizador de fallas del relé (LF)
- Oscilografía

Registradores de fallas

- Equipo registrador de fallas con funciones de osciloperturbografía y registro de secuencia de eventos para la Línea 1701 S.E. Yaupi – Santa Isabel.

Adicionalmente, la protección PP dispondrá de capacidad para Unidad de Medida Fasorial.

Los relés de protección de las líneas serán sincronizados por GPS con protocolo IRIG B o superior.

Además, se dispondrá de:

Un relé que ordena disparo al interruptor por discordancia de polos y que será totalmente independiente de la función homóloga realizada en las protecciones.

La instalación de los nuevos equipos de control y protección en la celda CL-1701 de la SE Santa Isabel forman parte del alcance correspondiente a ENGIE.

6.2.1.2 Barras

Se instalará una protección diferencial de barras centralizada con las siguientes funciones de protección:

- Diferencial de barras 138 kV: 87B1
- Oscilografía

Esta protección tomara las señales de corriente de todas las bahías de 138kV, como también la posicione de interruptores y seccionadores para su correcta operatividad.

6.3 SISTEMA DE CONTROL

El sistema de control y comunicaciones de la S.E. Yaupi, es existente.

Los enlaces de datos de telecontrol permiten que el Sistema de Automatización de Subestaciones (SAS) intercambie con el Centro de Control toda la información operativa necesaria para la operación remota de la subestación.

Para la nueva celda CL-1701, el operador del Centro de Control podrá realizar maniobras de interruptores y seccionadores, reponer protecciones y ejecutar otros comandos.

El Estudio de Pre-Operatividad de la nueva celda CL-1701 comprenderá:

- Implementación del control de Nivel 0 desde las cajas de mando de los equipos en patio.
- Suministro e instalación de los gabinetes de control de celda (Nivel 1).
- Cableado de todas las señales hasta dichos gabinetes.
- Integración a la red de datos del SAS.
- Comunicación remota con dos (2) Centros de Control Remotos (Nivel 3) asociados a la nueva celda de línea.

El sistema de control de la nueva celda se encuentra detallado en los planos de Sistema Control (SE-Yaupi-005 Sistema de Control.dwg) y Telecomunicaciones (SE-Yaupi-006 Telecomunicaciones.dwg).

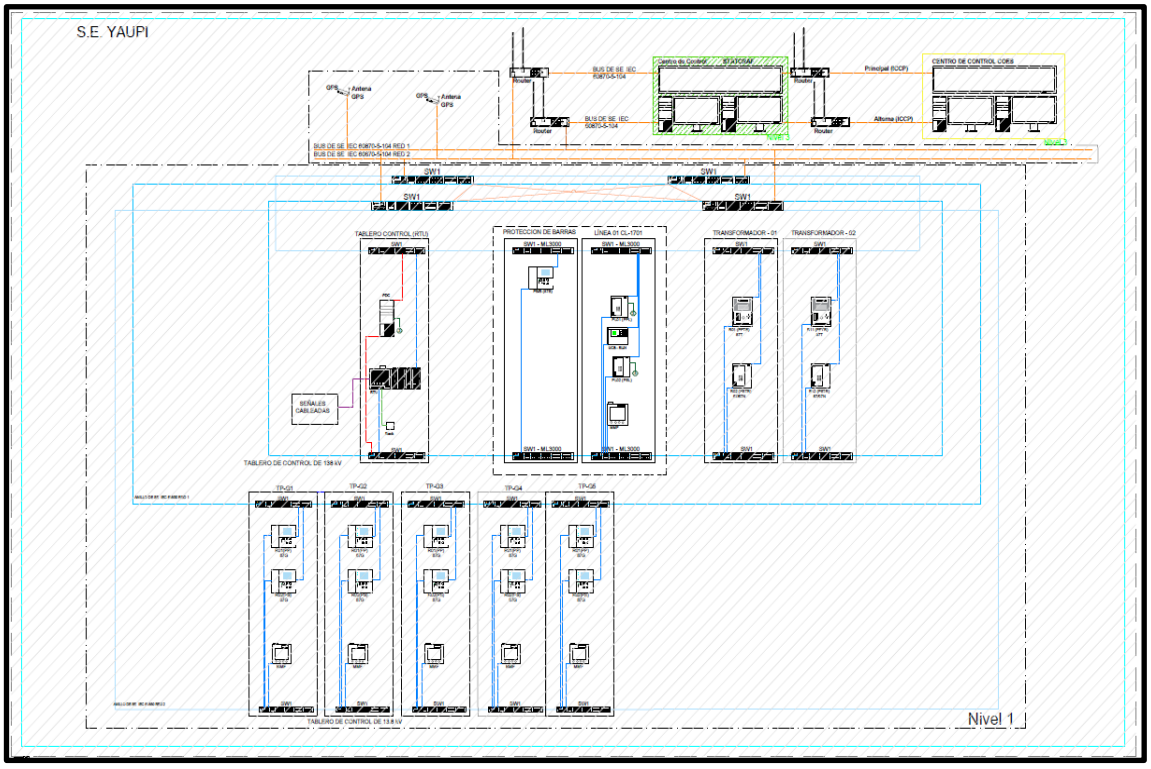

Figura 5. Sistema de Control de la nueva celda CL-1701 en 138kV

6.3.1.1 Centro de Control (Existente)

Statkraft cuenta con un sistema de control existente, que cumple con la Norma Técnica para la Coordinación de la Operación en Tiempo Real de los Sistemas Interconectados (NTCOTR).

6.3.1.2 Sistemas de transferencia de datos

El sistema de control del CC-CGNC, cumple con lo señalado en la Norma de Intercambio de Información en Tiempo Real para la operación del SEIN (NTIITR), en la cual cuenta con un sistema de comunicación que permita enviar en tiempo real al COES la información que señala la NTCOTR.

6.4 SISTEMA DE MEDICIONES

El sistema de medición en la nueva celda CL-1701 de la subestación Yaupi de 138 kV, se realizará mediante medidores de energía multifunción, de última generación, los mismos que contarán con un display local de lectura directa de los parámetros eléctricos, así como de la energía activa y reactiva utilizada. El sistema de medición estará de acuerdo con lo requerido por el Operador del Sistema en la actualidad.

El esquema de medición considerará la implementación de un medidor de energía principal con clase de precisión 0.2s o mejor.

El sistema de medición de energía eléctrica de la subestación cumplirá con las Normas IEC para medidores, estará compuesto por contadores de energía electrónicos, multifunción, para medición de parámetros eléctricos, de energía activa (kW/h), energía

reactiva (KVAr/h), máxima demanda, multitarifa, bidireccionales, contactos kyz, sincronizados por GPS, con memoria de masa para registro y con accesorios para acceso remoto (módem).

6.5 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

La malla de puesta a tierra de la S.E. Yaupi es existente y para la nueva celda CL-1701 se ampliará manteniendo la misma configuración existente.

La malla a tierra existente de la subestación Yaupi, tiene valores que son menores a 0.8 ohmios.

El conductor de la malla a tierra profunda para la nueva celda CL-1701, será de cobre desnudo 120 mm2 de sección, el cual garantiza la condición de soportabilidad de la corriente de cortocircuito de diseño de 31.5 kA

6.6 SERVICIOS AUXILIARES (existente)

Los servicios auxiliares de la S.E. Yaupi son existentes, la energía eléctrica para los servicios auxiliares son suministrados por 2 transformadores 13.8/0.48 kV de 500 kVA.

Las cargas de corriente alternan son del tipo: Trifásicas de 440 V y Monofásicas de 230 V, siendo el sistema en corriente alterna: 440 – 230 V, 60 Hz; 3 fases, cuatro conductores, neutro corrido y sólido a tierra.

Para los servicios auxiliares en DC, se cuenta con 02 bancos de baterías de 125 Vdc, y un banco de baterías de 48 Vdcs, con un sistema de (2) cargadores-rectificadores independientes y redundantes.

Adicionalmente, la S.E. Yaupi cuenta con un grupo electrógeno de emergencia para los servicios auxiliares.

6.7 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS PRINCIPALES

6.7.1.1 Interruptor de potencia

Los interruptores de potencia serán del tipo tanque vivo, monopolar y estarán aptos para recierres monopolares y tripolares rápidos. Deberán ser libres de reencendido, del tipo autosoplado, con aislamiento y extinción en un ambiente de hexafluoruro de azufre (SF6).

Los interruptores de potencia a ser implementados en la celda CL-1701 será de 245 kV y tendrán las siguientes características principales:

Tabla 6. Datos técnicos del interruptor de potencia

Descripción	Unidad	138 kV
Fabricante		Siemens
Tipo		3AP1F1
Tensión nominal de servicio	kV	138
Tensión máxima del equipo	kV	245

Descripción	Unidad	138 kV
Accionamiento		Uni - tripolar
Intensidad nominal servicio continuo	A	3150
Poder de corte asignado en cortocircuito	kA	31.5
Tensión asignada al impulso tipo rayo	kV	1050
Tensión nominal soportada a frecuencia industrial 1 minuto, bajo lluvia (kV) Fase/Tierra (cerrado a tierra), Fase/Fase	kV	460
Secuencia de operación	--	O–0.3s–CO-3min-CO

6.7.1.2 Seccionadores

Todos los seccionadores serán tripolares. El mecanismo de apertura y cierre de los seccionadores serán del tipo apertura central, con motor de mecanismo para operación de apertura y cierre, pero permitirá también el accionamiento manual en caso de falla del sistema motorizado, podrá ser accionado local o remotamente (mando a distancia) para lo cual estará provisto de bobinas electromagnéticas de cierre y apertura. No es aceptable apertura vertical con desconexión central. Las columnas de soporte serán de porcelana, los seccionadores empleados en bahías de líneas están equipados con cuchillas de puesta a tierra.

Tabla 7. Datos técnicos de los seccionadores

Descripción	Unidad	138 kV
Fabricante		Coelme
Tipo seccionador de barra		TCB
Tipo seccionador de Línea c/PAT		TCB-E
Tensión nominal de servicio	kV	138
Tensión máxima del equipo	kV	170
Accionamiento		Tripolar
Intensidad nominal servicio continuo	A	2000
Poder de corte asignado en cortocircuito	kA	40
Tensión asignada al impulso tipo rayo	kV	750
Tensión nominal soportada a frecuencia industrial	kV	325

6.7.1.3 Transformador de Corriente

Los transformadores de corriente para 138 kV serán monofásicos, inmersos en aceite, de sellado hermético, auto refrigerados, para servicio exterior, diseñados y construidos para propósitos de protección y/o medición.

Los transformadores de corriente a ser implementados en la celda CL-1701, tendrán las siguientes características principales:

Tabla 8. Datos técnicos de los transformadores de corriente

Descripción	Unidad	138 kV
Fabricante		PFIFFNER
Tipo		JOF245
Tensión nominal de servicio	kV	138
Tensión máxima de servicio	kV	145
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 us	kV	950
Relación de transformación	A	100-200-300-400-500-600-800-900-1000-1200/5
Núcleos - Protección - Medición		 3 2
Consumo y clase de precisión - Protección - Medición		 30 VA – 5P20 30 VA – Clase 0,2s

6.7.1.4 Transformador de Tensión

Los transformadores de tensión para 138 kV serán del tipo capacitivo, inmersos en aceite, de sellado hermético, auto enfriados, para servicio exterior, adecuados para propósitos de protección y/o medición.

Los transformadores de tensión capacitivos a ser implementados en la nueva celda CL-1701 de 138 kV tendrán las siguientes características principales:

Tabla 9. Datos técnicos del transformador de tensión

Descripción	Unidad	138 kV
Fabricante		PFIFFNER
Tipo		EFC245
Tensión nominal de servicio	kV	138
Tensión máxima de servicio	kV	145
Tensión de resistencia a la onda de impulso 1,2/50 us	kV	Interno:750 Externo: 950
Tipo		**Capacitivo**
Relación de transformación	kV	138:√3 / 0.10:√3
Número de arrollamientos para medición Número de arrollamientos para protección		1 2
Consumo y clase de precisión - Medición - Protección		 50 VA – Clase 0.2 50 VA – 3P

6.7.1.5 Pararrayos

Se instalarán pararrayos a la llegada de la línea de 138 kV. Se utilizarán pararrayos del tipo óxido de zinc, todos con contador de descargas.

Tabla 10. Datos técnicos del Pararrayos

Descripción	138 kV
Fabricante	Tridelta
Tipo	Oxido de Metálico
Tensión nominal asignada, Ur (kV)	123
Tensión máxima de operación continua, Uc (kV)	98
Tensión soportada a la onda de impulso 1,2/50 Us (kV)	842
Frecuencia (Hz)	60
Corriente nominal de descarga (kA)	20
Clase	4

7 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ✓ En general, los resultados obtenidos muestran claramente que el ingreso del Proyecto Celda de línea L-1701 del extremo Yaupi no altera la confiabilidad ni la operación del sistema eléctrico, por lo que el proyecto se considera técnicamente viable.

7.1 DEL ANÁLISIS DE FLUJO DE POTENCIA EN OPERACIÓN NORMAL

- ✓ En los escenarios analizados para el caso base sin/con proyecto se puede apreciar para los años 2026 y 2028 que el Proyecto Celda de línea L-1701 del extremo Yaupi no altera las condiciones preexistentes de la zona de influencia referido a los niveles de tensión en barras, cargabilidades de líneas o transformadores de potencia, por lo que el Proyecto se considera técnicamente viable.

- ✓ De los resultados obtenidos sin y con proyecto ante el crecimiento de demanda en la zona de Oxapampa-Villa Rica-Pichanaki-Satipo cuyos clientes pertenecen a Electrocentro se recomienda que Electrocentro evalué la puesta en paralelo del transformador de reserva de la SET Oxapampa, ello con la finalidad de mitigar la sobrecarga que alcanzaría el transformador existente.

7.2 DEL ANÁLISIS DE CONTINGENCIA

- ✓ Para los escenarios de generación y condiciones de demanda considerados para el año 2026 y 2028, para la contingencia 01, 02, 03 y 04 se observa que el Proyecto Celda de línea L-1701 no altera las condiciones preexistentes de la zona de influencia del proyecto, referido a los niveles de tensión en barras, cargabilidades de líneas o transformadores de potencia, por lo que el Proyecto se considera técnicamente viable.

7.3 DEL ANÁLISIS DE CORTOCIRCUITO

- ✓ De los resultados obtenidos se observa que el ingreso del Proyecto no incrementa los niveles de cortocircuitos obtenidos debido a que el Proyecto es una adición de una nueva celda para la línea L-1701 del extremo de Yaupi mas no genera cambio topológico en la red existente que pudiera incrementar los niveles de cortocircuito existentes.

- ✓ Se verifico que los resultados obtenidos en los casos sin y con proyecto, muestran que los niveles de corriente de cortocircuito (Icc), en el nivel de tensión de 138 kV se encuentran por debajo de la capacidad de ruptura de los interruptores de potencia existentes y proyectado (31.5kA).

7.4 DEL ANÁLISIS DE VERIFICACION DE SATURACION

- ✓ De los resultados presentados en el Anexo 4 de la Tabla 2 para la bahía de línea L-1701 del extremo Yaupi se observa que las relaciones de transformación del TCs propuesto (100/5 y 200/5) presentarían una condición de saturación, sin embargo, el transformador de corriente en operación normal no podría operar en dichos ratios debido a que la corriente nominal de la línea L-1701 es de aproximadamente 736 Amp. Respecto a las demás relaciones de transformación estos no presentan condición de saturación, en la etapa de Operatividad se definirá la relación a adoptar en el transformador de corriente proyectado.

- ✓ De los resultados presentados en el Anexo 4 de la Tabla 2 para la bahía de línea L-1203 del extremo Yaupi (perteneciente a Electrocentro las relaciones de transformación existentes no presentan condición de saturación, actualmente en encuentra fijado en la relación de 150/5, por lo que se recomienda mantener su ratio existente.

- ✓ De los resultados presentados en el Anexo 4 de la Tabla 2 para las bahías de los transformadores de potencia extremo Yaupi se observa que la relación de transformación de los TCs existente en Bujes de 138kV (200/5) presentarían una condición de saturación, sin embargo, el transformador de corriente en operación normal no podría operar en dicho ratio debido a que las corrientes nominales de los transformadores BT1 (50MVA) y BT2 (75 MVA) son de aproximadamente 218 Amp y 328 Amp respectivamente. Respecto a las demás relaciones de transformación estos no presentan condición de saturación, actualmente se encuentra fijado en la relación de 400/5, por lo que se recomienda mantener su ratio existente.

7.5 DEL ANÁLISIS DE SIR

- ✓ Se concluyó a partir del cálculo del SIR que la línea de transmisión 138kV SE Santa Isabel - Yaupi es una línea corta.

7.6 DEL ANALISIS DE ENERGIZACION Y SINCRONIZACION

- ✓ De las simulaciones en estado estacionario para evaluar la energización de la línea Santa Isabel – Yaupi de 138kV se observa que la energización desde Yaupi y sincronización en Santa Isabel 138kV es viable, el cual se encuentra indicado en el Plan de Restablecimiento 2025, debido a que la diferencia de tensión es menor al 10% y el ángulo menor a 30° en el extremo de Yaupi, los valores obtenidos en las tablas anteriores se encuentran dentro del rango establecido para los criterios de sincronismo en líneas. Adicionalmente con la viabilidad de etapa II de ELECTROCENTRO también se verifico la energización desde Santa Isabel y sincronización en Yaupi, el cual los resultados demuestran que también es viable, esta implementación a futuro dará mayor confiabilidad y seguridad en la SET Yaupi.

- ✓ Respecto al sincronismo en Yaupi, si bien actualmente la sincronización del sistema aislado Yaupi-Oxapampa se realiza en Santa Isabel (Plan de Restablecimiento 2025), cabe indicar que como parte de mejora STATKRAFT a futuro y con la instalación de la celda de medición en 138kV aprobado a ELECTROCENTRO dentro del PIT 2025-2029 se coordinara con ELECTROCENTRO disponer de señales de medición de tensión de su PT de barras para llevarlas a los relés de la celda de línea L-1701 del extremo Yaupi para poder implementar el sincronismo en el extremo de Yaupi, cabe indicar que su implementación está condicionada a la ejecución de la etapa de II de ELECTROCENTRO. Asimismo en reuniones con ELECTROCENTRO nos informó que su proyecto se ha

retrasado y tiene previsto llevarlo a ejecución el 2027, sumado a que actualmente se cuenta con sincronismo en Santa Isabel 138kV y que la operación de sistema aislado es una condición atípica que solo se ha dado una vez en 10 años por la caída de la línea L-1701, por lo que hemos previsto que la implementación futura del sincronismo sea con la implementación de la etapa II de ELECTROCENTRO y no sea alcance del Proyecto de STATKRAFT.

Párrafo adicional – Comentario del COES sobre la función de sincronismo

- ✓ En atención a los comentarios formulados por el COES via correo electrónico 05.02.26 respecto a la función de sincronismo, se deja constancia que, de acuerdo con la tecnología de los relés de protección implementados en el proyecto (General Electric L90), dichos equipos permiten el uso de señales de tensión provenientes de distintos niveles de tensión y disponen de la función de compensación de desfase angular (V2 ANGLE SHIFT). En ese sentido, se asumirá el compromiso de evaluar la factibilidad técnica de la implementación de la función de sincronismo empleando señales de tensión provenientes de transformadores de tensión existentes en media tensión, evaluación que será desarrollada y debidamente sustentada en el correspondiente Estudio de Operatividad. En dicha etapa se analizarán las características técnicas de los transformadores de tensión disponibles, su representatividad eléctrica respecto al punto de cierre y el comportamiento operativo del sistema, concluyéndose de manera fundamentada sobre la viabilidad o no de su implementación, así como sobre las eventuales limitaciones técnicas que pudieran existir.

7.7 DEL ANALISIS DE CAPACIDAD DE BARRAS

- ✓ De las simulaciones en estado estacionario y en contingencia se observa que la corriente máxima en condición de flujo máximo que circula por el sistema de barras de 138kV de la SET Yaupi es de 434Amp y 250Amp que equivale al 58.97% y 44.4% de la capacidad nominal del conductor destinado a la celda de línea y a la barra flexible existente de la SET Yaupi (0.736kA y 0.563kA).

- ✓ De las simulaciones de cortocircuito se observa que el máximo nivel de cortocircuito que circula por uno de los tramos de la barra flexible de la SET Yaupi es de 4.64 kA que equivale al 14.73% de la capacidad de nominal del conductor de barra (31.5kA).

8 LISTA DE EQUIPAMIENTO Y CARACTERISTICAS

8.1 CELDA DE LINEA 138Kv

Item	Descripción	Unid.	Interruptor	Seccionador de barra y de Línea	Transformador de corriente	Transformador de tensión	Pararrayos
1	Tensión nominal del equipamiento	kV.	138KV				
2	Tecnología		AIS *(Air Insulated Substation)*				
3	Tensión máxima del equipo	kV.	245	170	145	145	98
4	Tensión de sostenimiento al impulso atmosférico	kVp.	1050	750	950	Interno: 750 Externo: 950	842
5	Corriente nominal	A	3150	2000	100-200-300-400-500-600-800-900-1000-120/5-5-5-5-5		
6	Capacidad de ruptura de cortocircuito trifásico	kA.	31.5	40	31.5		
7	Configuración de barras		Barra Simple Existente				
8	Número de Celdas						
8.1	De línea		1				
9	Diagrama unifilar del equipamiento de protección, de medición, de control y de mando		Plano Nº SE-YAUPI-002.dwg				
10	Esquema de comunicaciones y teleprotección		Plano Nº SE-YAUPI-006.dwg				
11	Arquitectura del sistema de automatización y control		Plano Nº SE-YAUPI-005.dwg				

9 ANEXOS

A: Diagrama Unifilar del Proyecto

B: Cronograma del Proyecto

C: Etapas del proyecto