

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA



**PROPUESTA TÉCNICA - ECONÓMICA PARA EL SUMINISTRO
DE EQUIPOS ELÉCTRICOS PARA LA NUEVA SUBESTACIÓN
ELÉCTRICA YURA 3, DE 30MVA**

INFORME DE SUFICIENCIA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA**

CHRISTIAN WILMER LOARTE SULLCA

PROMOCIÓN 2007- II

LIMA-PERÚ

2014

DEDICATORIA

En primer lugar agradecer a Dios por su infinito amor, a mi esposa y a mi hija por todo el apoyo y motivación que me brindan, este informe se los dedico.

INDICE

PROLOGO:	4
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	6
1.1 Antecedentes	6
1.2 Planteamiento del problema	11
1.3 Objetivos	11
1.4 Alcances.....	11
1.5 Justificación.....	13
CAPÍTULO II: GENERALIDADES DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO	14
2.1 Transformadores	14
2.2 Resistencia de puesta a tierra del neutro del transformador	18
2.3 Ducto de barras	19
2.4 Celdas de Media Tensión.....	19
2.5 Arrancadores de MediaTensión.....	28
2.6 Banco de Condensadores	29
2.7 feeders Panels.....	31
CAPÍTULO III: DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	33
3.1 Descripción del proyecto	33
CAPÍTULO IV: DESARROLLO DE LA PROPUESTA TÉCNICA ECÓNOMICA	39
4.1 Especificaciones técnicas y diagramas unifilares.....	39
4.1.1 Transformadores de distribución en aceite de potencia 15-20MVA, ONAN/ONAF, 30/4. 16kV	39
4.1.2 Celdas de Media Tensión.....	62
4.1.3 Transformadores de distribución en aceite de potencia 0.5, 2.5, 3/3.5MVA	86
4.1.4 Arrancadores directos FVNR de 1000Hp, 3500Hp, 5000Hp, 4.16kV	108
4.1.5 Celda con seccionador sin carga 1200A, 4.16kV.....	121
4.1.6 Banco de condensadores en 4.16kV	124
4.2 Selección de Equipos eléctricos	141
4.2.1 Transformador 15-20MVA, 30/4. 16kV	141
4.2.2 Resistencia de puesta a tierra del neutro del transformador.....	144
4.2.3 Celdas de Media Tensión.....	146
4.2.4 Arrancadores de Media tensión.....	151

4.2.5 Seccionador de Media Tensión	156
4.2.6 Ducto de barras de media tensión	158
4.2.7 Banco de condensadores de 1250kVAR, media tensión	159
4.2.8 Banco de condensadores de 850kVAR, media tensión	162
4.2.9 Banco de condensadores en baja tensión	164
4.2.10 Feeder panels de baja tensión	168
CAPÍTULO V: COSTOS Y PRESUPUESTOS.....	173
5.1 Costos y presupuestos	173
5.2 Evaluación del proyecto.....	176
5.2.1 Flujo de caja.....	176
5.2.2 Indicadores de rentabilidad	178
5.2.3 Formulas	178
5.2.4 Resultados	179
Conclusiones	182
Recomendaciones.....	183
Bibliografía	184
Anexos	186
Planos	240

PRÓLOGO

El presente informe de ingeniería se basó en el proyecto: "Construcción de la Nueva Sub Estación Eléctrica YURA 3, de 30MVA" para la Industria Cementera Yura. La razón de informe es el desarrollo técnico y económico del suministro de equipos eléctricos para dicha subestación.

Referente a la estructura del informe de Ingeniería, se ha dividido en cinco (5) capítulos, que a continuación se detallan:

Capítulo I: Introducción. En ella se describe los antecedentes, las consideraciones, condiciones iniciales, los objetivos generales, los alcances y la justificación del desarrollo del presente informe.

Capítulo II: Generalidades del Suministro Eléctrico. En ella se definen y se clasifican los equipos eléctricos que se van a suministrar. Este equipamiento eléctrico está conformado por: Transformadores de distribución, resistencias de puesta a tierra del neutro del transformador, ducto de barras en media tensión, celdas en media tensión, arrancadores directos en media tensión, banco de condensadores en media tensión, tableros de fuerza en baja tensión, transformadores de servicios auxiliares, banco de condensadores con filtro de armónicos automático en baja tensión y ducto de barras en baja tensión.

Capítulo III: Descripción General del Proyecto. Se describe con detalle la ubicación del proyecto así como sus condiciones ambientales, las respectivas áreas donde se ubicarán los equipos eléctricos, así mismo se presenta el planteamiento del problema del presente informe.

Capítulo IV: Desarrollo de la propuesta técnica económica: Se llevará a cabo en base a 3 etapas:

Primera etapa: Requerimiento inicial del cliente. Especificaciones técnicas y diagramas unifilares.

Segunda etapa: Cálculos realizados para definir los parámetros eléctricos para la correcta selección de los equipos eléctricos en Baja Tensión y Media Tensión.

Tercera Etapa: Producto seleccionado y ofertado, incluye modelo y marca.

Capítulo V: Costos y presupuestos: Se muestra los precios unitarios de los respectivos equipos solicitados, así mismo se muestran el VAN y el TIR para asegurar que el proyecto es aceptable.

Finalmente se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas del desarrollo del informe.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

La Nueva Línea de Producción de Clinker de la Industria Cementera YURA S.A. se ubica en la Provincia de Yura, ciudad de Arequipa, esta Línea de Producción se localiza a una altitud de 2576 msnm. Actualmente Yura S.A. tiene una producción de 1,400 TMPD de Clinker, con lo cual desea ampliar su producción a 4,200 TMPD (Línea 3).

Esta Nueva Línea se compone de las siguientes Zonas:

- Materias primas (Recepción, Chancado, Apilamiento y Manejo de Materiales).
- Planta de Molienda de Carbón.
- Piroproceso (Silo de Homogenización y Alimentación al Horno, Intercambiador, Horno de 4200TMPD).
- Enfriador, transporte y almacenamiento de Clinker.
- Servicios Auxiliares
- **Sub Estación Eléctrica Yura 3 (Capacidad 30MVA)**
- Sala de Control

La nueva Sub Estación Eléctrica YURA 3 está dividida de la siguiente manera: Dos (2) Transformadores de 15/20MVA, 30/4.16kV, una (1) Sala Eléctrica en 4.16kV y seis (6) Salas Eléctricas en 460V.

Sala Eléctrica 4.16kV:

Las Cargas actuales de la Sala Eléctrica en 4.16kV son:

- 02 Sub Estación de Enfriador de Clinker 3/3.75MVA, 4.16/0.46kV.
- 01 Ventilador del Tiro del Enfriador 700kW, 4.16kV.
- 01 Motor Principal del Horno 671kW, 4.16kV.
- 02 Sub Estación de Horno Filtro By Pass y Filtro y Alimentación al Intercambiador 3/3.75MVA, 4.16/0.46kV.
- 01 Motor Ventilador de Filtro ID Fan 2400kW, 4.16kV.
- 01 Motor Ventilador de Filtro 1800kW, 4.16kV.
- 01 Servicio de Iluminación general 500kVA, 4.16/0.46kV.
- 01 Servicio Auxiliares 3/3.75MVA, 4.16/0.46kV.
- 01 Molienda de Crudos 3 - Ventilador Ciclonas 3750kW, 4.16kV.
- 01 Molienda de Crudos 3 - Motor Molino UBE 3750kW, 4.16kV.
- 01 Molino de Carbón 2.5MVA, 4.16/0.46kV.
- 01 Molienda de Crudos 3/3.75MVA, 4.16/0.46kV.
- 01 Banco de Capacitores de 1250kVAR, 4.16kV.
- 01 Transporte de Materias Primas Crudos 3/3.75MVA, 4.16/0.46kV.
- 05 Reservas equipadas.

Sala Eléctrica N° 4:

Las Cargas actuales de la Sub Estación Eléctrica Enfriador de Clinker 1 en 460V son:

- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 315-1.
- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 315-2.
- 01 Panel Board 460V, Tag PB 315-1.
- 01 Variador de velocidad de 600Hp, 460V, Tag VFD 3141.
- 01 Variador de velocidad de 400Hp, 460V, Tag VFD 3170.
- 03 Reservas Equipadas.

Las Cargas actuales de la Sub Estación Eléctrica Enfriador de Clinker 2 en 460V son:

- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 314-3.
- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 314-4.
- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 314-5.
- 01 Carga en 460V, Tag Calentador de petróleo-quemador de horno.
- 01 Carga de 280kW, 460V, Tag SFT3729.

- 03 Reservas equipadas.

Sala Eléctrica N° 3:

Las Cargas actuales de la Sub Estación Eléctrica Horno en 460V son:

- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 313-3.
- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 313-4.
- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 313-5.
- 01 Panel Board 460V, Tag PB 313-2.
- 04 Reservas equipadas.

Las Cargas actuales de la Sub Estación Eléctrica Filtro y Alimentación al Intercambiador en 460V son:

- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 313-1.
- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 313-2.
- 01 Panel Board 460V, Tag PB 313-1.
- 02 Alimentadores directos de 600A, Tag. BR-01 y BR02.
- 04 Reservas equipadas.

Sala Eléctrica N° 6:

Las Cargas actuales de la Sub Estación Eléctrica Servicios Auxiliares en 460V son:

- 11 Cargas en 460V.

Sala Eléctrica N° 5:

Las Cargas actuales de la Sub Estación Eléctrica Molino de Carbón en 460V son:

- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 314-1.
- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 314-2.
- 01 Panel Board 460V, Tag PB 314-1.
- 01 Variador de velocidad de 400Hp, 460V, Tag VFD 3780-A.
- 01 Variador de velocidad de 400Hp, 460V, Tag VFD 3780-B.
- 02 Reservas Equipadas.

Sala Eléctrica N° 2:

Las Cargas actuales de la Sub Estación Eléctrica Molienda de Crudos en 460V son:

- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 312-1.
- 01 Panel Board 460V, Tag PB 312-1.
- 01 Clasificador de 250kW, 460V, Tag 3444.
- 01 Elevador de Cangilones, 460V, Tag 3570.1.
- 05 Reservas Equipadas.

Sala Eléctrica N° 1:

Las Cargas actuales de la Sub Estación Eléctrica Materias Primas Crudos en 460V son:

- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 311-1.
- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 311-2.
- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 311-3.
- 01 Panel Board 460V, Tag PB 311-1.
- 01 Faja Transportadora material grueso, 460V.
- 01 Stacker, 460V.
- 01 Side Reclaimer, 460V.
- 01 Portal Reclaimer, 460V.
- 02 Reservas Equipadas.

La Sala Eléctrica en 4.16kV y las respectivas Salas Eléctricas en 460V estarán expuesta a una temperatura adecuada (Temperatura ambiente = 25°C), para que así se pueda garantizar la buena operatividad y confiabilidad de los equipos eléctricos dentro de ella. La climatización de la Sub Estación Eléctrica y las salas eléctricas es por cuenta de YURA.

La empresa YURA S.A. cuenta con un presupuesto de US \$ 4 000 000.00 para la adquisición de los nuevos equipos eléctricos para la Sub Estación Eléctrica Yura 3.

Manufacturas Eléctricas S.A. (Manelsa de aquí en adelante) es una empresa líder en el suministro de equipos eléctricos de Baja y Media Tensión, con más de 40 años de experiencia en el mercado nacional.

YURA S.A. ha solicitado a la empresa MANELSA que elabore una propuesta técnica económica para el suministro de equipos eléctricos para la Nueva Sub Estación Eléctrica YURA 3.

Posteriormente MANELSA será la empresa responsable de suministrar los equipos eléctricos.

Manelsa financiará los recursos del proyecto utilizando la línea de crédito aprobada por la entidad bancaria. El monto del financiamiento es de US \$ 3 125 400.00 y será cancelado en 12 cuotas mensuales.

La Tasa efectiva anual (TEA) para el préstamo es de 15%, lo que equivale al 1.717% de la tasa efectiva mensual (TEM).

Manelsa ha acordado con YURA realizar entregas parciales de los equipos eléctricos, de la siguiente manera:

- Transformadores de Distribución. 24 semanas.
- Resistencia de Puesta a Tierra del Neutro del Transformador. 24 semanas.
- Ducto de Barras en 4.16kV. 24 semanas.
- Celdas en 4.16kV. 20 semanas.
- Arrancadores directos en 4.16kV. 16 semanas.
- Celda con seccionador sin carga en 4.16kV. 16 semanas.
- Banco de Condensadores en 4.16kV. 16 semanas.
- Ducto de Barras en 460V. 12 semanas.
- Feeders Panels en 460V. 12 semanas.
- Transformadores del tipo seco. 12 semanas.
- Banco de condensadores con filtro de armónicos en 460V. 16 semanas.

La forma de pago propuesta para el presente informe es de la siguiente manera.

Primer Pago: 25% del monto total al recibir la presente OC y/o a la firma del contrato.

Segundo Pago: 25% con la aprobación de planos. Los planos se entregarán a la cuarta semana.

Tercer Pago: 50% con la entrega de los equipos eléctricos.

Manelsa considera para este proyecto tener un margen bruto del 23% sobre el valor costo. Dentro de este margen se encuentran los gastos administrativos que hacen un total del 13% del valor venta. El otro 10% representa la utilidad (Ganancia Neta).

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Debido a la ampliación de la Planta de Clinker de 1400 TMPD a 4200 TMPD se necesita una Nueva Sub Estación Eléctrica YURA 3 de 30MVA.

Se requiere el suministro de equipos eléctricos para la Nueva Sub Estación.

Se requiere de una propuesta técnica y económica por el suministro de equipos eléctricos.

Se deben presentar planos mecánicos y eléctricos referenciales

1.3. OBJETIVO

Desarrollar una propuesta técnica y económica del suministro de equipos eléctricos para la Nueva Sub Estación Eléctrica YURA 3 de 30MVA para la Industria Cementera.

1.4. ALCANCES

El presente informe ha sido desarrollado para suministrar equipos eléctricos para la Nueva Sub Estación Eléctrica YURA 3.

El alcance de este informe comprende la evaluación técnica económica de los siguientes equipos propuestos:

- 2 Transformadores de Distribución en aceite de potencia 15-20MVA, ONAN/ONAF, 30/4.16kV.
- 2 Resistencias de Puesta a Tierra del Neutro del Transformador de 15-20MVA.
- 2 Ductos de Barras de 3000A, 4.16kV, 50kA.
- 2 Celdas de Llegada de 3000A, 4.16kV, 50kA.
- 1 Celda de Llegada de Respaldo de 3000A, 4.16kV, 50kA.
- 2 Celdas Tie Break de 3000A, 4.16kV, 50kA.
- 1 Celda de Salida de 2000A, 4.16kV, 50kA.
- 2 Celdas de Transición y Salida de 1200A, 4.16kV, 50kA.
- 9 Celdas de Salida Two High de 1200A (Superior e Inferior), 4.16kV, 50kA.
- 7 Transformadores de Distribución en aceite de potencia 3-3.75MVA, ONAN/ONAF, 4.16/0.46kV.
- 1 Transformador de Distribución en aceite de potencia 2.5MVA, ONAN, 4.16/0.46kV.
- 1 Transformador de Distribución en aceite de potencia 500KVA, ONAN, 4.16/0.46kV.
- 2 Arrancadores directos de 5000Hp, 4.16kV.
- 2 Arrancadores directos de 3500Hp, 4.16kV.
- 2 Arrancadores directos de 1000Hp, 4.16kV.
- 1 Celda con Seccionador Sin carga de 1200A, 4.16kV.
- 1 Banco de Condensadores Automático de 1250kVAR, 4.16kV.
- 2 Banco de Condensadores Tipo Fijo para Motor de 850kVAR, 4.16kV.
- 7 Ductos de Barras de 4000A, 460V, 65kA.
- 9 Feeders Panels en 460V, 65kA.
- 7 Transformadores del tipo seco de potencia 75kVA, 460/380-220V.
- 7 Bancos de condensadores con filtro de armónico automático en 460V, de 550kVAR, 700kVAR, 750kVAR, 800kVAR, 850kVAR, 900kVAR y 950kVAR.

No es parte del alcance el suministro de los siguientes equipos:

- 16 Centro de Control de Motores en 460V.
- 5 Panel Board en 460V.
- 04 Variadores de Velocidad en 460V.
- Arrancadores directos en 460V.
- Cargador rectificador y Banco de Baterías.
- Grupo Electrónico y su tablero de protección.
- Equipos de Ventilación.
- Luminarias, tomacorrientes, cables y otro equipo y/o material que no esté manifestado en el alcance.

Nuestra propuesta no incluye el servicio de instalación ni montaje de los equipos eléctricos, así como la obra civil de la sub estación eléctrica y salas eléctricas, todo esto será realizado por una empresa contratista bajo la supervisión de YURA.

Manelsa entregará los equipos completamente embalados con madera para así garantizar que los equipos no sufran algún daño durante el transporte. Los equipos serán entregados en los almacenes de la empresa Racionalización Empresarial S.A. (RACIEMSA) ubicado en la Av. Nicolás Ayllón N° 2290, Urb. Santa Angélica, Ate-Vitarte, Lima.

1.5. JUSTIFICACIÓN

El presente informe de ingeniería se justifico porque la empresa cementera YURA necesito el suministro de equipos eléctricos para su nueva subestación eléctrica, de 30MVA.

Está Nueva Sub Estación Eléctrica será capaz de suministrar energía a las nuevas cargas (anteriormente mencionada en el punto 1.1) de la planta de YURA.

CAPITULO II

GENERALIDADES DEL SUMINISTRO ELÉCTRICO

En el siguiente capítulo se describe como se clasifican los equipos eléctricos y sus principales características.

2.1. TRANSFORMADORES

Se denomina transformador a un dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la potencia. La potencia que ingresa al equipo, en el caso de un transformador ideal (esto es, sin pérdidas), es igual a la que se obtiene a la salida. Las máquinas reales presentan un pequeño porcentaje de pérdidas, dependiendo de su diseño y tamaño, entre otros factores.

2.1.1. Clasificación

Los transformadores se pueden clasificar de muchas maneras por ejemplo: Según su aplicación: Transformadores elevadores/reductores de tensión, transformadores de aislamiento, transformadores trifásicos o monofásicos; según su construcción: Transformadores de potencia, de distribución, autotransformadores; según el medio de aislamiento: En aceite o del tipo seco; según la normativa del diseño: American National Standard Institute (ANSI) o International Electrotechnical Commission (IEC).

Para nuestro informe nos enfocaremos por el tipo de aislamiento.

Por el medio de aislamiento

Estos transformadores se clasifican en transformadores sumergidos en aceite y transformadores del tipo seco.

- **Transformadores en Aceite**

Son aquellos transformadores en donde el núcleo y la bobina se encuentran sumergidos en un medio dieléctrico en estado líquido (aceite).

Estos transformadores son diseñados, fabricados y probados bajo 2 normas: ANSI e IEC.

Transformador sumergido en aceite bajo norma ANSI



Transformador sumergido en aceite bajo norma IEC



Ventajas

- Se construyen para todas las potencias y tensiones.
- Menor costo unitario.
- Menor nivel de ruido.
- Menores pérdidas de vacío.
- Pueden instalarse a la intemperie (Grado de protección NEMA 4).

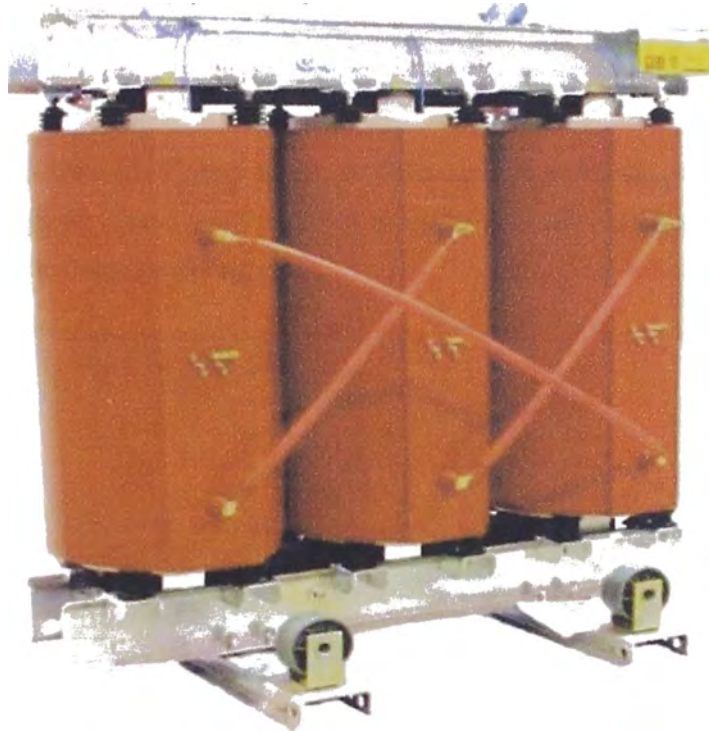
Desventajas

- Necesita de una obra civil, puesto que se debe disponer de un pozo o depósito colector, con la capacidad suficiente para retener el aceite ante una posible fuga. Posibles riesgos de incendio debido al bajo punto de inflamación del aceite.
- Primas de seguro son relativamente costosas.
- **Transformadores del tipo seco**
Son aquellos transformadores en donde el medio dieléctrico y refrigerante es el aire.
Estos transformadores son diseñados, fabricados y probados bajo 2 normas: ANSI e IEC.

Transformador del tipo seco bajo norma ANSI



Transformador del tipo seco bajo norma IEC



Ventajas

- Menor costo de instalación puesto que no requieren de obra civil.
Bajo costo de mantenimiento, puesto que solamente requiere de limpieza.
- Menor riesgo de incendio.

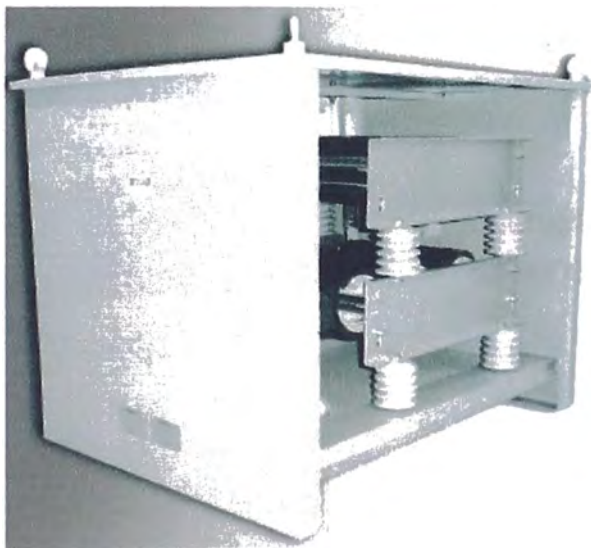
Desventajas

- Mayores costos unitarios.
- No están diseñados para todas las potencias ni voltajes.
- Mayores niveles de ruido.
No son usados a la intemperie puesto que a los más tienen un grado de protección NEMA 3R.

2.2. RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA DEL NEUTRO DEL TRANSFORMADOR

Las resistencias de puesta a tierra se usan para limitar la corriente máxima de falla a un valor que no dañe los equipos eléctricos, sin embargo que debe permitir un nivel suficiente de corriente de falla para el accionamiento de los relés de protección.

Se requiere solo tres (3) datos al especificar una resistencia de neutro a tierra: 1) El voltaje de Línea a Neutro, 2) La corriente inicial en Amperios, 3) el tiempo puesto admisible-definido.



Ventajas

- Reducción de la intensidad de defecto a tierra a valores seguros hasta la actuación de las protecciones.
- Incremento de la seguridad por reducción de las sobretensiones transitorias.
- Reducción del número de desconexiones intempestivas.
- Facilidad de locación de averías.
- Simplicidad al realizar el mantenimiento.

2.3. DUCTO DE BARRAS

Los ductos de barras son el medio de transporte de la energía desde los transformadores hacia las celdas de media tensión o los tableros de fuerza principal.

Los ductos de barras pueden ser de Cobre (CU) con una conductividad de 99% o Aluminio (AL) con una conductividad de 61%, estos ductos pueden llevar hasta 7500A con pérdidas. Estos ductos son ideales para instalaciones industriales y edificios de gran altura puesto que son muy flexibles, fiables y además son eficientemente económicos debido a su fácil instalación, sus condiciones de servicio son -15°C hasta 55°C.



Ducto de Barras
de 3000A, 4.16kV.

2.4. CELDAS DE MEDIA TENSIÓN

En general se entenderá como Celdas de Media Tensión (En inglés Switchgear) al conjunto continuo de secciones verticales (Celdas) en la cuales se ubican equipos de **manobra** (Interruptores de potencia fijo o extraíbles, seccionadores, etc.), **medida** (Transformadores de Corriente, transformadores de tensión, etc.), y cuando se solicite equipos de **protección y control** (relés, medidores, alarmas, etc.), montados en uno o más compartimientos insertos en una estructura metálica externa que cumple la función principal de **recibir y distribuir la energía eléctrica**.

2.4.1. Clasificación

Las celdas de media tensión se pueden clasificar de muchas maneras por ejemplo: Según su construcción: Celdas del Tipo Metal Enclosed o Celdas del Tipo Metal Clad; según el equipo de maniobra: Celda con Seccionador o Celda con Interruptor; según en el medio aislante: Celdas Aisladas en Aire (AIS), Celdas Aisladas en Gas (GIS) o Celdas Mixtas; según la normativa del diseño: ANSI/NEMA o IEC.

Para nuestro informe nos enfocaremos por el tipo del medio aislante.

Por el medio de aislamiento

Estas celdas se clasifican en Aislamiento en Aire, Aislamiento en Gas o en Aislamiento Mixto.

- **Celdas de Aislamiento en Aire**

Son aquellas celdas en las cuales el medio de aislamiento es el aire, esto quiere decir que todas las partes vivas o de fuerza (barras y el compartimiento del interruptor) están expuestas al aire. Dentro de ellas tenemos las celdas convencionales, celdas con seccionador tipo metal enclosed, celdas con interruptor tipo metal clad.

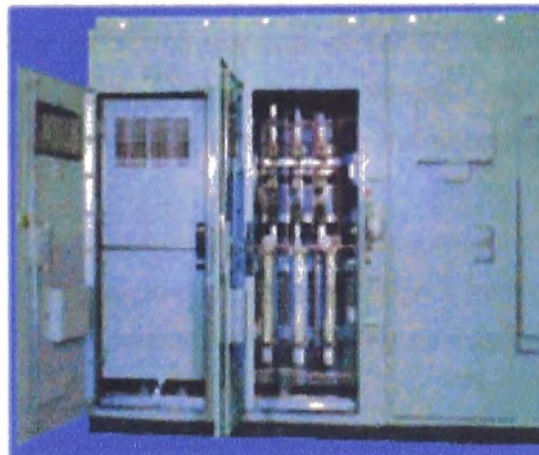
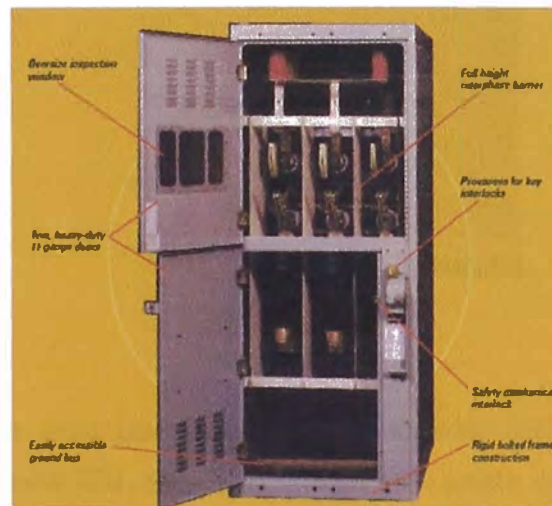
Celda Convencional



Celdas con seccionador tipo metal enclosed

Dentro de ellas tenemos bajo 2 normas, celdas con seccionador bajo norma ANSI/NEMA y celdas con seccionador bajo norma IEC.

Celda con seccionador bajo norma ANSI



Celda con seccionador bajo norma IEC



La diferencia entre una celda con seccionador ANSI/NEMA con una celda con seccionador IEC, radica en que cuando exista una falla en alguna de las fases y el fusible se funde en la celda con seccionador IEC está originará que el percutor mande a disparar al seccionador por lo tanto abrirá las 3 fases; sin embargo en la celda con seccionador ANSI/NEMA, esto no sucede debido a que en todo momento se trata de mantener la energía.

Celdas con interruptor tipo metal clad

Dentro de ellas tenemos bajo 2 normas, celdas con interruptor bajo norma ANSI/NEMA y celdas con interruptor bajo norma IEC.

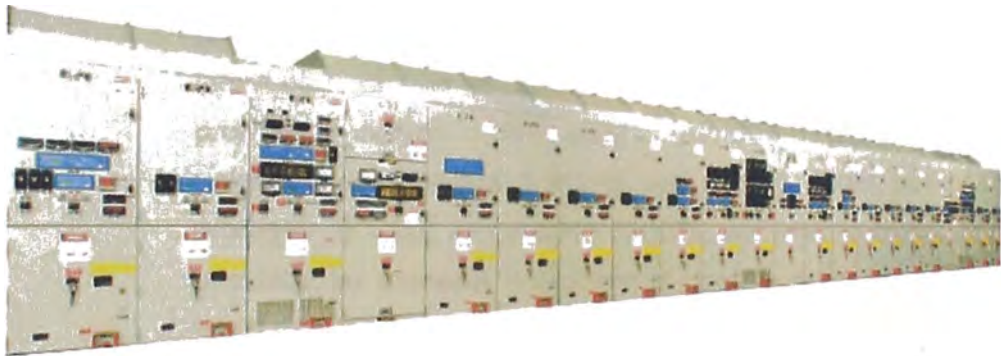
Celda con interruptor bajo norma ANSI/NEMA

Dentro de estas celdas tenemos las celdas metal clad estándar y las celdas metal clad a prueba de arco interno.

Celda Metal Clad Estándar



Celda Metal Clad a Prueba de Arco Interno

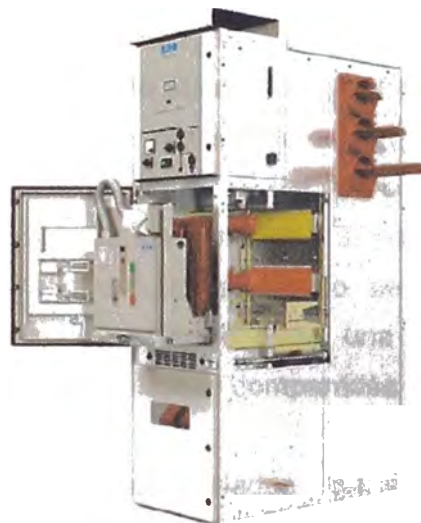


La diferencia entre las celdas estándar y la de a prueba de arco interno es que en las celdas a prueba de arco durante una falla, la celda será capaz de soportar por los 4 lados (Ni una pieza ni parte sale disparado), originando que dentro de ella se destruya la celda sin embargo lo que está a su frente, lados laterales y posteriores no se vean dañadas (por ejemplo: un operador que se encuentra frente a la celda y por una mala maniobra se origina una explosión (fognazo), el operador no sufrirá ningún daño, así mismo los

gases que se producen serán expulsados por el ducto de escape que se encuentra en la parte superior de las celdas.

Celda con interruptor bajo norma IEC

Actualmente en el mercado nacional e internacional se suministran las celdas metal clad a prueba de arco interno de acuerdo a la norma IEC62271-20.



La diferencia entre las celdas seccionador y una celda con interruptor es que la celda con seccionador se usa para proteger cargas no muy grandes (Potencia de transformadores hasta 2 MVA), así mismo éstas solamente protegen de fallas como corto circuito, así mismo después de una falla, se proceder a realizar el cambio de fusibles por lo tanto ocasiona que la celda se encuentre un tiempo fuera de servicio sin embargo su costo es relativamente mucho menor que una celda con interruptor.

Las celdas con interruptor protegen cargas mayores a 2MVA, el tiempo de respuesta ante una falla es mucho más rápida que un seccionador, despejan fallas como sobre carga, corto circuitos e instantáneas, así como fallas a tierra; por otro lado cuando ocurre una falla y está a su vez ya es mitigada, lo único que se requiere es que nuevamente el interruptor sea

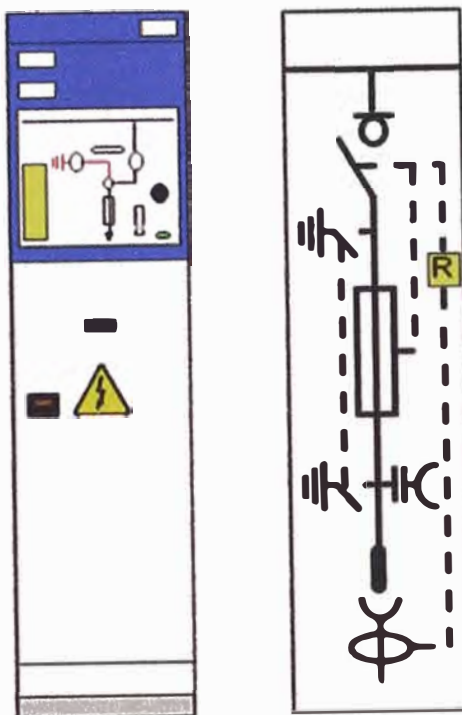
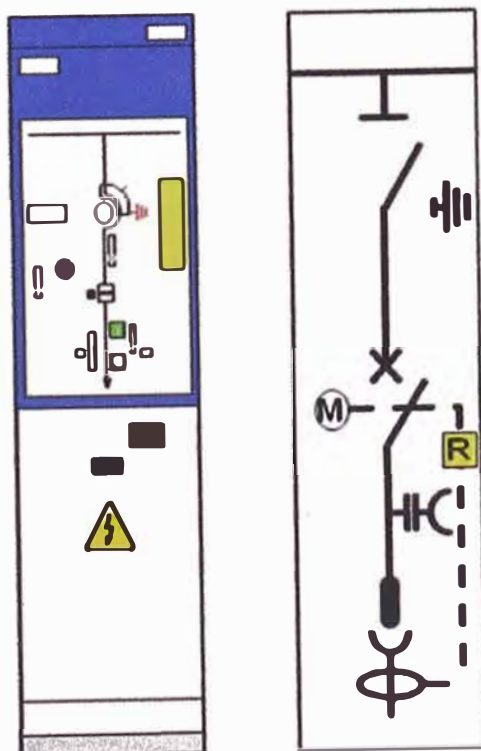
cerrada, por tal no hay tiempo muertos por paradas no programadas.

- **Celdas de Aislamiento en Gas**

Son aquellas celdas en las cuales el medio de aislamiento es el gas Hexafloruro de Azufre (SF_6) esto quiere decir que todas las partes vivas o de fuerza (barras y el compartimiento del interruptor) están inmersas en este gas.

La ventaja de este gas aislante es que tiene una mayor rigidez dieléctrica que el aire (3 veces mayor aproximadamente a la del aire a 1.3 Bar) por lo tanto permite que las distancias entre fases sea menor lo cual origina que el diseño de estas celdas sean compactas, teniendo como una ventaja la reducción de sus dimensiones comparadas a las celdas aisladas en aire.

Estas celdas aisladas en gas son de libre mantenimiento (solamente limpieza) y así mismo cuentan con un manómetro para la visualización de la presión del gas.

Celda con seccionador aislado en Gas SF₆**Celda con interruptor aislado en Gas SF₆**

• **Celdas de Aislamiento Mixto**

Son aquellas celdas en las cuales el equipo de maniobra (Seccionador o Interruptor) se encuentra inmerso gas Hexafloruro de Azufre (SF₆) sin embargo las barras están expuestas al aire.

Celda con seccionador con Aislamiento Mixto

N°	Description	QTY
1	Left CU tube Ø 25	3
2	Right CU Tube Ø 25	3
3	Busbar coupling kit for TPS	1
4	SF ₆ insulated three position Load Breaker Switch equipped with energy stored operating mechanism 3D	1
4	SF ₆ insulated earth switch above fuses with making capacity	1
5	Upper fuse hold clamp kit	3
6	Fuse 24 KV	3
7	Lower fuse hold clamp kit	3
8	Cable connection point	3
9	Capacitor insulator 24 KV	2
10	MV Cable	3
11	Earth Switch below fuses	1
12	Cable Holder	3
13	Upper input / output cable box	1
14	Upper auxiliary circuit duct	1
15	LV compartment for auxiliary circuits (10-450mm)	1
16	Cable connection kit for GIS or insulate max 1 cable/phase 120mmq	1
17	Bottom plate with cable passing holes	

Celda con interruptor con Aislamiento Mixto

N°	Description	QTY
1	Left CU Tube	3
2	Right CU Tube	3
3	Busbar coupling kit for TPS	1
4	SF ₆ insulated isolator with MC operating mechanism and earth switch above circuit breaker	1
5	Upper busbar for circuit breaker connection	3
6	CVI vacuum circuit breaker	1
7	Lower busbar for circuit breaker connection entry with cable passing CTs	3
8	Lower busbar for circuit breaker connection entry with primary winding CTs	3
9	Busbar connection for primary winding CTs	2/3
10	VTs connection	3
11	Earth switch below of circuit breaker	1
12	Cable terminal connection point	3
13	MV cable	3
14	Cable passing current transformer kit	1
15	Chassis of vacuum circuit breaker	1
16	Bottom plate with cable passing holes	1
17	Metal door separation and VTs mounting plate	1
18	Primary winding CTs	2/3
19	Voltage Transformers	2/3
20	Resistor above shunting capacitor isolation	1

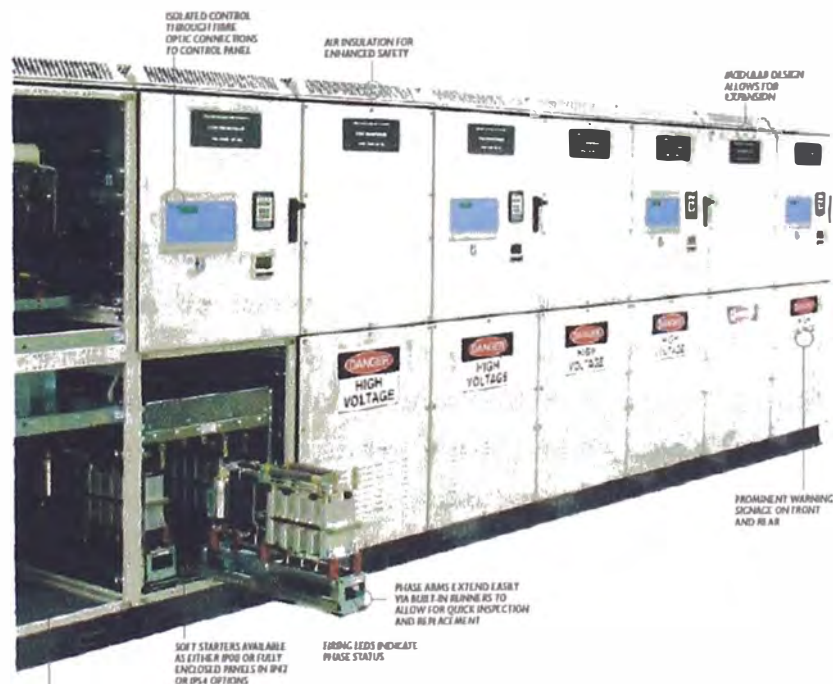
2.5. ARRANCADORES EN MEDIA TENSIÓN

Los arrancadores en media tensión son equipos que están diseñados para mover motores que accionan grandes cargas, así mismo dependiendo de la carga y la aplicación, estos arrancadores pueden ser directos (FVNR), suaves (Soft Starter), por variador de velocidad (VFD).

Arrancador FVNR de MT



Arrancador Soft Starter de MT



Arrancador VFD de MT



Los arrancadores directos FVNR son muy económicos y pueden ser del One High para potencias mayores de 2000Hp y Two High para potencias menores o igual a 2000Hp.

Los arrancadores Soft Starter son usados cuando se requiere limitar las corrientes de arranques a valores considerados.

Los arrancadores por variador de velocidad (VFD) son usados cuando se requiere controlar carga variables y además cuando las cargas tienen alto torque, la desventaja de este equipo es que actualmente los precios no son muy económicos.

2.6. BANCO DE CONDENSADORES

Los bancos de condensadores son usados para corregir el factor de potencia (f.d.p.) con lo cual la carga deja de solicitar a la red energía reactiva por lo tanto significa un ahorro en el consumo; así mismo tenemos bancos de condensadores fijos y automáticos, este último se usa cuando la carga es variable. En la actualidad se tiene banco de condensadores en

Baja Tensión y banco de condensadores en Media Tensión. Las ventajas de usar los bancos de condensadores aparte de corregir el f.d.p es que también ayudan a aliviar las cargas y disminuir las pérdidas en los cables, lo cual significa ahorro de dinero; estos bancos de condensadores también se usan *para elevar la tensión en las líneas de transmisión.*

Banco de Condensadores en BT



Banco de Condensadores en MT



2.7. FEEDERS PANELS

Los Feeder Panels o Tableros de Fuerza son tableros de distribución principal en Baja Tensión (Se encuentran después de los transformadores y son los alimentadores a las demás cargas: Centro de Control de Motores, Tableros de Servicios Auxiliares, otros) estos tableros son del tipo autosoportado y además estos tableros se caracterizan por tener soportar una alta capacidad de cortocircuito (65kA a 100kA) y también por alojar interruptores de caja aislada con capacidad de 800A hasta 4000A. Estos tableros de fuerza son del tipo metal clad (compartimentado) y son de acceso frontal.

Feeders Panels



Las ventajas de estos tableros de fuerza que es que sus interruptores son del tipo extraíble, por tal en el caso que uno de ellos fallara y posteriormente

se necesite su mantenimiento, este interruptor no afectará la operatividad de los demás interruptores, por lo tanto se garantiza el servicio continuo de la operación.

CAPITULO III

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

3.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

3.1.1. Ubicación y Condiciones Ambientales

La Sub Estación Eléctrica se encuentra ubicado en la Carretera Yura km. 26, en la provincia de Yura, departamento de Arequipa.

Las condiciones ambientales a las que se encuentra la sub estación es la que se muestra en la siguiente tabla.

Altura Sobre el Nivel del Mar	: 2577 m
Temperatura Ambiente	: 32 °C
Velocidad del Viento	: 20 km/h
Dirección del Viento	: Variable
Condiciones Atmosféricas	: Seco / Polvoriento
Humedad Relativa	: 75% hasta 90%
Contaminación Ambiental	: Media y Alta
Calificación Sísmica UBC	: Zona 3

Fuente: Información del Proyecto

La nueva Sub Estación Eléctrica YURA 3 está dividido de la siguiente manera: Dos (2) Transformadores de 15/20MVA, 30/4.16kV, una (1) Sala Eléctrica en 4.16kV y seis (6) Salas Eléctricas en 460V.

3.1.2. Ubicación de los Equipos Eléctricos

3.1.2.1. Sala Eléctrica en 4.16kV:

Dentro de esta Sala Eléctrica se encuentran ubicadas el conjunto de celdas de media tensión en 4.16kV, las cuales alimentarán a las siguientes cargas:

- 02 Sub Estación de Enfriador de Clinker 3/3.75MVA, 4.16/0.46kV.
- 01 Ventilador del Tiro del Enfriador 700kW, 4.16kV.
- 01 Motor Principal del Horno 671kW, 4.16kV.
- 02 Sub Estación de Horno Filtro By Pass y Filtro y Alimentación al Intercambiador 3/3.75MVA, 4.16/0.46kV.
- 01 Motor Ventilador de Filtro ID Fan 2400kW, 4.16kV.
- 01 Motor Ventilador de Filtro 1800kW, 4.16kV.
- 01 Servicio de Iluminación general 500kVA, 4.16/0.46kV.
- 01 Servicio Auxiliares 3/3.75MVA, 4.16/0.46kV.
- 01 Molienda de Crudos 3 - Ventilador Ciclones 3750kW, 4.16kV.
- 01 Molienda de Crudos 3 - Motor Molino UBE 3750kW, 4.16kV.
- 01 Molino de Carbón 2.5MVA, 4.16/0.46kV.
- 01 Molienda de Crudos 3/3.75MVA, 4.16/0.46kV.
- 01 Banco de Capacitores de 1250kVAR, 4.16kV.
- 01 Transporte de Materias 3/3.75MVA, 4.16/0.46kV.
- 05 Reservas equipadas.

En está Sub Estación también estará ubicado los arrancadores directos (FVNR) en 4.16kV, el seccionador sin carga en 4.16kV, el Banco de Capacitores de 1250kVAR, 4.16kV; el cargador rectificador y banco de baterías (no es suministro de Manelsa), así mismo con un Feeder Panel en 460V, tag FP-314.

Está Sub Estación cuenta con un sistema de aire acondicionado el cual garantizará que el ambiente se encuentra a la temperatura adecuada 25°C.

Está Sub Estación cuenta también con una buena iluminación y tomas de corriente en 220V provenientes del transformador de servicios auxiliares e iluminación de potencia 75kVA, 460/380-220V.



3.1.2.2. Sala Eléctrica N°1:

Dentro de esta Sala Eléctrica se encuentran ubicados los siguientes equipos:

- 01 Feeder Panel en 460V, Tag FP 311-1.
- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 311-1.
- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 311-2.
- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 311-3.
- 01 Panel Board 460V, Tag PB 311-1.
- 01 Transformador del tipo seco de 75kVA, 460/380-220V.
- 01 Banco de condensadores con filtro automático de 600kVAR, 460V.

Está Sala Eléctrica cuenta con un sistema de aire acondicionado el cual garantizará que el ambiente se encuentra a la temperatura adecuada 25°C, así mismo cuenta también con una buena iluminación y tomas de corriente en 220V.

3.1.2.3. Sala Eléctrica N°2:

Dentro de esta Sala Eléctrica se encuentran ubicados los siguientes equipos:

- 01 Feeder Panel en 460V, Tag FP 312-1.

- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 312-1.
- 01 Panel Board 460V, Tag PB 312-1.
- 01 Transformador del tipo seco de 75kVA, 460/380-220V.
- 01 Banco de condensadores con filtro automático de 800kVAR, 460V.

Está Sala Eléctrica cuenta con un sistema de aire acondicionado el cual garantizará que el ambiente se encuentra a la temperatura adecuada 25°C, así mismo cuenta también con una buena iluminación y tomas de corriente en 220V.

3.1.2.4. Sala Eléctrica N°3:

Dentro de esta Sala Eléctrica se encuentran ubicados los siguientes equipos:

- 01 Feeder Panel en 460V, Tag FP 313-1.
- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 313-1.
- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 313-2.
- 01 Panel Board 460V, Tag PB 313-1.
- 01 Transformador del tipo seco de 75kVA, 460/380-220V.
- 01 Banco de condensadores con filtro automático de 700kVAR, 460V.
- 01 Feeder Panel en 460V, Tag FP 313-2.
- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 313-3.
- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 313-4.
- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 313-5.
- 01 Panel Board 460V, Tag PB 313-2.
- 01 Transformador del tipo seco de 75kVA, 460/380-220V.
- 01 Banco de condensadores con filtro automático de 750kVAR, 460V.

Está Sala Eléctrica cuenta con un sistema de aire acondicionado el cual garantizará que el ambiente se encuentra a la temperatura adecuada 25°C, así mismo cuenta también con una buena iluminación y tomas de corriente en 220V.

3.1.2.5. Sala Eléctrica N°4:

Dentro de esta Sala Eléctrica se encuentran ubicados los siguientes equipos:

- 01 Feeder Panel en 460V, Tag FP 315-1.
- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 315-1.
- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 315-2.
- 01 Panel Board 460V, Tag PB 315-1.
- 01 Transformador del tipo seco de 75kVA, 460/380-220V.
- 01 Banco de condensadores con filtro automático de 550kVAR, 460V.
- 01 Feeder Panel en 460V, Tag FP 314-2.
- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 314-3.
- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 314-4.
- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 314-5.
- 01 Panel Board 460V, Tag PB 314-2.
- 01 Transformador del tipo seco de 75kVA, 460/380-220V.
- 01 Banco de condensadores con filtro automático de 800kVAR, 460V.

Está Sala Eléctrica cuenta con un sistema de aire acondicionado el cual garantizará que el ambiente se encuentra a la temperatura adecuada 25°C, así mismo cuenta también con una buena iluminación y tomas de corriente en 220V.

3.1.2.6. Sala Eléctrica N°5:

Dentro de esta Sala Eléctrica se encuentran ubicados los siguientes equipos:

- 01 Feeder Panel en 460V, Tag FP 314-1.
- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 314-1.
- 01 Centro de Control de Motores 460V, Tag MCC 314-2.
- 01 Panel Board 460V, Tag PB 314-1.
- 01 Transformador del tipo seco de 75kVA, 460/380-220V.
- 01 Banco de condensadores con filtro automático de 900kVAR, 460V.

Está Sala Eléctrica cuenta con un sistema de aire acondicionado el cual garantizará que el ambiente se encuentra a la temperatura adecuada 25°C, así mismo cuenta también con una buena iluminación y tomas de corriente en 220V.

3.1.2.7. Sala Eléctrica N°6:

Dentro de esta Sala Eléctrica los equipos que se ubicarán dentro de ella se encuentran por definir. Sin embargo está Sala Eléctrica contará con un sistema de aire acondicionado el cual garantizará que el ambiente se encuentre a la temperatura adecuada 25°C, así mismo contará con una buena iluminación y sus respectivas tomas de corriente en 220V.

CAPITULO IV

DESARROLLO DE LA PROPUESTA TÉCNICA ECONÓMICA

4.1. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS Y DIAGRAMAS UNIFILARES

En esta etapa del informe se mostrará el requerimiento inicial del cliente acerca del suministro eléctrico que desea adquirir para la Nueva Sub Estación Eléctrica Yura 3.

4.1.1. Transformadores de Distribución en aceite de potencia 15-20MVA, ONAN/ONAF, 30/4.16KV

4.1.1.1. ALCANCE

Esta especificación técnica prescribe los requisitos para el diseño, fabricación del transformador sumergido en líquido aislante de acuerdo con la especificación y planos adjuntos. El proveedor debe de entregar como *mínimo planos, datos técnicos, reportes de pruebas, manuales de instalación, operación y mantenimiento*. El fabricante suministrará el alcance de los trabajos acerca del ensamble completo e indicará las partes que suministrará separadas, los fabricantes deberán considerar la supervisión en obra si esta fuera necesaria. El proveedor deberá suministrar los repuestos listados y para la puesta en servicio y arranque del transformador deberá contar si fuera necesaria con un Ingeniero.

4.1.1.2. NORMAS Y CODIGOS

Los equipos, materiales, componentes y funciones se diseñaran, construirán, probarán y deberán funcionar en estricta concordancia con la última edición de las normas aplicables.

ANSI / IEEE C57.12.00 **Standard General Requirements for Liquid – Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers.**

ANSI / IEEE C57.12.10 **Safety Requirements 230 kV and Below 833/958 through 8333/10 417 kVA, single – phase, and 750/862 through 60 000/80 000/ 100 000 kVA, three – phase without load tap changing; and 3750/4687 through 60 000/80 000/100 000 kVA with load tap changing.**

Adicionalmente cumplirán con los requerimientos, recomendaciones y guías de las siguientes organizaciones:

AISI	American Iron and Steel Institute
ANSI	American National Standards Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
ASME	American Society of Mechanical Engineers
	AWS American Welding Society
ICEA	Insulated Cable Engineers Association
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
NEC	National Electrical Code (ANSI/NFPA 70-1999)
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
NFPA	National Electrical Fire Protection Association
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
UL	Underwriters Laboratories

Toda modificación a lo especificado en estas Normas deberá manifestarse claramente indicando la diferencia entre lo establecido y lo que se propone. Esta modificación en ningún caso será de un nivel técnico inferior a las especificaciones de las Normas indicadas.

4.1.1.3. CONDICIONES DE SERVICIO

4.1.1.3.1. Parámetros ambientales

El área de ubicación del proyecto es dentro de las instalaciones de YURA S. A., ubicada políticamente en el Distrito de Yura, Provincia de Yura y Departamento de Arequipa, Perú. Los parámetros ambientales principales se citan a continuación:

Elevación sobre el nivel del Mar	: 2 577 m
Temperatura promedio anual	: + 32°C
Temperatura máxima anual	: + 40°C
Temperatura mínima anual (invierno)	: + 3°C
Temperatura máxima de diseño	: + 40°C
Humedad Relativa	: 75% ... 90%
Velocidad del viento, máximo	: 20 km/h
Velocidad del viento, diseño	: 85 km/h
Precipitación promedio anual	: 1100 mm
Zona sísmica UBC	: 3
Contaminación ambiental	: Media y Alta

La atmósfera donde se instalarán los equipos es polvorienta.

4.1.1.3.2. Parámetros del Sistema

El transformador será apropiado para operar con un sistema primario de 30 kV, diseñado y construido para operar con los siguientes valores de tensión a 2 577 m s.n.m.

Voltaje Nominal	: 30 kV	4.16 kV
Frecuencia Nominal	: 60 Hz	60 Hz
Tensión máxima de operación del sistema	: 36 kV	7.2 kV
Nivel Básico de aislamiento a la Frecuencia Industrial	: 70 kV	36 kV

Nivel Básico de aislamiento a la Tensión de Impulso (BIL)	: 170 kV	95kV
Nivel de contaminación ambiental	: muy alto	muy alto
Distancia de fuga mínima nominal	: 31 mm/kV	31 mm/kV
Distancia de fuga mínima entre fase y tierra	: 1116 mm	223 mm
Sistema sólidamente puesto a tierra	: Delta	Estrella
Número de Fases	: 3	4
Corriente de cortocircuito del equipo	: 25 kA	50 kA
Máxima duración de cortocircuito	: 250 ms	250 ms
Tiempo normal de aclaración de las fallas	: 100 ms	100 ms
Tiempo de aclaración de las fallas en respaldo	: 400 ms	400 ms
Altura sobre el nivel del mar	: 2577 m	2577 m

4.1.1.4. CARACTERISTICAS BASICAS DE DISEÑO

4.1.1.4.1. Condiciones Eléctricas de Servicio

- a) El transformador será diseñado y fabricado conforme a los estándares industriales para el tipo de transformador inmerso en líquido aislante según sea indicado en las hojas de datos técnicos.
- b) El transformador debe ser diseñado para suministrar la potencia continua garantizada en todas las tomas de su conmutador, sin exceder los límites de temperatura establecidos en las normas y soportar sobrecargas de corta duración, en concordancia con ANSI/IEEE C57.12.92. La duración y magnitud de estas sobrecargas estarán definidas por las normas ANSI/IEEE C57.12.90 y según lo indicado por IEEE Std. 462.
- c) La impedancia nominal del transformador deberá ser la impedancia entre cada par de arrollamientos del transformador con el conmutador en vacío en el tap de tensión nominal y el conmutador sin carga en la posición de tensión al neutro.

- d) El transformador deberá funcionar en las condiciones de plena carga, con un nivel de ruido que no exceda lo establecido por las normas, tal como las definidas en NEMA TR1 (Transformers Regulators and Reacters).
- e) A menos que se indique otra cosa en las hojas de datos, el transformador será trifásico, en líquido aislante (aceite mineral o silicona o el proveedor deberá entregar sus costos según lo ofertado), apropiado para montaje exterior sobre una base de concreto con ruedas.
- f) El transformador deberá estar diseñado de tal forma de poder dar la potencia nominal a la temperatura ambiente máxima con el factor K adecuado sin llegar a exceder su temperatura de diseño y sin bajar la tensión nominal más del 5% en el lado de baja.
- g) El transformador deberá estar diseñado inicialmente para entregar la potencia nominal de 15 MVA (OA) y debe de estar preparada para ser adecuada a futuro de acuerdo a las necesidades de la planta para entregar una potencia nominal de 18 MVA (FA).

4.1.1.4.2. Características Eléctricas del Transformador

Cantidad de Transformadores	: 2
Potencia nominal	: 15/18 MVA
Tipo de enfriamiento	: OA/FA
Tensión nominal lado primario	: $30 \pm 2 \times 2.5\%$ kV
Tensión nominal lado secundario	: 4.16 kV
Frecuencia Nominal	: 60 Hz
Número de fases	: 3
Número de terminales lado primario	: 3
Número de terminales lado secundario	: 4
Impedancia	: 8.00 % (ó según diseño de acuerdo a ANSI/IEEE

Grupo de conexión	C57.12.10/NEMA 210) : DYn5 Sobre temperatura con carga continua : 55/65 °C
-------------------	--

4.1.1.5. CONSTRUCCION

4.1.1.5.1. Tipo

El transformador será trifásico, para montaje exterior, devanado sumergido en líquido aislante, equipado con conmutador de tensión de accionamiento manual sin carga y sin tensión, refrigeración para la potencia nominal del tipo; OA/FA (Oil immersed, self cooled /Forced air cooled) para ANSI, de forma tal que garantice la potencia en kVA para cual es diseñado, según lo indicado en ANSI/IEEE C57.12.90. Deberá ser de sellado hermético y poseer todos los accesorios necesarios para su instalación completa.

4.1.1.5.2. Requerimientos de Diseño y Construcción

Núcleo

- a) El núcleo estará construido de láminas de acero al silicio con cristales orientados, laminado en frío, libre de fatiga por envejecimiento, con *pérdidas de histéresis reducidas y con alta permeabilidad, deberán garantizar la mejor calidad y con propiedades magnéticas para evitar calentamiento y perdidas magnéticas.* Las láminas del núcleo deberán ser convenientemente apiladas y prensadas, libres de rebabas en los bordes y esquinas. Cada hoja deberá tener un tratamiento aislante en su superficie o revestimiento para proporcionar la necesaria resistencia de interlaminación.
- b) Los núcleos deberán ser ensamblados y rígidamente prensados para resistir a la deformación temporal causada por los esfuerzos de cortocircuito y asegurar una adecuada resistencia mecánica para soportar los arrollamientos y prevenir desplazamientos de las láminas durante el embarque, también reducir las vibraciones a un mínimo y reducir los ruidos indeseables bajo condiciones de operación. Las tuercas y pernos de la estructura de montaje y ajuste deben estar

apretados de forma que no puedan soltarse por vibraciones ni por incidentes de transporte o servicio.

- c) El circuito magnético estará firmemente puesto a tierra con las estructuras de ajuste del núcleo y con la cuba de una forma muy segura, de tal manera que se pueda soltar la conexión a tierra cuando haya que retirar el núcleo para extraerlos de la cuba. La conexión removible deberá encontrarse en un lugar fácilmente accesible. No será considerada como conexión a tierra aceptable la fijación simple del núcleo a la cuba del transformador.
- d) Se preverán asas de izado u otros medios para levantar convenientemente el núcleo con los arrollamientos. Esta operación no deberá someter al núcleo o a su aislamiento a esfuerzos.
- e) Los núcleos deberán estar diseñados para admitir una corriente de magnetización lo más baja posible, en compatibilidad con una concepción económica.
- f) Una vez terminado el núcleo, el fabricante realizará las pruebas que certifiquen la calidad del núcleo, según el cual el cálculo del sistema de refrigeración deberá ser verificado.

Arrollamiento

- a) Los arrollamientos tanto del lado primario y del lado secundario deberán ser de cobre electrolítico de alta calidad y pureza, diseñado para resistir las pruebas de tensión y cortocircuito de acuerdo a las normas ANSI/IEEE C57. El fabricante deberá presentar los registros de los protocolos de pruebas de calidad del cobre, pureza, conductividad y revestimiento del alambre
- b) Las bobinas deberán ser construidas, conformadas y fijadas de modo que permitan las expansiones y contracciones debido a los cambios de temperatura sin que se produzca abrasión en su aislamiento. Cada

arrollamiento deberá tener protección adicional contra las perturbaciones anormales en las líneas.

- c) El núcleo y las bobinas, ya armados, serán secados al vacío para asegurar una extracción adecuada de la humedad; inmediatamente después de la desecación, todo el conjunto será impregnado y sumergido en aceite.
- d) El aislamiento de todos los arrollamientos será según se indica en ANSI/IEEE C57.12.00, deberá ser tratado convenientemente para tener la seguridad de que no se produzcan contracciones apreciables después del montaje y soporten un cortocircuito de 25 veces la corriente nominal del transformador durante 2 segundos.
- e) Las conexiones permanentes portadoras de corriente (excepto las conexiones roscadas) deberán ser realizadas por soldadura de plata, apropiada para conexiones de cobre.
- f) Los empalmes eléctricos que unen los arrollamientos con las regletas de bornes y los aisladores deberán estar sujetos rígidamente para evitar averías producidas por las vibraciones y por las fuerzas debido a los cortocircuitos.
- g) El aislamiento utilizado deberá permitir un 12% de kVA adicional por sobre los 65 °C de elevación de temperatura promedio, sin disminución de la vida del transformador según ANSI/IEEE C57.12.00.
- h) El transformador se diseñará para llevar las cargas excesivas de emergencia de corta duración de acuerdo con ANSI/IEEE C57.12.00.

Aisladores pasa tapas

- a) Los terminales de cada fase de los arrollamientos deben sacarse de la cuba a través de aisladores pasa tapas. Las características de los

aisladores pasa tapas estarán de acuerdo con las prescripciones de las Normas ANSI.

- b) Todos los aisladores pasa tapas serán de porcelana.
- c) Todos los aisladores pasa tapas deben ser a prueba de fugas de gas o aceite. El cierre debe ser hermético y robusto para que soporte variaciones de presión debidas a cambios de temperatura que se produzcan durante el funcionamiento normal o debido a cambios de temperatura ambiente.
- d) El espacio entre el núcleo y la porcelana, así como por debajo de la brida de montaje, deben estar completamente llenos de aceite.
- e) La porcelana empleada en los pasa tapas debe ser homogénea, libre de exfoliaciones, cavidades o resquebrajaduras y debe ser vitrificada e impermeable a la humedad. La capa superficial vitrificada debe estar libre de imperfecciones tales como ampollas o zonas quemadas.
- f) El Fabricante incluirá en sus documentos y diseños una descripción detallada de los aisladores pasa tapas, terminales y caja de cables que permita hacerse una idea clara de todo el equipo que se propone suministrar.

Tanque del transformador

- a) Será construido con plancha de acero soldada. Las planchas serán de acero estructural de alta resistencia, adecuadas para soportar vacío pleno y sobrepresiones que se puedan presentar en su operación. Su construcción deberá ser completa, las partes soldadas serán controladas con aplicación de presión interna y rayos X, a fin de evitar fugas de aceite durante su funcionamiento.
- b) Las juntas entre los bornes terminales y el tanque del transformador y las juntas de todas las tapas empernadas que están en contacto con líquido o gas, deberán ser provistas con empaquetaduras

apropiadamente instaladas en cajas de retención y provistas con topes metálicos para controlar la compresión de la empaquetadura. Todas las juntas deberán ser a prueba de intemperie y humedad y herméticas a los líquidos y gases.

- c) El tanque será de diseño compacto. El tanque deberá tener cuatro lados planos. La tapa deberá ser plana y los bornes de montaje superior deberán ser principalmente montados sobre la tapa, es decir, los bornes serán montados en las cúpulas y los transformadores de corriente instalados en los bornes se montarán sobre las cúpulas ubicadas sobre la tapa.
- d) En el ensamblado de cada radiador, sus elementos serán soldados individualmente y chequeados con presión para verificar fugas. El tanque entero, luego de su ensamblado total y antes de ser embarcado, será sometido a una prueba de presión interna no menos de 1,4 kg/cm² aplicada al transformador lleno de aceite durante un minuto para asegurar que no hay ninguna fuga de aceite.
- e) La cantidad del líquido aislante deberá ser correctamente calculada para poder disipar el calor del transformador con suficiencia.
- f) En la base del transformador se instalarán patines en sentido longitudinal y transversal con previsión para jalar el transformador en ambos sentidos y para empernar el transformador a su base mediante pernos de anclaje de acuerdo con ASTM A36. El anclaje del transformador deberá ser de acuerdo con IEEE C57.114 o una norma equivalente aprobada por el comprador y dimensionada para la zona sísmica indicada en el criterio de diseño y hoja de datos técnicos.

4.1.1.5.3. Bornes

- a) Cuando se especifiquen bornes para conectarse a las barras de una celda metal-clad, el fabricante deberá suministrar una garganta con bridas y los bornes deberán ser provistos de terminales de cobre tipo

espadas con huecos según NEMA. La superficie externa del borde será sin hueco y se igualara con el extremo de los terminales tipo pesada. Cuando el transformador se conecta a una barra colectora no se requiere la garganta de transición.

- b) Cuando se indique que el transformador se conectará mediante cables aislados, (por arriba o por abajo), los bornes terminales deberán estar localizados dentro de una caja llena de aire con tapa empernada. Los bornes terminales deberán ser suministrados con mordazas tipo grampa apropiada para la sección del conductor, material y número de conductores por fase especificados en la hoja de datos. El tamaño de la caja deberá ser amplio de modo que le permita contener el esfuerzo de los terminales de los cables, y permita un gran radio de curvatura para cables armados desde el extremo del borne hasta la entrada de la tubería en la cara opuesta de la caja. En las caras laterales del interior de la caja se instalarán terminales para la conexión de los cables de tierra del alimentador.
- c) Todos los terminales exteriores y uniones de cables que operan arriba de 75 °C deberán ser plateados.
- d) Los bornes serán preferentemente del tipo condensador. Los bornes en aceite con un BIL por encima de los 250 kV estarán provistos de un indicador de nivel de aceite.
- e) Los bornes deberán ser permanentemente identificados con sus números de terminal por medio de una placa o de caracteres pintados colocados inmediatamente adyacentes a los terminales.
- f) Para la conexión a tierra de los bornes neutros ubicados sobre la tapa, el fabricante deberá instalar una platina de cobre fijada al tanque mediante aisladores porta barra y conectada al terminal del borde neutro en un extremo. El otro extremo quedará a unos 300 mm del piso.

4.1.1.5.4. Líquido Aislante

- a) Junto con el transformador se deberá suministrar una cantidad suficiente de líquido aislante para completar el llenado en campo del tanque, enfriador y radiadores, a su nivel apropiado.
- b) El llenado inicial en fábrica del transformador deberá ser hecho bajo pleno vacío.
- c) Excepto cuando el transformador pueda ser embarcado con su plena dotación del líquido aislante, el líquido aislante requerido para el llenado en campo deberá ser embarcado en carros o camiones tanque, contenedores o cilindros a criterio del cliente. A no ser que se indique de otro modo en la hoja de datos técnicos, el fabricante deberá suministrar todos los contenedores requeridos para el embarque del líquido aislante. Estos contenedores deberán ser limpiados y secados antes del llenado. Los cilindros deberán ser nuevos y no reutilizados. Todos los contenedores requeridos para el embarque deberán ser no retornables. El embarque de líquido aislante por camiones o trenes deberá ser inventariado para el suministro conforme a lo que se indica en la hoja de datos o al acuerdo entre el comprador y el vendedor.
- d) De no indicarse lo contrario en las hojas de datos técnicos, deberá emplearse aceite; será del tipo mineral normal que se prepara y se refina especialmente para usarlo en transformadores. El aceite deberá cumplir las prescripciones de las Normas B.S.A. N° 148, solo se permitirá el uso del aceite mineral o silicona. El fabricante indicará los costos del aceite.

4.1.1.5.5. Preservación del Líquido Aislante

- a) El sistema de preservación del líquido aislante podrá ser mediante tanque sellado con gas inerte a presión, tanque de expansión del líquido (o conservador de aceite) sellado mediante un diafragma, o tanque sellado con un colchón de aire, conforme se indique en la hoja de datos técnicos.

- b) Cuando se especifica un sistema de gas inerte a presión (Nitrógeno), el fabricante suministrará el equipo estándar para mantener automáticamente una atmósfera de gas nitrógeno seco en el espacio situado encima del nivel del líquido aislante y la tapa. El equipamiento deberá incluir un cilindro de nitrógeno, las válvulas necesarias, manómetros y todas las conexiones y dispositivos con contactos para señalar alta y baja presión de gas en el transformador y baja presión en el cilindro. Todos los componentes se montarán en un gabinete de acero a prueba de intemperie el cual deberá ser montado en una cara del tanque del transformador, de tal manera que sea fácil reemplazar el cilindro de nitrógeno.
- c) Cuando se especifica un tanque de expansión de líquido aislante, este deberá consistir de un tanque externo montado encima del tanque del transformador y conteniendo un diafragma flexible, expandible y resistente al líquido aislante, permitiendo que el volumen del líquido se expanda o contraiga sin que entre en contacto directo con la atmósfera. El equipo estándar del fabricante deberá proveer suficiente espacio con una altura mínima para el tanque de expansión. El equipo deberá ser completado con las necesarias válvulas para el vaciado y toma de muestras del líquido, tubo de llenado, tubo para la conexión de un desecador de aire, brida para la conexión al tanque principal, válvula de alivio presión – vacío, y para la protección del diafragma una válvula de alivio de presión, montada sobre la tapa del transformador, con indicador mecánico de operación y equipada con contactos de alarma para señalar una excesiva presión interna en el tanque.
- d) Cuando se especifica un tanque sellado este deberá ser completo, con todas las válvulas necesarias, con un manómetro de presión - vacío y conexiones complementarias. Además, deberá estar provisto de una válvula para la purga de gas.

4.1.1.5.6. Refrigeración

- a) En la hoja de datos técnicos se puede requerir transformadores con solo ventilación natural, o se puede requerir ventilación natural y forzada con incremento adicional de potencia, o previsión para la instalación futura de la ventilación forzada. La relación de los kVA nominales con ventilación forzada a los kVA con ventilación natural deberá ser como se indica en la hoja de datos técnicos.

- b) Los radiadores de refrigeración se deberán agrupar en bancos con cada banco provisto de un colector superior y otro inferior separados. Cuando se especifica banco de radiadores estos deberán ser removibles.

- c) El cabezal removible de los bancos de radiadores deberá ser unido al cuerpo del tanque por medio de empaquetaduras empernadas a una brida en la parte superior y el fondo con válvulas de cierre entre el cuerpo del tanque y cada brida. Las válvulas de cierre serán diseñadas para poder hacer mantenimiento a las empaquetaduras sin quitar las válvulas.

- d) Cada radiador removible o banco de radiadores removibles deberá estar provisto de un tapón de drenaje en el colector inferior y de un tapón de combinación para purga de aire y llenado en vacío en el colector superior.

- e) Cuando en la hoja de datos se especifica ventilación forzada futura, la capacidad de todas las partes que lleven corriente deberán ser dimensionadas para la mayor (futura) potencia nominal. Se tomará previsión para la instalación del control automático futuro de los ventiladores, ya sea por temperatura de los arrollamientos o por temperatura del aceite en la parte superior del tanque, según los accesorios especificados en la hoja de datos técnicos.

- f) En el circuito de control se harán las provisiones necesarias para la parada de los ventiladores en el caso que operen los relés de protección del transformador.
- g) El ensamble de las bombas para la circulación forzada de aceite deberá ser tal que permita remover y reconectar las bombas después de drenar el correspondiente banco de radiadores pero sin tener que sacar de servicio el transformador. Cada bomba de aceite deberá ser suministrada con un medidor de flujo con contactos de alarma, con retardo de operación en caso de falla de la bomba. Los motores serán trifásicos.

4.1.1.5.7. Conmutador en Vacío

El transformador deberá ser equipado con un conmutador para ser operado externamente, a plena capacidad en todos sus taps, operado con el transformador desenergizado. La rueda o manija del conmutador deberá estar montada y fijada a la tapa del transformador o en una de las caras laterales del tanque, según las normas de fabricación adoptada, a una altura conveniente de operación desde el piso. Los contactos y el conmutador deberán ser capaces de soportar la plena corriente de cortocircuito del transformador sin que se produzca ningún daño. El instrumento de indicación y el dial indicador de posición deberán ser accesibles desde el nivel de piso.

4.1.1.5.8. Suministro de Energía Auxiliar

- a) El comprador suministrará la potencia auxiliar a la tensión indicada en la hoja de datos.
- b) El vendedor suministrará todos los transformadores auxiliares, como sea requerido, cuando el diseño del vendedor requiera niveles de tensión que sean diferentes de los especificados por el comprador.

4.1.1.5.9. Cableado de Control y Alarma

- a) Se instalará un gabinete de control localizado en un punto accesible de una de las caras del tanque del transformador, según lo indicado en la hoja de datos técnicos. Las tuberías de control del comprador entrarán por debajo del gabinete de control. Cada puerta tendrá dos o tres pestillos con previsión para candado.

- b) Los cables terminales de todos los dispositivos montados en el transformador serán llevados al bloque de borneras en el gabinete de control. El cableado externo se llevará en tubería metálica rígida, excepto los dispositivos de conexiones al gabinete que pueden ser con tubería flexible metálica del tipo UA a prueba de líquidos hasta un diámetro de 36 pulgadas (914 mm) o cordón tipo SO de 600 V para servicio pesado y resistente al aceite y conectados con conectores sellados y herméticos al agua. La máxima longitud libre del cordón y tubería flexible metálica no deberá exceder las 18 pulgadas (457mm).

- c) Todos los circuitos de control, energía auxiliar y circuitos de alarma deberán ser cableados por el vendedor o proveedor quien será responsable del cableado interno y del correcto funcionamiento de todos sus componentes. El cable no deberá ser menor al # 14AWG (2.5 mm²) y deberá ser de cobre cableado para 600 V, tipo SIS con aislamiento de polietileno reticulado o caucho etileno propileno. Se puede usar cordón tipo SO con conductores # 16AWG (1.5 mm²).

- d) En el gabinete de control todas las conexiones a los circuitos externos del comprador deberán ser llevadas con terminales a presión en cajas de borneras terminales con tapas a prueba de polvo aprobados. Los bloques de borneras terminales deberán estar provistos de placas donde se muestra el diagrama de cableado del vendedor y deberá tener espacio apropiado para la marca de inscripción del comprador. Los bloques de borneras deberán tener por lo menos 20% de posiciones de reserva.

- e) Los terminales para los cables de control del comprador deberán ser distribuidos de modo que el comprador solo tenga un cable conectado a cada punto terminal.

- f) Los circuitos de control de los motores para ventilación forzada tendrán controladores de motor y deberán estar localizados en el gabinete de control del transformador. Cada controlador de motor deberá incluir un interruptor de circuito con bloqueo, contactor magnético, selector manual – desconectado – automático para cada etapa de ventilación, y relé de sobrecarga para el motor. Los relés de sobrecarga del motor no son requeridos si los motores están equipados con un interruptor integral de temperatura.

- g) El gabinete de control deberá estar provisto de un tomacorriente doble convenientemente localizado y calefactores controlados por un termostato. La corriente nominal y la configuración del tomacorriente serán como se requiera en la hoja de datos. Cuando se requiera en la hoja de datos técnicos, el gabinete de control deberá estar provista con una luz interior con un interruptor.

4.1.1.5.10. Placas de Valores Nominales, Identificación y Otros

Cada transformador deberá tener una placa de valores nominales y otra de identificación, ambas de acero inoxidable permanentemente fijadas al tanque. La placa de valores nominales deberá contener la información requerida por ANSI C57.12.00 para una placa tipo C. En la placa de identificación se indicará el número (TAG) de identificación del transformador dado por el comprador, en caracteres no menores a 2 pulgadas (50 mm) de alto. Adicionalmente, en algunas de las placas se indicará el número de ítem de la orden de compra.

4.1.1.5.11. Pintura y Acabado

Todas las partes metálicas interiores y exteriores de la cuba, radiadores, válvulas y otras partes metálicas no galvanizadas y expuestas al aceite,

serán limpiadas antes de pintarlas. Las planchas de acero deberán ser preparadas o arenadas con chorros de alta presión u otro método similar según lo indicado por ANSI. Las superficies internas de la cuba y el conservador deberán recibir una capa de pintura o barniz resistente al aceite caliente. *Todas las superficies deberán ser sometidas a tratamiento y pruebas según lo indicado en ANSI, ASTM, SSPCC y como mínimo a las siguientes:*

a) **Desengrase y doble decapado por fosfatizado.**

b) **La preparación de la superficie y pintura estarán de acuerdo con la especificación de pintura del fabricante. La capa del acabado exterior será ANSI 61 gris claro y el acabado interior será un color claro a menos que se especifique otra cosa por parte del comprador.**

c) **El fabricante incluirá en su cotización una descripción completa del sistema de pintado propuesto. Si se encontrara disponible un sistema de pintura Premium para mejorar la protección contra la corrosión, se podrá presentar una cotización y descripción alternativa. El acabado de la esta pintura deberá estar sometido, como mínimo, a las siguientes pruebas:**

- **Spray salino; 2 000 horas por 5% spray salino según ASTM B-117.**
- **Adhesión a superficie; 100%.**
- **Resistencia a la abrasión.**
- **Humedad; 1 000 horas de exposición a 100% de humedad, a una temperatura de 45 – 50°C, según ASTM 2247.**
- **Impacto; según ASTM D 2794.**
- **Resistencia a aceites minerales; consistentes en sumergir una muestra del panel en aceite mineral por 3 días, a una temperatura ambiente de 100 ° C.**
- **Resistencia a la Intemperie (prueba de resistencia a la aceleración ultravioleta); sometiéndose a la exposición continua durante 500**

horas de luz ultravioleta según ASTM G-53, con un ciclo de 4 horas de luz ultravioleta por 4 horas de condensación. Las pérdidas de las propiedades de brillo superficial no deberán exceder el 50% de las propiedades originales, según ASTM D-23.

- Resistencia al agua; se deberá someter un panel a inmersión en agua destilada durante 3 días a temperatura ambiente, no debiendo haber aparentes cambios en las propiedades del recubrimiento.
- La pintura a utilizar deberá ser apropiada para ambientes abrasivos.

El Fabricante deberá remitir con el transformador una cantidad suficiente de pintura de acabado para el retoque definitivo de las superficies deterioradas durante el transporte y el proceso de montaje.

4.1.1.5.12. Accesorios de Control y Mecánicos.

a) Relé Buchholz

Se proveerá el transformador con un relé Buchholz con contactos de alarma y disparo.

b) Indicador de Nivel de Aceite

El transformador estará equipado con un indicador de nivel de aceite del tipo de cuadrante, que tenga una escala conveniente para que pueda ser observado fácilmente desde el suelo. El indicador estará montado en la pared lateral del conservador de aceite y estará provisto de un contacto para alarma de nivel bajo y otro contacto para disparo de interruptor en caso que el nivel de aceite esté muy bajo.

c) Indicador de Temperatura

Un (1) termómetro del tipo de cuadrante, graduado en grados centígrados para indicar localmente la temperatura del aceite en el punto más caliente, el cual será montado por medio de una fijación adecuada sobre la cuba del transformador, a una altura conveniente del suelo, a parte estará provisto además, en el mismo lugar de la cuba de un

termostato con contacto para alarma y contacto para disparo del interruptor en caso que el nivel de temperatura esté muy alto.

d) Válvula de Sobrepresión

Será una válvula de descarga de sobrepresión. Esta válvula deberá dejar escapar cualquier sobrepresión interna causada por perturbaciones internas y volverá a cerrar después de haber desaparecido la sobrepresión. La válvula estará equipada con contactos de alarma para indicar la actuación del dispositivo.

e) Transformadores de Corriente

Los transformadores de corriente deben ser montados en los bushing, serán multiratio, con cinco tomas para relés o de simple ratio para medición, con clase de precisión 0.5 por cada transformador, se suministrará 01 juego de herramientas especiales y 01 juego compuesto por mangueras, válvulas e instrumentos para la medición de la presión y densidad.

f) Válvulas y Grifos

Se preverán válvulas para el drenaje de las cubas y toma de muestras de aceite. Todas las válvulas para aceite deberán ser de construcción apropiada para aceite caliente.

g) Pernos de Anclaje y Placas de Base.

Se suministrarán en la cantidad que sea necesaria las placas de base, los pernos expansivos de anclaje y las garras de sujeción convenientes para fijar firmemente y a prueba de sismos el transformador en su ubicación definitiva.

4.1.1.5.13. Pérdidas

- a)** Cada vendedor indicará en su propuesta, las pérdidas máximas garantizadas con carga (cobre) y en vacío (fierro). Las pérdidas con carga se indicarán a potencia nominal, y las pérdidas en vacío a tensión

nominal. Las pérdidas de los ventiladores y bombas se indicarán por separado.

- b) Para los efectos de evaluación de las pérdidas, el comprador las referirá a una temperatura de referencia de 85 °C, de acuerdo con la cláusula 5.9 de ANSI/IEEE C57.12.00, esto es, 65 °C de elevación más 20 °C, o 55 °C de elevación más 30 °C.
- c) El comprador evaluará las pérdidas máximas garantizadas con carga y en vacío a los dólares por kilovatio indicados en la hoja de datos técnicos.

4.1.1.6. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA

4.1.1.6.1 Generalidades

- a) Salvo que se acuerde otra cosa durante la ejecución del Contrato, los métodos de prueba, medidas y cálculos relativos a las inspecciones y los ensayos estarán de acuerdo con los requerimientos de la Norma ANSI.
- b) El comprador tendrá el derecho de presenciar todas las pruebas y será notificado con por lo menos 10 días hábiles de adelanto de cualquier prueba, para permitir que su representante autorizado esté presente.
- c) Todas las inspecciones, ensayos, pruebas, etc., contarán con los certificados de inspección y pruebas correspondientes. El Fabricante entregará informe de los resultados de las pruebas de rutina y pruebas tipo efectuadas al transformador. Estos informes serán elaborados en el idioma castellano y enviados al Propietario. Todos los defectos detectados durante las pruebas deberán ser reparados o reemplazados por el fabricante a su propio costo.
- d) Todos los gastos originados por la ejecución de las pruebas propiamente dichas se considerarán incluidos en los precios del Contrato de fabricación.

- e) Las herramientas especiales requeridas para la instalación y mantenimiento del equipo serán suministradas y enviadas con el equipo. Las herramientas serán nuevas y de primera calidad. Las Instrucciones para el uso de las herramientas especiales serán adjuntas con las herramientas.
- f) El representante autorizado del propietario tendrá libre acceso a los talleres del vendedor en cualquier momento, para propósitos de inspección u obtener información del progreso de los trabajos.

4.1.1.6.2 Pruebas

a) Ensayos de los Componentes del Transformador:

- Ensayos de la protección anticorrosiva de la cuba, conservador, etc.
- Durante las pruebas en fábrica, se deberán ensayar muestras del aceite usado en el transformador. Las pruebas de las muestras se efectuarán según las prescripciones establecidas en las normas ANSI.
- La cuba y el conservador serán sometidos a un ensayo de vacío, bajo un vacío del 100%.

b) Ensayos de Rutina de Transformador:

- El transformador será sometido a ensayos de rutina según las prescripciones establecidas en las normas ANSI.
- Medición de la resistencia para todos los arrollamientos.
- Medición de la relación de transformación sobre todas las tomas.
- Ensayos de polaridad y grupo de conexión.
- Medición de la corriente y pérdidas en vacío sobre la toma principal al 95%, 100% y 105% de la tensión nominal y a frecuencia nominal.
- Medición de la impedancia y de las pérdidas de carga a frecuencia y corriente nominales, en la toma principal y en las tomas extremas.

- Medición de la tensión de cortocircuito.
- Prueba de tensión inducida.
- Prueba de tensión aplicada.
- Medida la resistencia de aislamiento.

c) Ensayos Tipo de Transformador:

El transformador será sometido a ensayos de rutina según las prescripciones establecidas en las normas ANSI.

- Prueba de tensión de Impulso.

4.1.1.7. REPUESTOS

Las piezas de repuesto cubrirán un periodo de operación de cinco (5) años y serán propuestas por el Fabricante para aprobación del Propietario, indicando su precio unitario.

4.1.1.8. GARANTIAS

El fabricante de este equipo sustentará haber producido equipos eléctricos similares por un período mínimo de cinco (5) años. Cuando el Propietario lo requiera, una lista de aquellos será proporcionada. El Fabricante garantizará que la información sobre las características de los transformadores, que se indican en las Tablas de Datos Técnicos, es correcta. El no cumplimiento de estas características por el equipo, será materia de penalización o rechazo, especialmente en los siguientes casos:

- Que el calentamiento del transformador sobrepase los límites garantizados, según sus curvas a ser entregadas por el fabricante.
- Que las pérdidas del transformador sobrepasen los límites garantizados.
- Que la relación de transformación y/o las impedancias difieran de los valores garantizados, después de aplicar las tolerancias autorizadas por las normas.

El Suministrador garantizará el total del equipamiento y su operatividad por un período de por lo menos doce (12) meses a partir de la puesta en marcha. La reparación de averías ocasionadas en régimen de operación normal y la reposición de elementos y equipos deteriorados durante ese período serán a su cargo, incluyendo gastos de transporte de personal y recursos materiales que emplee el mismo, en la reparación de las averías. Mientras no se acuerde lo contrario, las tolerancias que se pueden aplicar a los valores o características garantizados del transformador y sus accesorios, serán única y exclusivamente las que se especifican en las Normas aplicables.

4.1.1.9. HOJA DE DATOS TECNICOS

Es parte de la presente especificación la Hoja de datos técnicos garantizados, que deberá ser llenada por el fabricante. Ver Anexo I.

4.1.2. Celdas de Media Tensión

4.1.2.1. ALCANCE

Esta especificación del equipo prescribe los requisitos generales para la fabricación de Switchgears de Media Tensión tipo Metal Clad y equipos auxiliares que serán suministrados para su uso en los proyectos de “Yura S.A.”. Los requisitos específicos de cada switchgear serán mostrados en los planos y hojas de datos individuales, adjuntos a esta especificación.

Esta Especificación Técnica, Hojas de Datos, Normas, Planos y demás documentos adjuntos y/o relacionados, no son de carácter limitativo, el proveedor a su criterio podrá ampliarlos, en caso lo juzgue necesario, siempre que sea para el mejor y correcto desempeño de los Switchgear, siendo estas modificaciones de su entera responsabilidad.

El proveedor debe de entregar como mínimo planos, datos técnicos, reportes de pruebas, manuales de instalación, operación y mantenimiento.

El fabricante suministrará el alcance de los trabajos acerca del ensamble completo e indicará las partes que suministrará separadas, los fabricantes deberían considerar la supervisión en obra si ésta fuera necesaria.

4.1.2.2. NORMAS Y CODIGOS

Los equipos, materiales, componentes y funciones se diseñaran, construirán, probarán y deberán funcionar en estricta concordancia con la última edición de las normas aplicables.

La Norma Principal que cubre estos equipos es la Serie ANSI C.37 y serie NEMA SG.

Adicionalmente cumplirán con los requerimientos, recomendaciones y guías de las siguientes organizaciones:

ANSI	American National Standards Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
ICEA	Insulated Cable Engineers Association
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
NEC	National Electrical Code (ANSI/NFPA 70-1999)
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
NFPA	National Electrical Fire Protection Association
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
UL	Underwriters Laboratories

Toda modificación a lo especificado en estas Normas deberá manifestarse claramente indicando la diferencia entre lo establecido y lo que se propone. Esta modificación en ningún caso será de un nivel técnico inferior a las especificaciones de las Normas indicadas.

4.1.2.3. CONDICIONES DE SERVICIO

4.1.2.3.1. Parámetros ambientales

El área de ubicación del proyecto es dentro de las instalaciones de YURA S. A., ubicada políticamente en el Distrito de Yura, Provincia de Yura y Departamento de Arequipa, Perú. Los parámetros ambientales principales se citan a continuación:

Elevación sobre el nivel del Mar	: 2 577 m
Temperatura promedio anual	: + 32°C
Temperatura máxima anual	: + 40°C
Temperatura mínima anual (invierno)	: + 3°C
Temperatura máxima de diseño	: + 40°C
Humedad Relativa	: 75% 90%
Velocidad del viento, máximo	: 20 km/h
Velocidad del viento, diseño	: 85 km/h
Precipitación promedio anual	: 1100 mm
Zona sísmica UBC	: 3
Contaminación ambiental	: Media y Alta

La atmósfera donde se instalarán los equipos es polvorienta.

4.1.2.3.2. Parámetros del Sistema

Las Celdas de Media Tensión serán apropiadas para operar con los siguientes valores a 2 577 m s.n.m.

Voltaje Nominal	4.16 kV
Frecuencia Nominal	60 Hz
Tensión máxima de operación del sistema	7.2 kV
Nivel Básico de aislamiento a la Frecuencia Industrial	36 kV
Nivel Básico de aislamiento a la Tensión de Impulso (BIL)	95kV
Nivel de contaminación ambiental	muy alto
Corriente Nominal	3000 A
Número de Fases	3
Altura sobre el nivel del mar	2577 m

4.1.2.4. CARACTERISTICAS BASICAS DE DISEÑO

4.1.2.4.1. Condiciones Eléctricas de Servicio

- a) El equipo será fabricación metal-Clad, autosoportado, vertical, estructura de acero de frente muerto, conteniendo lo siguiente, sin ser limitativo:
- Barra de fuerza común
 - Barra de Tierra
 - Interruptores de potencia extraíbles
 - Bloqueos de seguridad
 - *Dispositivos de control auxiliar*
 - Transformadores de instrumentos
 - Relés
 - Medición
 - Todos los accesorios necesarios
- b) Cada Switchgear será apropiado para ampliaciones futuras por sus extremos. Las barras serán perforadas para futuros empalmes con platinas y la platina removible será suministrada en el exterior de los cubículos para la extensión de las barras.
- c) El Switchgear será diseñado según se especifique en los documentos de compra o se muestre en los planos de referencia. Será apropiado para ser alimentado con cables *por la parte inferior* de la celda para lo cual deberá disponer de un arreglo de piso del tipo NEMA pad, que permita el acceso de los cables.
- d) Todas las Celdas del Switchgear serán celdas simples (One High).
- e) El grado de encerramiento (Enclosure) estará en conformidad a los estándares NEMA, serán diseñados con un grado de encerramiento no menor a NEMA 12 (Gasketed).

- f)** El equipo se diseñará para soportar movimientos sísmicos para la zona sísmica indicada en 3.1: parámetros ambientales, sin sufrir daño permanente, deformación permanente significativa de partes, o cualquier parte operativa que sería destructiva para el equipo. El Vendedor *proveerá accesorios para fijar el equipo a sus fundaciones. Los accesorios serán adecuados para la condición sísmica especificada. No se requiere una calificación sísmica; pero, el Vendedor certificará que los Switchgear se han diseñado para la condición sísmica especificada.*
- g)** Para asegurar físicamente mediante candados la maniobra de apertura por el personal de operaciones o mantenimiento, los equipos de maniobra dispondrán de dispositivos Lock Out, para la posición de abierto y cerrado, además de estar permanentemente rotulada la *posición de abierto o cerrado según estado.*
- h)** Todos los dispositivos de medición y monitoreo de información electrónica deben ser instalados al frente de las puertas de los cubículos.

4.1.2.4.2. Características Eléctricas del Switchgear de Media Tensión

Tensión máxima de operación del sistema	: 7.2 kV
Voltaje Nominal	: 4.16 kV
Nivel Básico de aislamiento a la Frecuencia Industrial	: 36 kV
Nivel Básico de aislamiento a la Tensión de Impulso (BIL)	: 95kV
Frecuencia Nominal	: 60 Hz
Número de Fases	: 3
Corriente Nominal	: 3000 A
Potencia de Cortocircuito	: 500 MVA
Corriente de cortocircuito del equipo	: 50 kA

4.1.2.5. CARACTERISTICAS CONSTRUCTIVAS

4.1.2.5.1. Cubierta Metálica

- a) El ensamble del Switchgear consistirá en secciones verticales individuales que alojan varias combinaciones de interruptores y sistemas auxiliares, empernados para constituir un ensamble rígido de Switchgear Metal - Clad. Se proporcionarán planchas laterales metálicas como barreras, conectadas a tierra, entre estructuras adyacentes, las secciones primarias mayores de cada circuito deben aislarse con barreras metálicas desmontables. Se proporcionarán puertas traseras abisagradas, previstas para poner candado. Será construido con planchas de hierro plegada, con doble decapado mínimo de un espesor de 2.5 mm en estructuras y 2 mm en las puertas. Toda la ferretería asociada como pernos y tuercas serán galvanizadas en caliente según ASTM.**

- b) El espacio entre el suelo y las columnas modulares deberán cerrarse con planchas.**

- c) El ingreso y salida de cables podrá ser indistintamente por arriba o por debajo de cada columna modular.**

- d) La cubierta metálica de los cubículos tendrán la firmeza adecuada para resistir todo las tensiones impuestas durante el transporte, manipuleo y funcionamiento sin distorsión u otro daño. La cubierta metálica, incluso las puertas y paneles, serán capaces de resistir la presión interior creada por las fallas máximas dentro de la cubierta metálica, sin peligro hacia el personal de operaciones.**

- e) La cubierta metálica no tendrán bordes afilados u objetos puntiagudos, como son los extremos puntiagudos de los tornillos auto roscantes, en el exterior, dentro de cualquier bandeja, o en cualquier espacio requerido para instalación, operación, o mantenimiento.**

- f)** Se proporcionarán barreras de plancha de acero entre los compartimientos de control y los de fuerza. Cada cubículo debe proporcionar protección contra el posible contacto del personal (distancia de toque) con partes energizadas y con partes internas en movimiento (La carcasa externa y las barreras proporcionarán completa protección contra la aproximación a partes vivas o contacto con partes internas en movimiento).
- g)** Se proporcionará espacio suficiente en cada unidad para permitir una fácil instalación
- h)** El conjunto tendrá cáncamos de izaje, los cuales se dispondrán de forma tal que no produzcan deformaciones roturas o deformaciones permanentes de la estructura mecánica o deterioro de los circuitos eléctricos fijos, en ninguna de las operaciones de traslado, desplazamiento sobre rodillos, elevación y/o maniobras.
- i)** Cada dispositivo de interrupción de los circuitos extraíbles se equipará con dispositivos Lock Out de seguridad automáticos conectados a tierra. Estos dispositivos Lock Out de seguridad cerrarán automáticamente cuando el dispositivo esta en las posiciones "desconectado", "prueba" y "retirado", aislando todas las conexiones primarias eficazmente.
- j)** Todas las partes metálicas serán sometidas a un tratamiento anticorrosivo de decapado y fosfatizado por inmersión en caliente para asegurar una limpieza de la plancha y adherencia perfecta de la pintura de acabado, lo que representa una mayor protección contra la corrosión. Las partes externas llevarán un acabado con *pintura color gris claro ANSI 61*, con un espesor de 80 a 110 micrones. A solicitud del cliente se puede suministrar otro tipo y color de pintura.
- k)** Las dimensiones generales serán según se indica en los planos y Hoja de Datos Técnicos, previa aprobación del Propietario

4.1.2.5.2. Accesibilidad

- a)** Todos los equipos de las celdas deberán ser accesibles para su verificación, desmontaje y/o montaje por mantenimiento, desde la parte frontal, sin interferir con otros equipos próximos en tensión, o con obstáculos en función de la ubicación que se indique, estar modulado de tal forma que si por manipulación cae alguna herramienta, pemos etc., éste no debe caer en otra módulo de la unidad.
- b)** El acceso a los equipos de maniobra de corte principal y protecciones, así como a los carros extraíbles, compartimentos de entrada, subida de cables y bornes de conexión, serán mediante puertas individuales abisagradas a la armadura o bastidor.
- c)** Las barras generales y conexiones eléctricas situadas en las partes fijas que no requieren intervenciones habituales de operación serán accesibles mediante planchas fijadas a la estructura.
- d)** La distribución de los equipos de maniobra y equipo auxiliar en las celdas permitirán que mientras estén en servicio y bajo tensión podrán realizarse las siguientes operaciones:
- Inspección visual de los aparatos de conexión y otros aparatos, de las regulaciones e indicaciones de relés y desconectores, la conexión de los conductores y de las marcas.
 - Regulación y rearme de relés.
 - Reposición de fusibles y lámparas de señalización.
 - Localización de defectos.
 - Mando eléctrico de elementos de corte.
 - Mando mecánico de cierre y apertura de elementos de corte.
 - Incorporar unidades extraíbles, cuando esté previsto o bien sea posible por diseño.
 - Conectar cables exteriores.
 - Realizar o modificar cableados de control.

4.1.2.5.3. Riesgo de Incendios

a) Materiales

Los materiales estarán elegidos de manera que reduzcan la probabilidad de incendio debido a la probable ignición por un componente eléctrico *bajo tensión aún en caso de una utilización anormal previsible, un funcionamiento defectuoso o una avería*. Los materiales a emplear garantizarán reducir el impacto de los daños debidos al fuego, limitando su propagación, y reduciendo al máximo la producción de humos tóxicos. En consecuencia, se elegirán materiales auto extinguido, no propagador de la llama y que tengan características de emitir cantidades nulas o mínimas de efluentes potencialmente peligrosos como son los gases halogenados. Para tal efecto deberán tomarse en cuenta las normas vigentes al respecto según ANSI, UL, OSHA, IEC.

b) Detección y extinción del fuego

La construcción de los Paneles deberá garantizar el mínimo impacto frente a los daños causados por un incendio, esto a través de un sistema eficaz de detección de incendios, entre otros. En las partes que se *prevea la acumulación de aire caliente o humos* se dispondrá de un soporte para el montaje de un detector de incendios.

4.1.2.6. EQUIPAMIENTO

4.1.2.6.1. Barra del Switchgear

- a)** Las barras del Switchgear se fabricarán de cobre de alta conductibilidad y deberán ser aisladas (cobre electrolítico con una pureza de 99.9%). Las barras serán de capacidad nominal según lo indicado en los planos y hoja de datos y estarán asegurados para resistir los esfuerzos electrodinámicos y térmicos ocasionados por corrientes de corto circuito en la magnitud especificada en estos documentos. Las uniones de las barras principales se realizarán por medio de tomillos de acero de alta resistencia, con tuercas, arandelas y demás dispositivos que impidan el aflojamiento de los mismos. Todas las uniones de la barra y conexiones serán enchapadas en plata.

- b) Los aisladores de la barra serán de porcelana ó de poliéster reforzado con fibra de vidrio u otro material equivalente.
- c) Las barras de derivación a cada elemento de carga tendrán una capacidad continua de transporte de corriente no menor que el valor nominal del equipo servido. En el caso de elementos extraíbles, la capacidad de las barras de derivación debe ser igual o exceder el valor nominal máximo de cualquier elemento que pueda ser alimentado.
- d) La barra en la sección de entrada del Switchgear será completamente equipadas con todo lo necesario y con terminales para recibir los cables alimentadores de entrada o un ducto de barras, conforme se especifique en planos y en la hoja de datos técnicos.
- e) A fin de individualizar cada fase, las barras se pintarán con esmalte sintético o bien se recubrirán con sustancias adecuadas, dejando una franja sin pintar o recubrir de 10 cm a cada lado de las conexiones, uniones de barras, soportes, etc. Los colores a utilizar serán:

Fase R	Negro
Fase S	Rojo
Fase T	Azul
Neutro	Blanco
Tierra	Verde - Amarillo
Positivo	Rojo
Negativo	Negro

La secuencia de fases será R-S- T, estando la fase S en el centro y la fase R, mirando desde el frente del panel, en el siguiente orden:

En la parte superior, para la disposición en plano vertical. Al frente, para la disposición en plano horizontal o vertical lateral. En el lado izquierdo, para barras verticales frontales.

4.1.2.6.2. Entrada de Fuerza (Incoming)

- a)** La entrada de energía al Switchgear deberá ser como se muestra en el diagrama unifilar u hojas de datos técnicos.
- b)** *Cuando se indica en las hojas de datos técnicos, se deberá suministrar como parte del ensamble del Switchgear un ducto de barras con bridas. El ducto de barras deberá ser del tipo completamente metal-clad a prueba de intemperie, sin rejillas, alta impedancia.*
- c)** Cada ducto de barras deberá consistir de barras rectangulares de cobre o aluminio montadas en soportes sobre aisladores (o soportes aislantes) de tal manera que cada ducto de barras este inmerso en aire. No se acepta la construcción del tipo “sándwich” o construcciones en donde *barras paralelas de la misma fase no son adyacentes.*
- d)** El ducto de barras deberá incluir todos los conectores flexibles y ferretería requerida para conectar cada ducto de barras a sus equipos asociados en cada extremo. No se acepta cable aislado como conector flexible.
- e)** En el recorrido de cada ducto de barras se deberá suministrar paredes bridadas y barreras contra vapor o fuego, siempre que el ducto de barras pase a través de una pared, muro rompe-fuego, o el piso.
- f)** Se deberá suministrar en la cubierta del ducto de barras suficientes accesorios para que el comprador acomode colgadores y soportes. Los puntos requeridos para los soportes deberán ser designados en los planos del ducto de barras.
- g)** Será responsabilidad del suministrador del Switchgear coordinar y hacer coincidir el ducto de barras con el Switchgear y el transformador alimentador u otro equipo asociado. Las dimensiones y detalles de la

garganta del transformador y otras conexiones de equipos deberán ser suministradas por el comprador al suministrador del Switchgear.

- h) Se preverán calentadores de espacio en cada recorrido de ducto de barras ubicado al exterior para prevenir condensación. Los calentadores se alimentarán de una fuente externa del comprador. Los calentadores dentro del ducto de barras serán controlados por un interruptor de uno o 3 polos localizado en el Switchgear. Todo el circuito será cableado a un bloque de bornas terminales accesible, previsto para una simple conexión a la fuente externa de potencia. La tensión será como se indica en las hojas de datos técnicos.

4.1.2.6.3. Interruptores

- a) Todos los interruptores, el principal, el de unión de barras y de alimentadores serán tripolares, en vacío, extraíbles (draw - out), operados eléctricamente, del tipo de funcionamiento de energía almacenada. Las tensiones nominales y de operación de los interruptores deben ser según se indica en la hoja de datos técnicos. El poder de disparo y de cierre será de acuerdo a la norma ANSI, su construcción será normalizada respondiendo a lo indicado en ANSI C37.06. Cada interruptor debe contar con los mecanismos de cierre y disparo, contactos auxiliares, bobinas, relés, indicadores de posición mecánica (cerrado-abierto), contador de operaciones y accesorios. Además, cada interruptor se equipará con un mecanismo de disparo y cierre manual para mantenimiento.

Parámetros básicos mínimos de diseño:

Tensión máxima de operación del sistema	: 7.2 kV
Voltaje Nominal	: 4.16 kV
Nivel Básico de aislamiento a la Frecuencia Industrial	: 36 kV
Nivel Básico de aislamiento a la Tensión de Impulso (BIL)	: 95 kV
Frecuencia Nominal	: 60 Hz

Número de Fases	: 3
Corriente Nominal	: 3000 A
Potencia de Cortocircuito	: 500 MVA
Corriente de cortocircuito del equipo (simétrico)	: 50 kA
Capacidad térmica (3 segundos)	: 63 kA
Capacidad de disparo y cierre	: 63 kA
Voltaje auxiliar-mando	: 125 Vcc

- b) El interruptor estará fijado sobre un carro con ruedas o soporte extraíble y con un mecanismo de operación de accionamiento frontal.**
- c) Todos los interruptores de igual voltaje y corriente nominal y sus componentes asociados serán completamente intercambiables sin requerir un nuevo cableado o modificaciones.**
- d) Los contactos auxiliares y estacionarios del Interruptor extraíble, deben ser del tipo enchapado con plata.**
- e) Contactos de posición y auxiliares deben ser provistos para una función de control básica como “anti-pumping”, indicación piloto, enclavamiento eléctrico, prueba y estado del interruptor. A cada interruptor, además se le proporcionará un mínimo de 4 contactos auxiliares normalmente abiertos y 4 normalmente cerrados de reserva los que se cablearán a las regletas terminales.**
- f) La carcasa del interruptor deberá permanecer conectada a tierra en las posiciones de conectado y prueba.**
- g) Cada interruptor estará provisto con mecanismos de enclavamiento para:**
- Prevenir inserción del interruptor o retiro, excepto cuando está en la posición abierto.**

- Prevenir el cierre del interruptor en cualquier punto entre las posiciones de prueba y operación.
- h) Los interruptores deben tener una capacidad nominal de corriente continua y de interrupción según se indica en planos y la hoja de datos técnicos.**
- i) Se proporcionarán dispositivos Lock Out de seguridad automático que cerrará efectivamente los puntos de desconexión cuando el interruptor sea extraído.**
- j) Los terminales para cables deben ser provistos en cada interruptor alimentador, los cuales aceptarán cables de cobre, del calibre y cantidad indicada en los planos y hoja de datos técnicos.**
- k) Se proporcionarán enclavamientos eléctricos o con llave, según se indiquen en planos y la hoja de datos técnicos, para lograr la función requerida.**
- l) Cada interruptor tendrá provisto un bloqueo tipo candado.**
- m) Cada interruptor debe estar provisto de un interruptor de control local “disparo-cierre” según se especifique en planos y en la hoja de datos técnicos, con luces verde y roja para indicar posiciones del interruptor “disparo-cerrado” al frente del tablero de la unidad. Se preverá en las bomeras terminales de cables de control y esquemas, de las funciones remotas del interruptor “cierre –disparo” así como el monitoreo de luces.**
- n) Los interruptores se suministrarán con “dispositivos de disparo tipo condensador” los que rectifican la corriente alterna y almacenan la corriente directa resultante en condensadores para proporcionar una fuente fiable de energía para disparar el interruptor sin necesidad de baterías y cargadores.**

- o) El interruptor principal será eléctricamente operado a 125 Vcc, esta tensión será suministrada desde un rectificador – cargador, el cual contará con un banco de baterías para su accionamiento, el conjunto será ubicado en el mismo ambiente donde se encuentra el interruptor en vacío.
- p) Los circuitos de cierre y disparo para cada interruptor deben ser protegidos con fusibles separadamente. El bloque del fusible será frente muerto, tipo extracción. En particular el conjunto celda e interruptor, deberá cumplir con la norma IEEE C37.20.2 y NEMA SG-5 donde sea aplicable.

4.1.2.6.4. Pararrayos

Los dispositivos para limitar las sobretensiones de maniobra a ser empleados serán los pararrayos (Surge Arresters); del tipo Metal-Oxide-Varistor de distribución según clasificación ANSI. El diseño, fabricación y prueba de estos elementos obedecerán a ANSI C62.1, ANSI C62.11; cuyos valores y ubicación serán según se indica en la tabla de datos técnicos.

Voltaje Nominal	: 4.16 kV
Número de fases	: 3
Frecuencia Nominal	: 60 Hz
Nivel Básico de aislamiento a la Tensión de Impulso (BIL)	: 95 kV
Voltaje nominal del pararrayo	: 6 kV
Corriente de descarga (8/20)	: 10 kA

4.1.2.6.5. Transformadores de Control, Medición y Protección

Los transformadores de voltaje y corriente se suministrarán en cantidades y ubicaciones especificadas en los planos y la hoja de datos técnico. Los transformadores tendrán, como mínimo, la suficiente capacidad para alimentar a sus cargas conectadas.

a) Transformadores de Potencial

- Los transformadores de potencial tendrán la clase de precisión de medida normal, de acuerdo con los Códigos y normas aplicables.
- Los bobinados de alta y baja tensión de los transformadores de potencial serán protegidos con fusibles.
- Los fusibles de alto voltaje serán tipo limitadores de corriente con capacidad de interrupción acorde a los valores nominales del Switchgear. Los fusibles de bajo voltaje deben ser coordinados con los fusibles de alto voltaje.
- Los transformadores de potencial serán del tipo extraíble, el que se desconectará en ambos lados, primario y secundario, en la posición de retirada y también se conectará a tierra el bobinado de alto voltaje.

b) Transformadores de Control del Sistema de fuerza

- Los transformadores de control del sistema de fuerza serán tipo seco y tendrán capacidad adecuada para su carga conectada, tendrán un mínimo de 25% de capacidad de reserva para operar dispositivos de mando auxiliares externos .se proporcionarán los fusibles primarios y secundarios de los transformadores para protección, según sea requerido por los Códigos aplicables y Normas.
- Estos transformadores serán instalado en la parte inferior de la celda asignada estando en la parte superior de esta celda el panel de distribución de los diversos circuitos.

c) Transformadores de Corriente

- Se instalarán transformadores de corriente como parte integral del Switchgear y tendrán la clase de precisión normal para medición y relés de protección según la última versión de los Códigos aplicables y Normas.
- La relación de transformación será como se indican en los planos y en la hoja de datos técnicas.

- La capacidad nominal térmica y mecánica de los transformadores de corriente se coordinarán con los valores nominales de cortocircuito del sistema.
- Los bornes secundarios de los transformadores de corriente deberán tener puentes de cortocircuito para usar durante el mantenimiento y el transporte.

4.1.2.6.6. Relés de Protección y Medición

- a)** El fabricante del Switchgear suministrará e instalará, en el Switchgear Metal-Clad, los relés de protección y equipos de medición en la cantidad, tipo y valores nominales indicados en los planos y que son descritos en adelante en esta especificación.

Los equipos tendrán las siguientes características:

Voltaje auxiliar de alimentación	: 120 Vac
Frecuencia Nominal	: 60 Hz
Grado de Protección	: NEMA 12
Temperatura de Operación	: +3°C, +40°C
Humedad relativa	: 95%
Tipo de montaje	: Frontal y extraíble

- b)** Los relés básicos serán del tipo relés de protección trifásicos basados en microprocesador. Los relés de sobrecorriente de fase, sobrecorriente instantánea y protección de falla a tierra, ANSI 50/51, 50/51G o 50/51N, deben ser incorporados en un solo dispositivo.
- c)** Los relés de protección deberán ser tipo multifunción, de estado sólido y controlado por microprocesador, salvo indicación contraria del cliente.
- d)** Los relés de protección y medidores de energía serán semi-embutidos del tipo extraíbles. Serán para montaje frontal sobre las celdas, con un display y tablero para seleccionar opciones, ejecutar lectura y demás.

Los relés tendrán dispositivo de pruebas e indicadores de funcionamiento incorporados, donde sea aplicable.

- e) Los equipos deberán operar con una corriente de 5 A desde el secundario de los transformadores de corriente.
- f) Los equipo deberán ser totalmente configurable y programable en campo, poseer una base de datos de las curvas de protección independientes según la función de acuerdo a ANSI.
- g) Los equipos serán diseñados y fabricados para soportar distorsiones de armónicas de la 5,7,11,13,17 ava armónica.
- h) En general la señalización, control, alarmas y demás señales del equipo deberá ser previstos para incorporarse a un sistema de control y monitoreo local/remoto.
- i) Cada relé y medidor de energía estará equipado con un puerto de comunicación RS-485 y protocolo de comunicación Modbus y con puerto de conexión Ethernet TCP/IP. Tendrán un sistema de memoria no volátil para almacenar los parámetros registrados aun en el caso de falla de suministro.
- j) Relés auxiliares asociadas con los relés de protección serán montados superficialmente dentro del cubículo del Switchgear, en donde el relé de protección asociado este localizado.
- k) Los Instrumentos indicadores serán de montaje-embutido, de 1% de precisión tipo digital.
- l) Los dispositivos de medición estarán basados en la tecnología de microprocesador, serán calibrados desde fábrica para ser usados con sus transformadores de potencial y corriente asociados.

- m) Todos los transformadores de corriente y de potencial deberán pasar por el block de borneras de pruebas.**

4.1.2.6.7. Cables, Borneras y Terminales

- a) El cableado para los circuitos de control interior, indicadores de posición y alarmas será con conductores de cobre cableado flexible, de calibre mínimo No. 12 AWG, con aislamiento tipo SIS, con certificación UL. Todo el cableado se amarrará y soportará con cintas de manera profesional. Todo el cableado debe tener terminales para prensar y ser prensado con herramientas apropiadas.**
- b) Todo el cableado de control interno, alimentación auxiliar y circuitos de protección y de alarma serán completamente cableados por el Proveedor.**
- c) Los cables de cualquier tipo deberán identificarse en sus dos extremos por medio de un número o letra que será el mismo que le corresponda a los planos de conexionado, para lo cual se utilizarán rótulos termocontraíbles, cuya rotulación será clara y durable, no debiendo afectarse por la humedad, estos rótulos deberán indicar la siguiente información: bome de llegada, bome de salida, número de cable y número de hilo.**
- d) Todas las conexiones externas de los transformadores de corriente serán y cableados y llevados hacia el bloque de borneras. Estos bloques serán del tipo cortocircuito. Todas las conexiones salientes se cablearán a las regletas de las borneras.**
- e) Cada bomera será capaz de aceptar dos conductores N° 12 AWG de campo.**
- f) Las regletas de borneras serán suministrados y identificadas claramente para mostrar el cableado que será instalado por el comprador, incluyendo el cableado entre secciones para transporte. Se debe**

proporcionar por lo menos 15% de borneras de reserva. Las borneras de cables tipo tornillo tendrán conectores del tipo compresión que sujetarán firmemente al conductor; estos emplearán mangas de compresión aisladas para sujetar el aislamiento del cable.

- g) El cableado para los transformadores de corriente (CT) serán de calibre #10 AWG mínimo y codificado de colores para identificar las fases**
- h) Los circuitos de Transformadores de potencial serán codificados de colores para identificar las fases.**
- i) Los cables que nacen del mismo nodo o punto eléctrico llevarán el mismo número. Este número del cable será único para cualquier cubículo dado.**
- j) En caso de existir en la celda circuitos auxiliares de diferente tensión o de distinta clase de corriente, se preverá una clara separación entre los grupos de bornes correspondientes, colocándose separadores de bornes y deberán ser debidamente rotulados.**
- k) Los terminales de las líneas y alimentadores mayores de 4/0 AWG (120mm²) se posicionarán de tal forma que la apertura del terminal del cable esté orientado hacia la entrada del cable o tubería, en la parte superior o inferior del Switchgear. Los terminales estarán a una distancia mínima de 300 mm (12 pulgadas) de la entrada del cable.**

4.1.2.6.8. Barras de Puesta a Tierra

Para el sistema de puesta a tierra se dispondrá de una barra de cobre electrolítico, será de una sección mínima de 40 x 5 mm (1½ x 2 pulgadas); se alojará a lo largo de la celda y unirá todas las partes metálicas pasivas. Debiéndose garantizar la continuidad eléctrica de las partes móviles mediante elementos o dispositivos apropiados, las dimensiones y capacidad de esta barra deberá ser verificada teniendo en cuenta las solicitaciones

electrodinámicas de cortocircuito, se deberá prever las facilidades necesarias para conectar la barra en ambos extremos a la malla de tierra.

La barra de tierra será capaz de soportar el paso de la corriente máxima de defecto previsto, sin que se produzcan deformaciones permanentes.

En cada extremo de dicha barra se dispondrán unos terminales para conexión del cable de tierra que se especifique. También se dispondrán de agujeros taladrados para conexión de conductores exteriores. Todas las partes metálicas sin tensión y equipos se pondrán a tierra a través de dichas barra.

La puerta se conectará a tierra a través de un cable flexible. La sección mínima será N° 8 AWG, color verde.

Las conexiones de las barras dispondrán de puntos accesibles físicamente adecuados para facilitar la puesta a tierra de elementos portátiles.

4.1.2.6.9. Placas de Valores Nominales, Identificación y Otros

- a)** Se proporcionarán placas de identificación permanentes para cada relé de protección, instrumentos de medición, selector, luces de indicación, regletas terminales, y otros dispositivos dentro de los compartimientos. Los relés de protección se identificarán con la fase a la que ellos se conectan. Los dispositivos montados en la parte frontal de la puerta tendrán 2 placas de nombre, uno fuera y el otro dentro del cubículo.
- b)** Cada compartimiento del Switchgear tendrá una placa de identificación instalada en la puerta, que identifique el número de la unidad (cubículo) y el número del equipo /dispositivo.
- c)** Por cada ensamble debe suministrarse Una placa de identificación indicando el número de tag del equipo según se muestra en la hoja de datos.

- d)** En cada ensamble se proporcionará Una placa de identificación indicando el voltaje, corriente y capacidad de ruptura del equipo.
- e)** En cada compartimiento en el que una fuente de voltaje externa termina se proporcionará una señalización de plástico laminado, montada en la puerta, con letras blancas en un fondo negro. La señal leerá "Precaución - esta Unidad Contiene una Fuente de Voltaje Externa."
- f)** Las Señales de advertencia se suministrarán e instalarán de acuerdo con lo siguiente:
- En compartimientos que contienen equipo o circuitos encima de 480V, la señal se leerá tanto en inglés y español " PELIGRO ALTO VOLTAJE."
 - Las señales serán de 180 x 400 mm (7 x 17 pulgada) con letras de 25 mm (1inch) de alto, exceptuando la palabra "PELIGRO" que tendrá letras de 40 mm (1 ½ pulg.) de alto. Todas las dimensiones arriba especificadas son mínimas.
- g)** Las placas de identificación serán fijadas por tornillos; no se aceptará la fijación con pegamento.

4.1.2.7. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA

4.1.2.7.1. Generalidades

- a)** Salvo que se acuerde otra cosa durante la ejecución del Contrato, los métodos de prueba, medidas y cálculos relativos a las inspecciones y los ensayos estarán de acuerdo con los requerimientos de la Norma ANSI.
- b)** Todas las inspecciones, ensayos, etc. así requeridos deberá ser presenciados por el Propietario o su representante autorizado.
- c)** Todas las inspecciones, ensayos, pruebas, etc. contarán con los certificados de inspección y pruebas correspondientes. El Fabricante entregará informe de los resultados de las pruebas de rutina y pruebas

tipo efectuadas al transformador. Estos informes serán elaborados en el idioma castellano y enviados al Propietario.

- d) Todos los gastos originados por la ejecución de las pruebas propiamente dichas se considerarán incluidos en los precios del Contrato de fabricación.

4.1.2.7.2. Pruebas

Las celdas con los Switchgear de potencia deben ser completamente ensamblado, cableados y probado en fábrica según se indica en ANSI.

Después del ensamblaje, las celdas serán probadas para la operación bajo condiciones de servicio simuladas para asegurar la exactitud de cableado y el funcionamiento de todo el equipo. Se debe dar una prueba dieléctrica de 27 kV a los principales circuitos por un (1) minuto entre las partes vivas y la conexión a tierra y polaridades opuestas. Al alambrado y a los circuitos de control se les debe realizar una prueba de 1000 voltios por un (1) minuto entre las partes vivas y la conexión a tierra, adicionalmente las siguientes pruebas deben ser efectuadas.

- Visual, dimensional y alineamiento.
- Funcional (enclavamiento de equipos).
- Pruebas mecánicas y Secuencia de maniobras (mínimo 20 veces)
- Rigidez dieléctrica para estándares ANSI.
- Medición de Resistencia de Contactos.
- Nivel Básico de Aislamiento
- Corriente Disruptiva
- Tensión Aplicada
- Inspección de la calidad de la carpintería, estructuras, espesores de chapa de pintura, etc. antes del montaje del equipamiento.
- Se incluirán copia de los protocolos de pruebas según ANSI.

4.1.2.8. REPUESTOS

Las piezas de repuesto cubrirán un periodo de operación de cinco (5) años y serán propuestas por el Fabricante para aprobación del Propietario, indicando su precio unitario.

4.1.2.9. GARANTIAS

El fabricante de este equipo sustentará haber producido equipos eléctricos similares por un período mínimo de cinco (5) años. Cuando el Propietario lo requiera, una lista de aquellos será proporcionada.

El fabricante garantizará que la información sobre las características de las Celdas Metal Clad con interruptores en vacío, que se indican en las Hoja de Datos Técnicos, es correcta. El no cumplimiento de estas características por el equipo, será materia de penalización o rechazo.

El Suministrador garantizará el total del equipamiento y su operatividad por un periodo de por lo menos doce (12) meses a partir de la puesta en marcha.

La reparación de averías ocasionadas en régimen de operación normal y la reposición de elementos y equipos deteriorados durante ese periodo serán a su cargo, incluyendo gastos de transporte de personal y recursos materiales que emplee el mismo, en la reparación de las averías.

El fabricante garantizará la operación y asumirá la responsabilidad técnica-económica en algún determinado momento frente a la eventualidad que se presentara alguna falla en cualquiera de las celdas, por deficiencia en la aplicación de los torques en cualquiera de las conexiones en media tensión. Para lo cual el fabricante deberá presentar un cuadro de torques debidamente certificado bajo normas y firmado por un representante oficial.

4.1.2.10. HOJA DE DATOS TÉCNICOS

Es parte de la presente especificación la Hoja de datos técnicos garantizados, que deberá ser llenada por el fabricante. Ver Anexo II.

4.1.2.11. DIAGRAMA UNIFILAR

Es parte de la presente especificación mostrar el diagrama unifilar general del proyecto. Ver en la sección Planos.

4.1.3. Transformadores de Distribución en aceite de potencia 0.5, 2.5, 3/3.5MVA ONAN/ONAF, 4.16/0.48KV

4.1.3.1. ALCANCE

Esta especificación técnica prescribe los requisitos para el diseño, fabricación del transformador sumergido en líquido aislante de acuerdo con la especificación y planos adjuntos. El proveedor debe de entregar como mínimo planos, datos técnicos, reportes de pruebas, manuales de instalación, operación y mantenimiento. El fabricante suministrará el alcance de los trabajos acerca del ensamble completo e indicará las partes que suministrará separadas, los fabricantes deberán considerar la supervisión en obra si esta fuera necesaria. El proveedor deberá suministrar los repuestos listados y para la puesta en servicio y arranque del transformador deberá contar si fuera necesaria con un Ingeniero.

4.1.3.2. NORMAS Y CODIGOS

Los equipos, materiales, componentes y funciones se diseñaran, construirán, probarán y deberán funcionar en estricta concordancia con la última edición de las normas aplicables.

ANSI / IEEE C57.12.00	Standard General Requirements for Liquid – Immersed Distribution, Power, and Regulating Transformers.
ANSI / IEEE C57.12.10	Safety Requirements 230 kV and Below 833/958 through 8333/10 417 kVA, single – phase, and 750/862 through 60 000/80 000/ 100 000 kVA, three – phase without load tap

changing; and 3750/4687 through 60 000/80 000/100 000 kVA with load tap changing.

Adicionalmente cumplirán con los requerimientos, recomendaciones y guías de las siguientes organizaciones:

AISI	American Iron and Steel Institute
ANSI	American National Standards Institute
ASTM	American Society for Testing and Materials
ASME	American Society of Mechanical Engineers AWS American Welding Society
ICEA	Insulated Cable Engineers Association
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
NEC	National Electrical Code (ANSI/NFPA 70-1999)
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
NFPA	National Electrical Fire Protection Association
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
UL	Underwriters Laboratories

Toda modificación a lo especificado en estas Normas deberá manifestarse claramente indicando la diferencia entre lo establecido y lo que se propone. Esta modificación en ningún caso será de un nivel técnico inferior a las especificaciones de las Normas indicadas.

4.1.3.3. CONDICIONES DE SERVICIO

4.1.3.3.1. Parámetros ambientales

El área de ubicación del proyecto es dentro de las instalaciones de YURA S. A., ubicada políticamente en el Distrito de Yura, Provincia de Yura y Departamento de Arequipa, Perú. Los parámetros ambientales principales se citan a continuación:

Elevación sobre el nivel del Mar	: 2 577 m
Temperatura promedio anual	: + 32°C
Temperatura máxima anual	: + 40°C

Temperatura mínima anual (invierno)	: + 3°C
Temperatura máxima de diseño	: + 40°C
Humedad Relativa	: 75% 90%
Velocidad del viento, máximo	: 20 km/h
Velocidad del viento, diseño	: 85 km/h
Precipitación promedio anual	: 1100 mm
Zona sísmica UBC	: 3
Contaminación ambiental	: Media y Alta

La atmósfera donde se instalarán los equipos es polvorienta.

4.1.3.3.2. Parámetros del Sistema

El transformador será apropiado para operar con un sistema primario de 4.16 kV, diseñado y construido para operar con los siguientes valores de tensión a 2 577 m s.n.m.

Voltaje Nominal	: 4.16 kV	480V
Frecuencia Nominal	: 60 Hz	60 Hz
Tensión máxima de operación del sistema	: 7.2 kV	1.0 kV
Nivel Básico de aislamiento a la Frecuencia Industrial	: 36 kV	2 kV
Nivel Básico de aislamiento a la Tensión de Impulso (BIL)	: 95kV	2kV
Nivel de contaminación ambiental	: muy alto	muy alto
Distancia de fuga mínima nominal	: 10 mm/kV	10 mm/kV
Distancia de fuga mínima entre fase y tierra	: 223 mm	22 mm
Sistema sólidamente puesto a tierra	: Delta	Estrella
Número de Fases	: 3	4
Corriente de cortocircuito del equipo	: 40 kA	50 kA
Máxima duración de cortocircuito	: 250 ms	250 ms

Tiempo normal de aclaración de las fallas	: 100 ms	100 ms
Tiempo de aclaración de las fallas en respaldo	: 400 ms	40 ms
Altura sobre el nivel del mar	: 2577 m	2577 m

4.1.3.4. CARACTERISTICAS BASICAS DE DISEÑO

4.1.3.4.1. Condiciones Eléctricas de Servicio

- a) El transformador será diseñado y fabricado conforme a los estándares industriales para el tipo de transformador inmerso en líquido aislante según sea indicado en las hojas de datos técnicos.**

- b) El transformador debe ser diseñado para suministrar la potencia continua garantizada en todas las tomas de su conmutador, sin exceder los límites de temperatura establecidos en las normas y soportar sobrecargas de corta duración, en concordancia con ANSI/IEEE C57.12.92. La duración y magnitud de estas sobrecargas estarán definidas por las normas ANSI/IEEE C57. 12.90y según lo indicado por IEEE Std. 462.**

- c) La impedancia nominal del transformador deberá ser la impedancia entre cada par de arrollamientos del transformador con el conmutador en vacío en el tap de tensión nominal y el conmutador sin carga en la posición de tensión al neutro.**

- d) El transformador vendrá equipado con un conmutador sin carga, el vendedor indicará en su propuesta el rango extremo de variación de la impedancia esperada con respecto a la impedancia en el tap de la tensión nominal, cuando esta se mida con la corriente y tensión nominal del secundario.**

- e) Todas las tomas del conmutador de tomas, estarán construidas para el 100% de la potencia nominal continua.**

- f) El transformador deberá funcionar en las condiciones de plena carga, con un nivel de ruido que no exceda lo establecido por las normas, tal como las definidas en NEMA TR1 (Transformers Regulators and Reacters).
- g) A menos que se indique otra cosa en las hojas de datos, el transformador será trifásico, en líquido aislante (aceite mineral o silicona o el proveedor deberá entregar sus costos según lo ofertado), apropiado para montaje exterior sobre una base de concreto (sin ruedas).
- h) El transformador deberá estar diseñado de tal forma de poder dar la potencia nominal a la temperatura ambiente máxima con el factor K adecuado sin llegar a exceder su temperatura de diseño y sin bajar la tensión nominal más del 5% en el lado de baja.

4.1.3.4.2. Características Eléctricas del Transformador

Potencia nominal	: 500, 2000, 3000/3500 KVA
Tipo de enfriamiento	: OA/FA
Tensión nominal lado primario	: $4.16 \pm 2 \times 2.5\%$ kV
Tensión nominal lado secundario	: 480 V
Frecuencia Nominal	: 80 Hz
Número de fases	: 3
Número de terminales lado primario	: 3
Número de terminales lado secundario	: 4
Impedancia	: 8.00 % (ó según diseño de acuerdo a ANSI/IEEE C57.12.10/NEMA 210)
Grupo de conexión	: DYn5 Sobre temperatura con carga continua : 55/65 °C

4.1.3.5. CONSTRUCCION

4.1.3.5.1. Tipo

El transformador será trifásico, para montaje exterior, devanado sumergido en líquido aislante, equipado con conmutador de tensión de accionamiento manual sin carga y sin tensión, refrigeración para la potencia nominal del tipo; OA/FA (Oil immersed, self cooled /Forced air cooled) para ANSI, de forma tal que garantice la potencia en kVA para cual es diseñado, según lo indicado en ANSI/IEEE C57.12.90. Deberá ser de sellado hermético y poseer todos los accesorios necesarios para su instalación completa.

4.1.3.5.2. Requerimientos de Diseño y Construcción

Núcleo

- a) El núcleo estará construido de láminas de acero al silicio con cristales orientados, laminado en frío, libre de fatiga por envejecimiento, con pérdidas de histéresis reducidas y con alta permeabilidad, deberán garantizar la mejor calidad y con propiedades magnéticas para evitar calentamiento y pérdidas magnéticas. Las láminas del núcleo deberán ser convenientemente apiladas y prensadas, libres de rebabas en los bordes y esquinas. Cada hoja deberá tener un tratamiento aislante en su superficie o revestimiento para proporcionar la necesaria resistencia de interlaminación.
- b) Los núcleos deberán ser ensamblados y rígidamente prensados para resistir a la deformación temporal causada por los esfuerzos de cortocircuito y asegurar una adecuada resistencia mecánica para soportar los arrollamientos y prevenir desplazamientos de las láminas durante el embarque, también reducir las vibraciones a un mínimo y reducir los ruidos indeseables bajo condiciones de operación. Las tuercas y pernos de la estructura de montaje y ajuste deben estar apretados de forma que no puedan soltarse por vibraciones ni por incidentes de transporte o servicio.
- c) El circuito magnético estará firmemente puesto a tierra con las estructuras de ajuste del núcleo y con la cuba de una forma muy segura, de tal manera que se pueda soltar la conexión a tierra cuando haya que retirar el núcleo para extraerlos de la cuba. La conexión removible

deberá encontrarse en un lugar fácilmente accesible. No será considerada como conexión a tierra aceptable la fijación simple del núcleo a la cuba del transformador.

- d) Se preverán asas de izado u otros medios para levantar convenientemente el núcleo con los arrollamientos. Esta operación no deberá someter al núcleo o a su aislamiento a esfuerzos.
- e) Los núcleos deberán estar diseñados para admitir una corriente de magnetización lo más baja posible, en compatibilidad con una concepción económica.
- f) Una vez terminado el núcleo, el fabricante realizará las pruebas que certifiquen la calidad del núcleo, según el cual el cálculo del sistema de refrigeración deberá ser verificado.

Arrollamiento

- a) Los arrollamientos tanto del lado primario y del lado secundario deberán ser de cobre electrolítico de alta calidad y pureza, diseñado para resistir las pruebas de tensión y cortocircuito de acuerdo a las normas ANSI/IEEE C57. El fabricante deberá presentar los registros de los protocolos de pruebas de calidad del cobre, pureza, conductividad y revestimiento del alambre
- b) Las bobinas deberán ser construidas, conformadas y fijadas de modo que permitan las expansiones y contracciones debido a los cambios de temperatura sin que se produzca abrasión en su aislamiento. Cada arrollamiento deberá tener protección adicional contra las perturbaciones anormales en las líneas.
- c) El núcleo y las bobinas, ya armados, serán secados al vacío para asegurar una extracción adecuada de la humedad; inmediatamente después de la desecación, todo el conjunto será impregnado y sumergido en aceite.

- d) El aislamiento de todos los arrollamientos será según se indica en ANSI/IEEE C57.12.00, deberá ser tratado convenientemente para tener la seguridad de que no se produzcan contracciones apreciables después del montaje y soporten un cortocircuito de 25 veces la corriente nominal del transformador durante 2 segundos.
- e) Las conexiones permanentes portadoras de corriente (excepto las conexiones roscadas) deberán ser realizadas por soldadura de plata, apropiada para conexiones de cobre.
- f) Los empalmes eléctricos que unen los arrollamientos con las regletas de bornes y los aisladores deberán estar sujetos rígidamente para evitar averías producidas por las vibraciones y por las fuerzas debido a los cortocircuitos.
- g) El aislamiento utilizado deberá permitir un 12% de kVA adicional por sobre los 65 °C de elevación de temperatura promedio, sin disminución de la vida del transformador según ANSI/IEEE C57.12.00.
- h) El transformador se diseñará para llevar las cargas excesivas de emergencia de corta duración de acuerdo con ANSI/IEEE C57.12.00.

Aisladores pasa tapas

- a) Los terminales de cada fase de los arrollamientos deben sacarse de la cuba a través de aisladores pasa tapas. Las características de los aisladores pasa tapas estarán de acuerdo con las prescripciones de las Normas ANSI.
- b) Todos los aisladores pasa tapas serán de porcelana.
- c) Todos los aisladores pasa tapas deben ser a prueba de fugas de gas o aceite. El cierre debe ser hermético y robusto para que soporte variaciones de presión debidas a cambios de temperatura que se

produzcan durante el funcionamiento normal o debido a cambios de temperatura ambiente.

- d) El espacio entre el núcleo y la porcelana, así como por debajo de la brida de montaje, deben estar completamente llenos de aceite.
- e) La porcelana empleada en los pasa tapas debe ser homogénea, libre de exfoliaciones, cavidades o resquebrajaduras y debe ser vitrificada e impermeable a la humedad. La capa superficial vitrificada debe estar libre de imperfecciones tales como ampollas o zonas quemadas.
- f) El Fabricante incluirá en sus documentos y diseños una descripción detallada de los aisladores pasa tapas, terminales y caja de cables que permita hacerse una idea clara de todo el equipo que se propone suministrar.

Tanque del transformador

- a) Será construido con plancha de acero soldada. Las planchas serán de acero estructural de alta resistencia, adecuadas para soportar vacío pleno y sobrepresiones que se puedan presentar en su operación. Su construcción deberá ser completa, las partes soldadas serán controladas con aplicación de presión interna y rayos X, a fin de evitar fugas de aceite durante su funcionamiento.
- b) Las juntas entre los bornes terminales y el tanque del transformador y las juntas de todas las tapas empernadas que están en contacto con líquido o gas, deberán ser provistas con empaquetaduras apropiadamente instaladas en cajas de retención y provistas con topes metálicos para controlar la compresión de la empaquetadura. Todas las juntas deberán ser a prueba de intemperie y humedad y herméticas a los líquidos y gases.

- c) El tanque será de diseño compacto. El tanque deberá tener cuatro lados planos. La tapa deberá ser plana y los bornes de montaje superior deberán ser principalmente montados sobre la tapa, es decir, los bornes serán montados en las cúpulas y los transformadores de corriente instalados en los bornes se montarán sobre las cúpulas ubicadas sobre la tapa.
- d) En el ensamblado de cada radiador, sus elementos serán soldados individualmente y chequeados con presión para verificar fugas. El tanque entero, luego de su ensamblado total y antes de ser embarcado, será sometido a una prueba de presión interna no menos de 1,4 kg/cm² aplicada al transformador lleno de aceite durante un minuto para asegurar que no hay ninguna fuga de aceite.
- e) La cantidad del líquido aislante deberá ser correctamente calculada para poder disipar el calor del transformador con suficiencia.
- f) En la base del transformador se instalarán patines en sentido longitudinal y transversal con previsión para jalar el transformador en ambos sentidos y para emperrar el transformador a su base mediante pernos de anclaje de acuerdo con ASTM A36. El anclaje del transformador deberá ser de acuerdo con IEEE C57.114 o una norma equivalente aprobada por el comprador y dimensionada para la zona sísmica indicada en el criterio de diseño y hoja de datos técnicos.

4.1.3.5.3. Bornes

- a) Cuando se especifiquen bornes para conectarse a las barras de una celda metal-clad, el fabricante deberá suministrar una garganta con bridas y los bornes deberán ser provistos de terminales de cobre tipo espadas con huecos según NEMA. La superficie externa del borde será sin hueco y se igualara con el extremo de los terminales tipo pesada. Cuando el transformador se conecta a una barra colectora no se requiere la garganta de transición.

- b) Cuando se indique que el transformador se conectará mediante cables aislados, (por arriba o por abajo), los bornes terminales deberán estar localizados dentro de una caja llena de aire con tapa empernada. Los bornes terminales deberán ser suministrados con mordazas tipo grampa apropiada para la sección del conductor, material y número de conductores por fase especificados en la hoja de datos. El tamaño de la caja deberá ser amplio de modo que le permita contener el esfuerzo de los terminales de los cables, y permita un gran radio de curvatura para cables armados desde el extremo del borne hasta la entrada de la tubería en la cara opuesta de la caja. En las caras laterales del interior de la caja se instalarán terminales para la conexión de los cables de tierra del alimentador.
- c) Todos los terminales exteriores y uniones de cables que operan arriba de 75 °C deberán ser plateados.
- d) Los bornes serán preferentemente del tipo condensador. Los bornes en aceite con un BIL por encima de los 250 kV estarán provistos de un indicador de nivel de aceite.
- e) Los bornes deberán ser permanentemente identificados con sus números de terminal por medio de una placa o de caracteres pintados colocados inmediatamente adyacentes a los terminales.
- f) Para la conexión a tierra de los bornes neutros ubicados sobre la tapa, el fabricante deberá instalar una platina de cobre fijada al tanque mediante aisladores porta barra y conectada al terminal del borde neutro en un extremo. El otro extremo quedará a unos 300 mm del piso.

4.1.3.5.4. Líquido Aislante

- a) Junto con el transformador se deberá suministrar una cantidad suficiente de líquido aislante para completar el llenado en campo del tanque, enfriador y radiadores, a su nivel apropiado.

- b) El llenado inicial en fábrica del transformador deberá ser hecho bajo pleno vacío.
- c) Excepto cuando el transformador pueda ser embarcado con su plena dotación del líquido aislante, el líquido aislante requerido para el llenado en campo deberá ser embarcado en carros o camiones tanque, contenedores o cilindros a criterio del cliente. A no ser que se indique de otro modo en la hoja de datos técnicos, el fabricante deberá suministrar todos los contenedores requeridos para el embarque del líquido aislante. Estos contenedores deberán ser limpiados y secados antes del llenado. Los cilindros deberán ser nuevos y no reutilizados. Todos los contenedores requeridos para el embarque deberán ser no retomables. El embarque de líquido aislante por camiones o trenes deberá ser inventariado para el suministro conforme a lo que se indica en la hoja de datos o al acuerdo entre el comprador y el vendedor.
- d) De no indicarse lo contrario en las hojas de datos técnicos, deberá emplearse aceite; será del tipo mineral normal que se prepara y se refina especialmente para usarlo en transformadores. El aceite deberá cumplir las prescripciones de las Normas B.S.A. N° 148, solo se permitirá el uso del aceite mineral o silicona. El fabricante indicará los costos del aceite.

4.1.3.5.5. Preservación del Líquido Aislante

- a) El sistema de preservación del líquido aislante podrá ser mediante tanque sellado con gas inerte a presión, tanque de expansión del líquido (o conservador de aceite) sellado mediante un diafragma, o tanque sellado con un colchón de aire, conforme se indique en la hoja de datos técnicos.
- b) Cuando se especifica un sistema de gas inerte a presión (Nitrógeno), el fabricante suministrará el equipo estándar para mantener automáticamente una atmósfera de gas nitrógeno seco en el espacio situado encima del nivel del líquido aislante y la tapa. El equipamiento deberá incluir un cilindro de nitrógeno, las válvulas necesarias, manómetros y todas las conexiones y dispositivos con contactos para

señalizar alta y baja presión de gas en el transformador y baja presión en el cilindro. Todos los componentes se montarán en un gabinete de acero a prueba de intemperie el cual deberá ser montado en una cara del tanque del transformador, de tal manera que sea fácil reemplazar el cilindro de nitrógeno.

- c) Cuando se especifica un tanque de expansión de líquido aislante, este deberá consistir de un tanque externo montado encima del tanque del transformador y conteniendo un diafragma flexible, expandible y resistente al líquido aislante, permitiendo que el volumen del líquido se expanda o contraiga sin que entre en contacto directo con la atmósfera. El equipo estándar del fabricante deberá proveer suficiente espacio con una altura mínima para el tanque de expansión. El equipo deberá ser completado con las *necesarias válvulas para el vaciado y toma de muestras del líquido, tubo de llenado, tubo para la conexión de un desecador de aire, brida para la conexión al tanque principal, válvula de alivio presión – vacío, y para la protección del diafragma una válvula de alivio de presión, montada sobre la tapa del transformador, con indicador mecánico de operación y equipada con contactos de alarma para señalar una excesiva presión interna en el tanque.*
- d) Cuando se especifica un tanque sellado este deberá ser completo, con todas las válvulas necesarias, con un manómetro de presión - vacío y conexiones complementarias. Además, deberá estar provisto de una válvula para la purga de gas.

4.1.3.5.6. Refrigeración

- a) En la hoja de datos técnicos se puede requerir transformadores con solo ventilación natural, o se puede requerir ventilación natural y forzada con incremento adicional de potencia, o previsión para la instalación futura de la ventilación forzada. La relación de los kVA nominales con ventilación forzada a los kVA con ventilación natural deberá ser como se indica en la hoja de datos técnicos.

- b) Los radiadores de refrigeración se deberán agrupar en bancos con cada banco provisto de un colector superior y otro inferior separados. Cuando se especifica banco de radiadores estos deberán ser removibles.
- c) *El cabezal removible de los bancos de radiadores deberá ser unido al cuerpo del tanque por medio de empaquetaduras empernadas a una brida en la parte superior y el fondo con válvulas de cierre entre el cuerpo del tanque y cada brida. Las válvulas de cierre serán diseñadas para poder hacer mantenimiento a las empaquetaduras sin quitar las válvulas.*
- d) Cada radiador removible o banco de radiadores removibles deberá estar provisto de un tapón de drenaje en el colector inferior y de un tapón de combinación para purga de aire y llenado en vacío en el colector superior.
- e) Cuando en la hoja de datos se especifica ventilación forzada futura, la capacidad de todas las partes que lleven corriente deberán ser dimensionadas para la mayor (futura) potencia nominal. Se tomará previsión para la instalación del control automático futuro de los ventiladores, ya sea por temperatura de los arrollamientos o por temperatura del aceite en la parte superior del tanque, según los accesorios especificados en la hoja de datos técnicos.
- f) En el circuito de control se harán las previsiones necesarias para la parada de los ventiladores en el caso que operen los relés de protección del transformador.
- g) El ensamble de las bombas para la circulación forzada de aceite deberá ser tal que permita remover y reconectar las bombas después de drenar el correspondiente banco de radiadores pero sin tener que sacar de servicio el transformador. Cada bomba de aceite deberá ser suministrada con un medidor de flujo con contactos de alarma, con

retardo de operación en caso de falla de la bomba. Los motores serán trifásicos.

4.1.3.5.7. Conmutador en Vacío

El transformador deberá ser equipado con un conmutador para ser operado externamente, a plena capacidad en todos sus taps, operado con el transformador desenergizado. La rueda o manija del conmutador deberá estar montada y fijada a la tapa del transformador o en una de las caras laterales del tanque, según las normas de fabricación adoptada, a una altura conveniente de operación desde el piso. Los contactos y el conmutador deberán ser capaces de soportar la plena corriente de cortocircuito del transformador sin que se produzca ningún daño. El instrumento de indicación y el dial indicador de posición deberán ser accesibles desde el nivel de piso.

4.1.3.5.8. Suministro de Energía Auxiliar

- a) El comprador suministrará la potencia auxiliar a la tensión indicada en la hoja de datos.
- b) El vendedor suministrará todos los transformadores auxiliares, como sea requerido, cuando el diseño del vendedor requiera niveles de tensión que sean diferentes de los especificados por el comprador.

4.1.3.5.9. Cableado de Control y Alarma

- a) Se instalará un gabinete de control localizado en un punto accesible de una de las caras del tanque del transformador, según lo indicado en la hoja de datos técnicos. Las tuberías de control del comprador entrarán por debajo del gabinete de control. Cada puerta tendrá dos o tres pestillos con previsión para candado.
- b) Los cables terminales de todos los dispositivos montados en el transformador serán llevados al bloque de borneras en el gabinete de control. El cableado externo se llevará en tubería metálica rígida, excepto los dispositivos de conexiones al gabinete que pueden ser con

tubería flexible metálica del tipo UA a prueba de líquidos hasta un diámetro de 36 pulgadas (914 mm) o cordón tipo SO de 600 V para servicio pesado y resistente al aceite y conectados con conectores sellados y herméticos al agua. La máxima longitud libre del cordón y tubería flexible metálica no deberá exceder las 18 pulgadas (457mm).

- c) Todos los circuitos de control, energía auxiliar y circuitos de alarma deberán ser cableados por el vendedor o proveedor quien será responsable del cableado interno y del correcto funcionamiento de todos sus componentes. El cable no deberá ser menor al # 14AWG (2.5 mm²) y deberá ser de cobre cableado para 600 V, tipo SIS con aislamiento de polietileno reticulado o caucho etileno propileno. Se puede usar cordón tipo SO con conductores # 16AWG (1.5 mm²).
- d) En el gabinete de control todas las conexiones a los circuitos externos del comprador deberán ser llevadas con terminales a presión en cajas de borneras terminales con tapas a prueba de polvo aprobados. Los bloques de borneras terminales deberán estar provistos de placas donde se muestra el diagrama de cableado del vendedor y deberá tener espacio apropiado para la marca de inscripción del comprador. Los bloques de borneras deberán tener por lo menos 20% de posiciones de reserva.
- e) Los terminales para los cables de control del comprador deberán ser distribuidos de modo que el comprador solo tenga un cable conectado a cada punto terminal.
- f) Los circuitos de control de los motores para ventilación forzada tendrán controladores de motor y deberán estar localizados en el gabinete de control del transformador. Cada controlador de motor deberá incluir un interruptor de circuito con bloqueo, contactor magnético, selector manual – desconectado – automático para cada etapa de ventilación, y relé de sobrecarga para el motor. Los relés de sobrecarga del motor no son

requeridos si los motores están equipados con un interruptor integral de temperatura.

- g) El gabinete de control deberá estar provisto de un tomacorriente doble convenientemente localizado y calefactores controlados por un termostato. La corriente nominal y la configuración del tomacorriente serán como se requiera en la hoja de datos. Cuando se requiera en la hoja de datos técnicos, el gabinete de control deberá estar provista con una luz interior con un interruptor.

4.1.3.5.10. Placas de Valores Nominales, Identificación y Otros

Cada transformador deberá tener una placa de valores nominales y otra de identificación, ambas de acero inoxidable permanentemente fijadas al tanque. La placa de valores nominales deberá contener la información requerida por ANSI C57.12.00 para una placa tipo C. En la placa de identificación se indicará el número (TAG) de identificación del transformador dado por el comprador, en caracteres no menores a 2 pulgadas (50 mm) de alto. Adicionalmente, en algunas de las placas se indicará el número de ítem de la orden de compra.

4.1.3.5.11. Pintura y Acabado

Todas las partes metálicas interiores y exteriores de la cuba, radiadores, válvulas y otras partes metálicas no galvanizadas y expuestas al aceite, serán limpiadas antes de pintarlas. Las planchas de acero deberán ser preparadas o arenadas con chorros de alta presión u otro método similar según lo indicado por ANSI. Las superficies internas de la cuba y el conservador deberán recibir una capa de pintura o barniz resistente al aceite caliente. Todas las superficies deberán ser sometidas a tratamiento y pruebas según lo indicado en ANSI, ASTM, SSPCC y como mínimo a las siguientes:

- a) Desengrase y doble decapado por fosfatizado.

- b) La preparación de la superficie y pintura estarán de acuerdo con la especificación de pintura del fabricante. La capa del acabado exterior será ANSI 61 gris claro y el acabado interior será un color claro a menos que se especifique otra cosa por parte del comprador.
- c) El fabricante incluirá en su cotización una descripción completa del sistema de pintado propuesto. Si se encontrara disponible un sistema de pintura Premium para mejorar la protección contra la corrosión, se podrá presentar una cotización y descripción alternativa. El acabado de la esta pintura deberá estar sometido, como mínimo, a las siguientes pruebas:
- Spray salino; 2 000 horas por 5% spray salino según ASTM B-117.
 - Adhesión a superficie; 100%.
 - Resistencia a la abrasión.
 - Humedad; 1 000 horas de exposición a 100% de humedad, a una temperatura de 45 – 50°C, según ASTM 2247.
 - Impacto; según ASTM D 2794.
 - Resistencia a aceites minerales; consistentes en sumergir una muestra del panel en aceite mineral por 3 días, a una temperatura ambiente de 100 ° C.
 - Resistencia a la Intemperie (prueba de resistencia a la aceleración ultravioleta); sometién dose a la exposición continua durante 500 horas de luz ultravioleta según ASTM G-53, con un ciclo de 4 horas de luz ultravioleta por 4 horas de condensación. Las pérdidas de las propiedades de brillo superficial no deberán exceder el 50% de las propiedades originales, según ASTM D-23.
 - Resistencia al agua; se deberá someter un panel a inmersión en agua destilada durante 3 días a temperatura ambiente, no debiendo haber aparentes cambios en las propiedades del recubrimiento.
 - La pintura a utilizar deberá ser apropiada para ambientes abrasivos.

El Fabricante deberá remitir con el transformador una cantidad suficiente de pintura de acabado para el retoque definitivo de las superficies deterioradas durante el transporte y el proceso de montaje.

4.1.3.5.12. Accesorios de Control y Mecánicos.

a) Relé Buchholz

Se proveerá el transformador con un relé Buchholz con contactos de alarma y disparo.

b) Indicador de Nivel de Aceite

El transformador estará equipado con un indicador de nivel de aceite del tipo de cuadrante, que tenga una escala conveniente para que pueda ser observado fácilmente desde el suelo. El indicador estará montado en la pared lateral del conservador de aceite y estará provisto de un contacto para alarma de nivel bajo y otro contacto para disparo de interruptor en caso que el nivel de aceite esté muy bajo.

c) Indicador de Temperatura

Un (1) termómetro del tipo de cuadrante, graduado en grados centígrados para indicar localmente la temperatura del aceite en el punto más caliente, el cual será montado por medio de una fijación adecuada sobre la cuba del transformador, a una altura conveniente del suelo, a parte estará provisto además, en el mismo lugar de la cuba de un termostato con contacto para alarma y contacto para disparo del interruptor en caso que el nivel de temperatura esté muy alto.

d) Válvula de Sobrepresión

Será una válvula de descarga de sobrepresión. Esta válvula deberá dejar escapar cualquier sobrepresión interna causada por perturbaciones internas y volverá a cerrar después de haber desaparecido la sobrepresión. La válvula estará equipada con contactos de alarma para indicar la actuación del dispositivo.

e) Válvulas y Grifos

Se preverán válvulas para el drenaje de las cubas y toma de muestras de aceite. Todas las válvulas para aceite deberán ser de construcción apropiada para aceite caliente.

f) Pernos de Anclaje y Placas de Base.

Se suministrarán en la cantidad que sea necesaria las placas de base, los pernos expansivos de anclaje y las garras de sujeción convenientes para fijar firmemente y a prueba de sismos el transformador en su ubicación definitiva.

4.1.3.5.13. Pérdidas

- a) Cada vendedor indicará en su propuesta, las pérdidas máximas garantizadas con carga (cobre) y en vacío (fierro). Las pérdidas con carga se indicarán a potencia nominal, y las pérdidas en vacío a tensión nominal. Las pérdidas de los ventiladores y bombas se indicarán por separado.
- b) Para los efectos de evaluación de las pérdidas, el comprador las referirá a una temperatura de referencia de 85 °C, de acuerdo con la cláusula 5.9 de ANSI/IEEE C57.12.00, esto es, 65 °C de elevación más 20 °C, o 55 °C de elevación más 30 °C.
- c) El comprador evaluará las pérdidas máximas garantizadas con carga y en vacío a los dólares por kilovatio indicados en la hoja de datos técnicos.

4.1.3.6. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA**4.1.3.6.1 Generalidades**

- a) Salvo que se acuerde otra cosa durante la ejecución del Contrato, los métodos de prueba, medidas y cálculos relativos a las inspecciones y los ensayos estarán de acuerdo con los requerimientos de la Norma ANSI.

- b) El comprador tendrá el derecho de presenciar todas las pruebas y será notificado con por lo menos 10 días hábiles de adelanto de cualquier prueba, para permitir que su representante autorizado esté presente.**
- c) Todas las inspecciones, ensayos, pruebas, etc., contarán con los certificados de inspección y pruebas correspondientes. El Fabricante entregará informe de los resultados de las pruebas de rutina y pruebas tipo efectuadas al transformador. Estos informes serán elaborados en el idioma castellano y enviados al Propietario. Todos los defectos detectados durante las pruebas deberán ser reparados o reemplazados por el fabricante a su propio costo.**
- d) Todos los gastos originados por la ejecución de las pruebas propiamente dichas se considerarán incluidos en los precios del Contrato de fabricación.**
- e) Las herramientas especiales requeridas para la instalación y mantenimiento del equipo serán suministradas y enviadas con el equipo. Las herramientas serán nuevas y de primera calidad. Las Instrucciones para el uso de las herramientas especiales serán adjuntas con las herramientas.**
- f) El representante autorizado del propietario tendrá libre acceso a los talleres del vendedor en cualquier momento, para propósitos de inspección u obtener información del progreso de los trabajos.**

4.1.3.6.2 Pruebas

a) Ensayos de los Componentes del Transformador:

- **Ensayos de la protección anticorrosiva de la cuba, conservador, etc.**
- **Durante las pruebas en fábrica, se deberán ensayar muestras del aceite usado en el transformador. Las pruebas de las muestras se efectuarán según las prescripciones establecidas en las normas ANSI.**

- La cuba y el conservador serán sometidos a un ensayo de vacío, bajo un vacío del 100%.

b) Ensayos de Rutina de Transformador:

El transformador será sometido a ensayos de rutina según las prescripciones establecidas en las normas ANSI.

- Medición de la resistencia para todos los arrollamientos.
- Medición de la relación de transformación sobre todas las tomas.
- Ensayos de polaridad y grupo de conexión.
- Medición de la corriente y pérdidas en vacío sobre la toma principal al 95%, 100% y 105% de la tensión nominal y a frecuencia nominal.
- Medición de la impedancia y de las pérdidas de carga a frecuencia y corriente nominales, en la toma principal y en las tomas extremas.
- Medición de la tensión de cortocircuito.
- Prueba de tensión inducida.
- Prueba de tensión aplicada.
- Medida la resistencia de aislamiento.

c) Ensayos Tipo de Transformador:

El transformador será sometido a ensayos de rutina según las prescripciones establecidas en las normas ANSI.

- Prueba de tensión de Impulso.

4.1.3.7. REPUESTOS

Las piezas de repuesto cubrirán un periodo de operación de cinco (5) años y serán propuestas por el Fabricante para aprobación del Propietario, indicando su precio unitario.

4.1.3.8. GARANTIAS

El fabricante de este equipo sustentará haber producido equipos eléctricos similares por un período mínimo de cinco (5) años. Cuando el Propietario lo

requiera, una lista de aquellos será proporcionada. El Fabricante garantizará que la información sobre las características de los transformadores, que se indican en las Tablas de Datos Técnicos, es correcta. El no cumplimiento de estas características por el equipo, será materia de penalización o rechazo, especialmente en los siguientes casos:

- Que el calentamiento del transformador sobrepase los límites garantizados, según sus curvas a ser entregadas por el fabricante.
- Que las pérdidas del transformador sobrepasen los límites garantizados.
- Que la relación de transformación y/o las impedancias difieran de los valores garantizados, después de aplicar las tolerancias autorizadas por las normas.

El Suministrador garantizará el total del equipamiento y su operatividad por un período de por lo menos doce (12) meses a partir de la puesta en marcha. La reparación de averías ocasionadas en régimen de operación normal y la reposición de elementos y equipos deteriorados durante ese período serán a su cargo, incluyendo gastos de transporte de personal y recursos materiales que emplee el mismo, en la reparación de las averías. Mientras no se acuerde lo contrario, las tolerancias que se pueden aplicar a los valores o características garantizados del transformador y sus accesorios, serán única y exclusivamente las que se especifican en las Normas aplicables.

4.1.3.9. HOJA DE DATOS TECNICOS

Es parte de la presente especificación la Hoja de datos técnicos garantizados, que deberá ser llenada por el fabricante. Ver Anexo III.

4.1.4. Arrancadores directos FVNR de 1000Hp, 3500Hp, 5000Hp, 4.16kV

4.1.4.1. ALCANCE

Esta especificación técnica establece los requisitos mínimos para la selección, diseño, fabricación y ensayo para el suministro de las celdas metal-clad en media tensión, para ser instaladas acopladas con las celdas

del seccionador de llegada y celdas del arrancador con contactor al vacío cuyas características se detallan a continuación.

El cumplimiento de lo aquí especificado no desliga al ofertante de las responsabilidades relacionadas a sus propios diseños, calidad de los materiales, detalles de fabricación, etc.

4.1.4.2. NORMAS Y CODIGOS

Las celdas metal-clad (MCC) en media tensión y su equipamiento serán diseñadas, fabricadas y probadas de acuerdo con lo indicado en las últimas normas aplicables de:

ANSI	American National Standards Institute
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
NEC	National Electrical Code
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
UL	Underwriters Laboratories

4.1.4.3. CONDICIONES DE SERVICIO

4.1.4.3.1. Condiciones ambientales

Elevación sobre el nivel del Mar	: 2 577 m
Temperatura ambiente	: 32°C
Humedad Relativa	: 75% 90%
Velocidad del viento	: 20 km/h
Precipitación promedio anual	: 1100 mm
Zona sísmica UBC	: 3
Contaminación ambiental	: Media y Alta

La atmósfera donde se instalarán los equipos es polvorienta.

4.1.4.3.2. Condiciones de Diseño

Los parámetros básicos de diseño son los siguientes:

Voltaje Nominal	: 4.16 kV, trifásico, 60HZ
Nivel Básico de aislamiento a la Tensión de Impulso (BIL)	: 95kV
Corriente de cortocircuito nominal	: 40 kA (simétrico)
Temperatura ambiente	: 3°C, 40°C
Altura sobre el nivel del mar	: 2577 m
Instalación	: Al interior
Tipo de encerramiento	: NEMA 12
Dimensiones	: De acuerdo a proveedor
Calificación sísmica	: Zona 3

4.1.4.4. CONSTRUCCIÓN

4.1.4.4.1. Características Mecánicas

Las celdas metal-clad, bajo cubierta metálica, serán de secciones individuales y verticales construidas con chapas de acero de 2,5 mm de espesor mínimo, con bastidor de perfiles de acero y refuerzos convenientes; todos los compartimentos se atornillarán a estos elementos. Las celdas serán rígidas y autosoportadas, con compartimentos para los aparatos de maniobra, control, protección y medición según como se indica en los esquemas unifilares. La compartimentación metálica comprenderá:

- a. Sector de barras colectoras (en la parte superior y posterior).
- b. Sector de acometida de cables y transformadores de medición.
- c. Seccionador.

La operación del aparato principal de maniobra (seccionador) deberá efectuarse con la puerta frontal cerrada, lo cual debe estar incluido en los enclavamientos propios de la operación de maniobra, para lo cual se preverán los bloqueos que sean necesarios para asegurar una correcta operación y mantenimiento

El seccionador de tierra solo se podrá poner en posición cerrado, si el seccionador de línea se encuentra abierto.

La protección o reja del panel del compartimento correspondiente a terminales de cables de entrada o salida, no podrá ser removido si el seccionador de puesta a tierra no se encuentra cerrado o viceversa.

Se instalarán resistencias (heaters) anticondensación controlados por termostatos, los que serán blindados, fácilmente accesibles y situados de forma que no causen daño al equipo. La tensión de alimentación de estas será monofásica a 220 Vac.

El ingreso de todos los cables de fuerza y control será por la parte superior de las celdas.

4.1.4.4.2. Sistema de Barras

Tanto las principales como las secundarias ó derivaciones, serán de cobre electrolítico de alto grado de pureza (99.9%), según Normas ANSI C.37.23, planas y homogéneas diseñadas para operar a una corriente de 1200 A en forma continua. Se les soportará mediante aisladores de resina epoxi, retardantes a flamas y con una alta resistencia, a los esfuerzos mecánicos de tracción.

El sistema, así conformado, deberá ser apto para soportar las solicitaciones térmicas y dinámicas del sistema sin sufrir deformaciones permanentes, los cálculos de los esfuerzos sobre barras y aisladores. Se realizará de acuerdo a Normas ANSI.

La temperatura de operación para el sistema de barras incluyendo sus conexiones será según lo requerido por ANSI C37.23 (65 °C).

El sistema de barras será diseñado para correr sobre la parte superior ó inferior y para su fácil empalme con el sistema de barras de otras celdas, según disposición indicada en los planos.

Todas las juntas deberán tener con recubrimiento de plata y los pernos, tuercas, arandelas y demás dispositivos que impidan su aflojamiento, de acero o bronce de alta resistencia tendrán recubrimiento de cadmio. Los pernos y aisladores deberán ser instalados de tal forma que faciliten su *acceso y operación de mantenimiento*.

Para el sistema de puesta a tierra, una barra de cobre electrolítico para la puesta a tierra, deberá correr a lo largo de la celda en la parte inferior con una sección mínima de (40 x 5 mm); se alojará a lo largo de todos los paneles instalados y unirá todas las partes metálicas pasivas. Debiéndose garantizar la continuidad eléctrica de las partes móviles mediante elementos o dispositivos apropiados. El dimensionamiento de esta barra será verificado teniendo en cuenta las solicitaciones electrodinámicas de cortocircuito. Se *deberá prever las facilidades necesarias para conectar la barra en ambos extremos a la malla de tierra*.

4.1.4.4.3. Cableado, Borneras y Terminales

Los cables de control y baja tensión deberán tener un aislamiento para 600 V, 90 °C de SIS, o equivalente con conductor de cobre cableado.

Los cables deberán estar calificados por UL como SIS y de TC (Tray Cable), tendrán como mínimo una sección de 12 AWG, para los circuitos de baja tensión y 14 AWG, para los circuitos de control y de 10 AWG para el cableado de circuitos de los transformadores de corriente.

Los cables de instrumentación deberán ser con aislamiento para 300 V, 90 °C de PVC con una pantalla de cobre, calificados por UL como PLTC (Power Limited Tray Cable) siendo las secciones mínimas a usar de 16 AWG para cables de grupos simples y 20 AWG para cables multigrupos.

Los cables para circuitos auxiliares de maniobra, control, indicadores, protecciones y alarmas que deban hacer interconexiones entre compartimientos o paneles en una misma celda, deberán conectarse a borneras dispuestas para tal efecto.

Los cables de cualquier tipo deberán identificarse en sus dos extremos por medio de un número o letra que será el mismo que le corresponda a los planos de conexionado, para lo cual se utilizarán anillos identificadores, cuya rotulación será clara y durable, no debiéndose afectarse por la humedad.

Todo elemento como relés, instrumentos de medición y protección que no sean de ejecución extraíble, tendrán prevista una bornera próxima de modo de facilitar su desconexión y desmontaje.

El cableado interno se realizará de tal forma que queden agrupadas las bomeras por función como: control, medición, alarma, señalización, etc.

El recorrido interno de los conductores eléctricos de mando, señalización y alarma, se realizará por canales de cables de plástico dieléctrico y auto extingible con tapa del mismo material, estos canales se fijarán rígidamente al panel y a una distancia tal de las bomeras, que permita visualizar la identificación de cada conductor, sin necesidad de retirar la tapa del canal.

4.1.4.4. Tratamiento Superficial (Acabado)

Todas las superficies internas y externas deberán ser sometidas a tratamiento según lo indicado en ANSI y como mínimo a los siguientes:

- Desengrase y doble decapado por fosfatizado.
- Pintura consistente de una cubierta gris (ANSI-61), con pintura en base a resina de polyéster termo fraguada aplicada electrostáticamente, con una capa mínima de 8 mils de espesor, debiendo estar sometida el acabado de esta pintura, como mínimo a las siguientes pruebas:
 - Spray salino, 2000 horas por 5% spray salino según ASTM B-117.
 - Adhesión a superficie, 100%.
 - Resistencia a la abrasión.
 - Humedad, 1000 horas a 100% de humedad a temperatura de 45 – 50°C, según ASTM 2247.

- Impacto, según ASTM D 2794.

La pintura a utilizar deberá ser apropiada para ambientes corrosivos (ácido sulfúrico) y tener propiedades mayores o iguales a AMERLOCK 400.

4.1.4.5. EQUIPAMIENTO DEL CENTRO DE CONTROL DE MOTORES EN MEDIA TENSION

4.1.4.5.1. Sistema de protección y monitoreo del centro de control de motores (MCC)

El sistema de protección y medición será del tipo multifunción, basado en microprocesadores de estado sólido cuyo diseño, fabricación y pruebas serán conforme a lo indicado en ANSI C37.90, C37.90.e IEEE y serán para montaje frontal sobre las celdas, del tipo extraíble, con un display para seleccionar opciones, ejecutar lectura y demás. El equipo multifunción será ubicado de tal forma que facilite la lectura y mantenimiento bajo criterios ergonómicos.

El fabricante deberá suministrar e instalar en las celdas metal-clad, la cantidad de equipos y según el tipo de funciones como se indica en los planos.

El equipo deberá operar con una corriente de 5 A desde el secundario de los transformadores de corriente.

El equipo deberá ser totalmente configurable y programable en campo, poseer una base de datos de las curvas de protección independientes según la función de acuerdo a ANSI, además de módulos RTD para funciones de monitoreo del motor incluyendo la de vibración.

En general la señalización, control, alarmas y demás señales del equipo deberán ser previstos para incorporarse a un sistema de control y monitoreo local/remoto.

El equipo tendrá las siguientes características:

Generales

Tensión auxiliar de alimentación	: 120Vca, 60Hz
Grado de protección	: NEMA 12
Temperatura de operación	: 5°C, 65°C
Humedad relativa	: 75% ... 90%
Tipo de montaje	: Frontal y extraíble

Funciones de protección y monitoreo del motor

- ANSI 50G/ 51G
- ANSI 37
- ANSI 86
- ANSI 50
- ANSI 49/51

Monitoreo

- ANSI 38 (min. 2 entradas RTD's para cojinetes lado motor)
- ANSI 49 (min. 6 entradas RTD's para el estator)
- ANSI 39 (min. 4 entradas 4 - 20 mA, para sensor de vibración de cojinetes)

Funciones de medición

- Amperímetro

Comunicaciones

El display, será alfanumérico con 2 líneas de 16 caracteres, teclado frontal para programación y lectura de datos.

La transmisión de datos será posible en forma local y remota hacia el sistema de control y de este hacia la red de comunicaciones del sistema.

El equipo tendrá puertos RS232, y/o ETHERNET y/o RS485. Por otro lado el equipo estará previsto adicionalmente para la interconexión y transmisión de datos vía fibra óptica, además de cuatro entradas y cuatro salidas análogas de 4-20 mA.

4.1.4.5.2. Arrancadores

Las celdas metal-clad que contengan los arrancadores y equipos complementarios serán ensamblados en conjunto, cuyos equipos y sistemas de barras deberán ser diseñados en base como mínimo a lo indicado en el numeral 4.1.4.4.2. El sistema de arranque será por el sistema directo, deberá ser diseñado según la potencia de los motores como se indica en los planos.

Cada arrancador será ubicado en su respectiva celda con sus respectivos equipos de seccionamiento y contactores, deberán incluir fusibles limitadores de corriente, además de un transformador seco con clasificación de aislamiento 115 °C para la tensión auxiliar de 120 Vac; en general los componentes y equipos se ubicarán en cubículos dispuestos para un fácil acceso en forma vertical y frontal, estos equipos deberán incluir enclavamientos de seguridad.

La condición física de los fusibles será totalmente visible, estos fusibles serán diseñados con una apropiada coordinación con los sistemas de protección del motor, el montaje de los fusibles será vertical para facilitar su fácil inspección y el reemplazo de estos.

El contactor será del tipo en vacío y tendrán una capacidad de 400A y 800 A de acuerdo a lo que corresponda.

El conjunto del equipamiento para el arrancador será integrado como mínimo los siguientes equipos:

- Un seccionador aislado para operación fuera de la celda que desconectará los fusibles de las barras principales aislando completamente el compartimento de media tensión.
- Fusibles limitadores de corriente tipo R de capacidad adecuada según lo indicado en los planos
- Contactores en vacío para una capacidad de 400A, 800 A.
- Tensión de control, en 120 Vac.

Los parámetros mínimos de diseño serán:

- Tensión Nominal del Sistema: 4,16 kV, Trifásico, 60 Hz
- Nivel de aislamiento: 95 kVp (BIL)
- Corriente de Cortocircuito: 40 kA

4.1.4.6. PRUEBAS

Se efectuarán en fábrica, previo al despacho, los ensayos de rutina todas las pruebas serán realizadas según lo indicado en los estándares ANSI.

Las siguientes pruebas como mínimo deben ser efectuadas en presencia de un representante del propietario.

- Visual, dimensional y alineamiento.
- Funcional (enclavamientos de equipos).
- Secuencia de maniobras (mínimo 20 veces).
- Rigidez dieléctrica para estándares ANSI, mínimo 1 minuto.
- Inspección de la calidad de la carpintería, estructuras, espesores de chapa de pintura, etc. antes del montaje del equipamiento.

Se incluirán copia de los protocolos de pruebas según ANSI.

4.1.4.7. GARANTÍA

El Suministrador garantizará el total del equipamiento por un período de por lo menos doce meses a partir de la puesta en marcha.

La reparación de averías ocasionadas en régimen de operación normal y la reposición de elementos y equipos deteriorados durante ese período serán a su cargo, incluyendo gastos de transporte de personal y recursos materiales que se empleen para que el mismo intervenga en la salvación de las averías.

4.1.4.8. INFORMACIÓN

4.1.4.8.1. Catálogos

El fabricante deberá suministrar conjuntamente información técnica (05 catálogos) de las celdas metal-clad, equipo de maniobra, protección, medición y control.

4.1.4.8.2. Hojas técnicas

La siguiente información será suministrada para el fabricante, para ser sometida a aprobación:

- Planos de planta y elevaciones.
- Diagrama esquemáticos.
- Diagramas de conexionado
- Placas de características.
- Cuadro de rótulos.
- Lista de materiales y equipos detallada.
- Ubicación de entrada y salida
- Parámetros de diseño:
 - Corriente de cortocircuito.
 - Tensión nominal.
 - Tensión máxima nominal.
 - Corriente nominal.
 - Nivel de aislamiento.
 - Corriente de cortocircuito.
 - Frecuencia nominal.
- Tipos y calibre de terminales de cables.
- Conexión del sistema de barras.

- Detalles de conexión de partes acopladas.
- Esquemas de enclavamiento y secuencia de funcionamiento.
- Detalles de ubicación de equipos.
- Tablas de datos técnicos.

4.1.4.8.3. Información a ser suministrada por el proveedor

Certificados

El fabricante de las celdas y equipamiento especificados en el presente documento, deberá demostrar haber fabricado y suministrado equipos similares en un período mínimo de antigüedad de cinco años con referencia a la fecha de la presente especificación.

Los componentes, cables, equipos auxiliares y en general todo suministro empleado por el suministrador para la fabricación deberá tener certificación UL (Underwriters Laboratories).

El fabricante deberá acompañar certificados y protocolos, de pruebas efectuadas en fábrica, del total de los equipos ofertados e indicados en esta especificación y planas.

Documentación Técnica

Además la siguiente información será suministrada por el fabricante en un número de cinco copias para efectos de operación, mantenimiento y archivo.

- Planos de cómo fueron contruidos (As-Built).
- Diagramas de cableado.
- Protocolos de prueba.
- Información de instalación de los equipos y lista de repuestos.

4.1.4.9. TABLAS DE DATOS TECNICOS

Es parte de la presente especificación la Hoja de datos técnicos garantizados, que deberá ser llenada por el fabricante. Ver Anexo IV.

4.1.5. Celda con Seccionador sin carga 1200A, 4.16kV

4.1.5.1. ALCANCE

La presente especificación técnica tiene por objeto definir las condiciones de diseño, fabricación y pruebas para el suministro del seccionador de apertura sin carga en 4,16 kV.

4.1.5.2. NORMAS DE APLICACIÓN

Los seccionadores de apertura sin carga serán diseñados, fabricados y probados de acuerdo con las normas que se señalan a continuación, las mismas que complementarán las presentes especificaciones.

ANSI	American National Standards Institute
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
NEC	National Electrical Code
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
UL	Underwriters Laboratories

4.1.5.3. CONDICIONES DE SERVICIO

4.1.5.3.1. Condiciones ambientales

Elevación sobre el nivel del Mar	: 2 577 m
Temperatura ambiente	: 32°C
Humedad Relativa	: 75% 90%
Velocidad del viento	: 20 km/h
Precipitación promedio anual	: 110 0 mm
Zona sísmica UBC	: 3
Contaminación ambiental	: Media y Alta

La atmósfera donde se instalarán los equipos es polvorienta.

4.1.5.3.2. Condiciones de Diseño

Los parámetros básicos de diseño son los siguientes:

Voltaje Nominal	: 4.16 kV, trifásico, 60HZ
Voltaje Nominal del Equipo	: 4.16 kV
Voltaje Máximo del Equipo	: 7.2 kV
Nivel Básico de aislamiento a la Tensión de Impulso (BIL)	: 95kV
Corriente nominal	: 1000 A
Corriente instantánea de 1 Segundo	: 25 kA rms
Corriente instantánea de 3 Segundos	: 16 kA rms

4.1.5.4. CONSTRUCCIÓN

Los seccionadores de apertura sin carga serán tripolares, para ser instalados al interior, de montaje vertical, para operación de apertura y cierre en grupo (tripolar). La base será de material aislante y los aisladores de resina epóxica

El suministro incluye el mecanismo de operación.

Los contactos deberán ser capaces de soportar continuamente la corriente nominal a la frecuencia de operación, sin necesidad de mantenimiento excesivo. Deberán ser autoalineables, plateados y contruidos de un material ferroso de alta conductividad, robusto, balanceado y estable contra choques debidos a corrientes de cortocircuito y a las operaciones bruscas de apertura y cierre. En la posición de "cerrado" tendrán una buena presión.

Las partes giratorias deberán ser de acero estructural, tendrá doble galvanizado en caliente y todos los agujeros necesarios para su montaje. El galvanizado será de conformidad a las normas ASTM A153-67.

4.1.5.5. ACCESORIOS

Los siguientes accesorios deberán ser suministrados.

- Placa de identificación.
- Terminales de fase, para cable de 185 mm²
- Terminales de tierra para conductor de cobre cableado

- Los seccionadores de apertura sin carga; los mismos que serán instalados dentro de un tablero, pero con los accesorios y con todas las tuercas y pernos necesarios para su fijación.
- Herramientas necesarias.
- Otros accesorios.
- Catálogo de operación, mantenimiento, características técnicas y constructivas.

4.1.5.6. PRUEBAS

En fábrica se realizarán las pruebas del equipo proporcionado bajo esta sección. Todas las pruebas estarán de acuerdo con la última versión de ANSI, IEEE y normas de NEMA.

El fabricante proporcionará seis copias certificadas de informes de pruebas de fábrica.

4.1.5.7. GARANTÍA

El suministrador garantizará el total del equipamiento por un período de por lo menos doce meses a partir de la puesta en marcha.

La reparación de averías ocasionadas en régimen de operación normal y la reposición de elementos y equipos deteriorados durante ese período serán a su cargo, incluyendo gastos de transporte de personal y recursos materiales *que se empleen para que él mismo intervenga en la reparación de los daños.*

4.1.5.8. INFORMACIÓN

4.1.5.8.1. Catálogos

El fabricante deberá suministrar conjuntamente información técnica (05- catálogos) de las seccionadores de apertura sin carga y del equipamiento auxiliar.

4.1.5.8.2. Hojas técnicas

La siguiente información será suministrada para el fabricante, para ser sometida a aprobación:

- Planos de planta y elevaciones.
- Diagrama esquemáticos.
- Placas de características.
- Lista de materiales y equipos detallada.
- Tipos y calibre de terminales de cables.
- Tablas de datos técnicos.

4.1.5.8.3. Información a ser suministrada por el proveedor

Certificados

El fabricante de los seccionadores de apertura sin carga y equipamiento especificados en el presente documento, deberá demostrar haber fabricado y suministrado equipos similares en un período mínimo de antigüedad de cinco años con referencia a la fecha de la presente especificación.

Los componentes, cables, equipos auxiliares y en general todo suministro empleado por el suministrador para la fabricación deberá tener certificación UL (Underwriters Laboratories).

El fabricante deberá acompañar certificados y protocolos, de pruebas efectuadas en fábrica, del total de los equipos ofertados e indicados en esta especificación y planas.

Documentación Técnica

Además la siguiente información será suministrada por el fabricante en un número de cinco copias para efectos de operación, mantenimiento y archivo.

- Planos de cómo fueron construidos (As-Built).
- Protocolos de prueba.
- Información de instalación de los equipos y lista de repuestos.

4.1.5.9. TABLAS DE DATOS TECNICOS

Es parte de la presente especificación la Hoja de datos técnicos garantizados, que deberá ser llenada por el fabricante. Ver Anexo V.

4.1.6. Banco de Condensadores en 4.16kV

4.1.6.1. ALCANCE

Esta especificación del equipo prescribe los requisitos generales para la fabricación de Banco de Condensadores Fijos y Automáticos de Media Tensión que serán suministrados para su uso en los proyectos de "Yura S.A.". Los requerimientos específicos de cada banco serán mostrados en los planos y hojas de datos técnicos individuales, adjuntos a esta especificación. El banco debe ser suministrado de acuerdo con las condiciones técnicas y de operación según los requerimientos especiales de las Hojas de Datos Técnicos y la presente Especificación. El banco será suministrado completo con todos sus componentes.

Esta Especificación Técnica, Hojas de Datos, Normas, Planos y demás documentos adjuntos y/o relacionados, no son de carácter limitativo, el proveedor a su criterio podrá ampliarlos, en caso lo juzgue necesario, siempre que sea para el mejor y correcto desempeño de los Bancos, siendo estas modificaciones de su entera responsabilidad.

El proveedor suministrará el alcance de los trabajos acerca del ensamble completo e indicará la parte que será suministrada separadamente. También los fabricantes deberán considerar la supervisión en obra si esta fuera necesaria.

4.1.6.2. NORMAS Y CÓDIGOS

Los equipos, materiales, componentes y funciones serán diseñados, construidos, probados y deberá funcionar en estricta concordancia con las últimas normas aplicables, requerimientos, recomendaciones y códigos de las siguientes organizaciones:

ANSI	American National Standards Institute
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
NEC	National Electrical Code
NEMA	National Electrical Manufacturers Association
OSHA	Occupational Safety and Health

	Administration
UL	Underwriters Laboratories

Toda modificación a lo especificado en estas normas deberá manifestarse claramente indicando la diferencia entre lo establecido y lo que se propone. Esta modificación en ningún caso será de un nivel técnico inferior a las especificaciones de las Normas indicadas.

Cuando sea requerido podrá emplearse las normas, recomendaciones y guías equivalentes de los siguientes códigos y estándares alternativos:

CSA	Canadian Standards Association
DIN	Deutsche Industrie Norm
IEC	International Electrotechnical Commission
VDE	Verein Deutsche Elektrotechniker

4.1.6.3. CONDICIONES DE SERVICIO

4.1.6.3.1. Condiciones ambientales

Elevación sobre el nivel del Mar	: 2 577 m
Temperatura ambiente	: 32°C
Humedad Relativa	: 75% 90%
Velocidad del viento	: 20 km/h
Precipitación promedio anual	: 1100 mm
Zona sísmica UBC	: 3
Contaminación ambiental	: Media y Alta

La atmósfera donde se instalarán los equipos es polvorienta.

4.1.6.3.2. Condiciones de Diseño

Los parámetros básicos de diseño son los siguientes:

Voltaje Nominal	: 4.16 kV
Frecuencia Nominal	: 60 Hz

Número de Fases	: 3
Voltaje Máximo del Equipo	: 7.2 kV
Nivel Básico a la frecuencia Industrial	: 36kV
Nivel Básico de aislamiento a la Tensión de Impulso (BIL)	: 95kV

4.1.6.4. CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE DISEÑO

4.1.6.4.1. Condiciones eléctricas del servicio

- a) El equipo a ser suministrado con estas especificaciones será en todos sus aspectos de la más alta calidad, de los últimos avances en tecnología, y de diseño moderno de ingeniería.
- b) El Banco de Condensadores deben estar contruidos con combinaciones serie - paralelo de unidades capacitivas o únicamente de combinaciones de unidades en paralelo, dependiendo de la tensión nominal y de la capacidad del banco.
- c) El Banco de Condensadores debe tener la capacidad de corresponder con los requerimientos de demanda de potencia reactiva del sistema eléctrico, de tal forma que siempre se mantenga un factor de potencia por arriba del 90 por ciento.
- d) Se debe suministrar como parte del banco de capacitores un sistema integral de medición y control del tipo multifunción, con señalización y alarmas, que garantice la salida del banco, en eventos de falla por cortocircuito, sobrevoltaje, desbalance del neutro o pérdida de fase.
- e) El arreglo del banco se debe ensamblar en un solo gabinete formado por secciones o celdas, donde en cada una de ellas se aloje los arreglos de capacitores y el equipo de protección y control. En una sección del tablero debe instalarse el seccionador fusible, el fusible de potencia y el equipo de protección, control y medición; en otra(s) sección(es) del tablero los demás componentes que requiera el banco de capacitores tales como arreglos de capacitores, dispositivos de descarga, reactores, desconectores, cuchillas, entre otros.

- f) La conexión entre unidades de capacitores en la misma fila, debe garantizar el reemplazo de alguna de las unidades.**
- g) El aislante utilizado (dieléctrico) puede ser líquido biodegradable, no contaminante, no tóxico, no polarizado, libre de bifenilos policlorados, con alta resistencia dieléctrica, o tipo seco.**
- h) El sistema eléctrico debe operar con un factor de distorsión armónica de voltaje no mayor al 5% considerando que el efecto de la armónica mayor por si sola no sea más de 3% de la onda de voltaje fundamental (de acuerdo a IEEE STD 519 o equivalente).**
- i) El Banco de Condensadores estará constituido por gabinetes verticales modulares autosoportados, de frente muerto y deberá estar equipado con todos los componentes y accesorios principales detallados en esta Especificación Técnica, en las Hojas de Datos Técnicos y demás documentos adjuntos. Cada banco de condensadores estará básicamente conformado por: Regulador de factor de potencia. Módulo de Compensación Reactiva (contactores, condensadores y fusibles).**
- j) Deberá contemplarse un temporizador para permitir su ingreso luego que el equipo haya arrancado completamente, asociado con el contactor, El Banco de Condensadores quedará permanentemente conectado al sistema, debiéndose conectarse con seccionadores fusibles que permitan desconectar los condensadores durante la operación de mantenimiento, sin que sea necesario paralizar todo el sistema eléctrico.**
- k) Los equipos estarán montados sobre bases modulares que pueden ser retiradas por la parte frontal del tablero. En la parte frontal de las bases modulares deben ir montados los contactores especiales para condensadores, fusibles y aisladores. En la parte posterior de las placas bases deben ir montados los condensadores. La conexión eléctrica entre módulos se hace mediante barras de cobre por la parte frontal. Para**

evitar contactos accidentales, las barras son cubiertas con planchas de acrílico transparentes.

- l) Debe garantizarse que no exista desplazamiento de las unidades internas por efecto de sismos.

4.1.6.4.2. Características eléctricas del banco de condensadores de MT

Voltaje Nominal del Sistema	: 4.16 kV	
Voltaje Máximo de Operación del Sistema	: 7.2 kV	
Nivel Básico a la frecuencia Industrial	: 36 kV	
Nivel Básico de aislamiento a la Tensión de Impulso (BIL)	: 95 kV	
Frecuencia Nominal	: 60 Hz	
Número de Fases	: 3	
Potencia Reactiva Nominal	: 1250 kVAR	850 kVAR
Potencia Reactiva Máxima de Operación	: 1688 kVAR	1148 kVAR
Tipo de Instalación	: Interior	(Gabinete)
Sobre tensión continua	: 110% Vn	8h/día
Sobre carga continua	: 30%	
Tipo de conexión	: Delta	
Clase de aislamiento	: 5 kV	

4.1.6.5. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

4.1.6.5.1. Gabinete

- a) El gabinete deberá proveer un grado mínimo de hermeticidad o protección equivalente a NEMA 12, para uso en interiores. Si el Banco será instalado a la intemperie, el grado de protección y hermeticidad mínimo deberá ser NEMA 3R o superior. El gabinete será construido en secciones o celdas verticales autosoportadas al piso, para alojar los capacitores, así como los componentes que lo integran, formando una estructura rígida uniforme a base de lámina de acero rolada en frío de un solo frente, totalmente ensamblado en fábrica, para sistemas de distribución en 4.16 kV.

- b) Para sujetar los cables a la estructura se dispondrán soportes apropiados, con uniones mecánicas atornilladas con tornillos libres de mantenimiento.
- c) El gabinete deberá contar con espacio suficiente para permitir una fácil instalación de los terminales de fuerza. También deberá contar con los elementos de izaje apropiados para su montaje.
- d) El gabinete deberá tener suficiente rigidez y consistencia para soportar los esfuerzos impuestos por el transporte, manipuleo y operación sin deformaciones notables ni otros daños.
- e) Los gabinetes no tendrán protuberancias ni bordes angulosos tales como: los extremos de tornillos de fijación hacia el exterior, de canaletas al interior del gabinete o hacia cualquier espacio de acceso para instalación, operación o mantenimiento.
- f) El gabinete, incluidas puertas y paneles deben soportar la presión interna creada por las corrientes de cortocircuito máximas especificadas, dentro del gabinete sin generar daño al personal de operaciones.
- g) El ingreso y las salidas de los cables podrán ser indistintamente por arriba o por debajo de cada columna.
- h) Deben cumplir con las siguientes características:
 - Tener una referencia a tierra a través de una barra con capacidad mínima de 300 A, que se debe conectar al sistema de puesta a tierra de la instalación. La barra de tierras debe ser continua a todo lo largo y soportar la corriente de cortocircuito del sistema. La barra de puesta a tierra será de cobre electrolítico tipo rectangular de 5 mmx50 mm, sólidamente empernada al gabinete.

- El material de la estructura debe ser de lámina de acero de 2.78 mm de espesor, rolada en frío.
 - El material de las tapas, cubiertas, divisiones o puertas debe ser de lámina de acero de un espesor de 1.98 mm.
 - Tener placas en la parte inferior, para asegurarlo por medio de pernos de anclaje. Cada sección o celda del gabinete debe tener una puerta frontal con bisagras y con bloqueos mecánicos (porta candados), que eviten la apertura de la misma por personal no autorizado y cuando el equipo esté en operación.
 - Tener circulación natural de aire, en caso de requerir ventilación forzada se debe suministrar como sistema completo automático (ventiladores, sensores, motores, arrancadores, transformadores, circuitos de protección y control, entre otros). La operación normal a capacidad nominal y temperatura normal del banco de condensadores en media tensión será sin la operación de la ventilación forzada, solo en caso de exceder los valores nominales de operación debe entrar en operación el sistema de ventilación forzada para protección del banco de condensadores.
 - Tener dos conectores mecánicos para conexión a tierra, para recibir cable calibre 35 mm² (2 AWG) a 70 mm² (2/0 AWG). Cuando se especifique en las Hojas de Datos Técnicos del equipo, se suministrarán calentadores en cada sección vertical para prevenir la condensación. Los calentadores serán apropiados para 220 voltios AC y operarán a 120 voltios AC. El control de los calentadores será por un termostato. El circuito de los calentadores se protegerá por un interruptor unipolar ubicado en el conjunto. El circuito será cableado a una regleta de borneras accesible a una fuente de energía exterior.
 - Toda la tornillería, roldanas planas y de presión o roldanas cónicas que se utilicen deben ser de Zinc tropicalizado (Zn + Cr), con prueba de cámara salina de 96 horas.
- i) En general, la preparación de la superficie y pintado estarán de acuerdo con lo indicado en las especificaciones al proveedor. La capa del

acabado exterior será ANSI 61 gris claro y el interior será un color ligero a menos que se especifique otra cosa por parte del comprador. El fabricante incluirá en su cotización una descripción completa del sistema de pintado propuesto. Si se encontrara disponible un sistema de pintura *premium para mejorar la protección contra la corrosión*, se podrá presentar una cotización y descripción alternativa.

4.1.6.6. EQUIPAMIENTO

4.1.6.6.1. Seccionador Fusible Bajo Carga

El seccionador fusible tripolar deberá ser de operación externa, proporcionando la "interrupción visible" requerida por la norma NEC. Este seccionador se encontrará localizado en un compartimento separado, tal cual permita tanto a los fusibles principales y al resto de los otros compartimentos (condensadores y reactores) ser intervenidos sin necesidad de desenergizar el conductor eléctrico principal que alimenta el banco de condensadores.

El seccionador fusible tripolar debe ser capaz de resistir los esfuerzos electrodinámicos y térmicos, los cuales son causados por las sobretensiones transitorias de alta amplitud y alta frecuencia que pueden ocurrir en la maniobra de conexión. La tensión nominal y el nivel básico de impulso de los seccionadores deben estar de acuerdo con las características del sistema de alimentación del banco de condensadores.

4.1.6.6.2. Seccionador de Puesta a Tierra

Se deberá de proporcionar un seccionador de puesta a tierra enclavado para colocar a tierra los terminales de carga del seccionador principal o los condensadores para *manutención segura del equipo*. El mecanismo de los *mandos de operación tanto del seccionador principal como del seccionador de puesta a tierra debe ser en forma manual*.

4.1.6.6.3. Fusibles de Entrada Principal

El Banco de Condensadores debe ser protegido con fusibles principales de entrada, que proporcionarán protección al conductor eléctrico principal y protección de respaldo para todo el filtro de armónicos.

Parámetros básicos mínimos de diseño:

Voltaje Nominal del Sistema	: 4.16 kV
Voltaje Máximo	: 5.5 kV
Nivel Básico a la frecuencia Industrial	: 36 kV
Nivel Básico de aislamiento a la Tensión de Impulso (BIL)	: 95 kV
Frecuencia Nominal	: 60 Hz
Corriente Nominal	: 200 A
Potencia de Corto circuito	: 500 MVA
Corriente de Corto circuito del equipo (simétrico)	: 50 kA
Capacidad térmica (3 Segundos)	: 63 kA
Capacidad de disparo y cierre	: 63 kA

4.1.6.6.4. Pararrayos

Los dispositivos para limitar las sobretensiones de maniobra a ser empleados será los pararrayos (Surge Arresters); del tipo Metal-Oxide-Varistor de distribución según clasificación ANSI. El diseño, fabricación y prueba de estos elementos obedecerán a ANSI C62.1, ANSI C62.11; cuyos valores y ubicación serán según se indica en la tabla de datos técnicos

Voltaje Nominal del Sistema	: 4.16 kV
Frecuencia Nominal	: 60 Hz
Nivel Básico de aislamiento a la Tensión de Impulso (BIL)	: 95 kV
Voltaje Nominal del Pararrayo	: 6 kV
Corriente de descarga (8/20)	: 10 kA

4.1.6.6.5. Reactores

Para cada banco de capacitores deben suministrarse un juego de 3 reactores de corriente de magnetización, uno por fase, que se deben conectar en serie para limitar la corriente de energización que se presenta cuando entra en operación el banco de capacitores.

Los reactores deben cumplir como mínimo con las características siguientes:

- Tipo seco.
- Núcleo de aire.
- La corriente nominal debe ser igual o mayor a 1.43 veces la corriente nominal del banco de capacitores.
- El valor de la inductancia de los reactores limitaran la corriente de energización a un valor menor a 100 veces la corriente nominal del banco de capacitores.
- Conductor de cobre o aluminio en bobinas o espiras.
- Bobinas encapsuladas con fibra de vidrio, formando cilindros rígidos.
- Clase de aislamiento 5 kV.
- Montaje horizontal o vertical.
- Los aisladores y soportes deben mantener las distancias dieléctricas y magnéticas requeridas para minimizar las perdidas inducidas.
- El fabricante debe presentar la memoria de cálculo del reactor limitador.

4.1.6.6.6. Contactores de Vacío

- a) Los contactores utilizados deben estar diseñados especialmente para control de condensadores trifásicos de uno o varios escalones.
- b) Estos contactores estarán equipados con un bloque de contactos de paso de precierre y con una resistencia de amortiguación, que limitan el valor de la corriente en la activación a $80 I_n$ como máximo.
- c) La capacidad de corriente de los contactores, en ningún caso será menor que 1.5 veces la corriente máxima del condensador.

- d) La tensión nominal y el nivel básico de impulso de los contactores deben estar de acuerdo con las características del sistema de alimentación del banco de condensadores.

4.1.6.6.7. Fusibles de los Condensadores

Cada condensador debe estar provisto individualmente con fusibles limitadores de corriente de 50 kA. Los fusibles deben estar equipados con indicadores de fusible quemado.

Los fusibles individuales por unidad capacitiva deben cumplir como mínimo con las características siguientes:

- Tipo limitador de corriente.
- Clase 4.16 kV.
- Capacidad interruptiva mínima de 250 MVA ó 350 MVA para 4.16 kV.
- Servicio interior.
- Montaje vertical.

4.1.6.6.8. Condensadores

- a) Los condensadores serán trifásicos, modulares e intercambiables entre sí, independientemente de su potencia.
- b) Los condensadores deben ser de doble aislador y bajas pérdidas que alcanzan o excedan los estándares de la IEEE 18 y CSA. Los condensadores estarán conectados en Δ como configuración estándar.
- c) Cada condensador debe contar con una resistencia de descarga interna, tal que la tensión en los bornes no supere los 50 V luego de un minuto después de la desconexión. Deben contar también con un sistema de protección interno eficaz, constituido por un dispositivo cortocircuitador activado por sobrepresión, en conjunto con un fusible HPC de alto poder de corte, en serie con cada bobina del condensador.

- d) El material del contenedor debe fabricarse de acuerdo a las condiciones climatológicas donde se vaya a instalar con lámina de acero inoxidable, con acabado externo de pintura anticorrosiva, preparado para que resista las condiciones de servicio y tener preparaciones para conexión a tierra.
- e) El dieléctrico sólido, utilizado entre las placas debe ser a base de una película de polipropileno entre otros.
- f) El dieléctrico líquido debe ser biodegradable, no inflamable, no tóxico y no contaminante y debe estar libre de bifenilos policlorados.
- g) Las unidades de capacitores deben estar provistas de sus accesorios de conexión, a terminales, soportes de sujeción, entre otros.
- h) Las unidades de capacitores deben ser con fusibles internos ó externos.
- i) Los condensadores deben tener las siguientes características constructivas:
 - Su diseño debe ser modular.
 - La instalación podrá ser horizontal o vertical.
 - Deben ser del tipo seco.
 - La refrigeración deberá ser por medio de circulación externa de aire. Cada elemento monofásico deberá estar en contacto directo con el aire exterior (efectiva evacuación de calor por convección garantizada por una gran superficie de contacto con el aire).

4.1.6.6.9. Barras de Puesta a Tierra

Para el sistema de puesta a tierra se dispondrá de una barra de cobre electrolítico, será de una sección mínima de 40 mm x 5 mm ($\frac{1}{4}$ " x 2"); se alojará a lo largo de la celda y unirá todas las partes metálicas pasivas. Debiéndose garantizar la continuidad eléctrica de las partes móviles mediante elementos o dispositivos apropiados, las dimensiones y capacidad

de esta barra deberá ser verificada teniendo en cuenta las solicitaciones electrodinámicas de cortocircuito, se deberá prever las facilidades necesarias para conectar la barra en ambos extremos a la malla de tierra.

La barra de tierra será capaz de soportar el paso de la corriente máxima de defecto previsto, sin que se produzcan deformaciones permanentes.

En cada extremo de dicha barra se dispondrán unos terminales para conexión del cable de tierra que se especifique. También se dispondrán de agujeros taladrados para conexión de conductores exteriores.

Todas las partes metálicas sin tensión y equipos se pondrán a tierra a través de dichas barra.

La puerta se conectará a tierra a través de un cable flexible. La sección mínima será 8 AWG, color verde.

Las conexiones de las barras dispondrán de puntos accesibles físicamente adecuados para facilitar la puesta a tierra de elementos portátiles.

4.1.6.6.10. Equipos de Medición y Protección

Deben cumplir como mínimo con las características siguientes:

- Relevador digital de tipo microprocesador.
- Operación con tiempos cortos de actuación y consumos reducidos de carga para los transformadores de tensión y corriente.
- Multifuncional, incluyendo funciones de medición de protección y control.
- Protección por sobrecorriente (50/51) de fase y neutro.
- Protección por sobretensión (59).
- Protección por baja tensión (27).
- *Medición de valores de tensión, corriente, potencia real, potencia reactiva, demanda, entre otros.*
- Pantalla alfanumérica de cristal líquido (LCD), para indicación de estado, medición, entre otros.

4.1.6.6.11. Transformadores de Medida

- a) Los transformadores de medida serán del tipo encapsulados en resina sintética, con capacidad mecánica y térmica igual a la de la columna donde se instalarán.
- b) A menos que no se detalle en las Hojas de Datos Técnicos, la potencia de cada transformador deberá ser determinados por el proveedor. Todos los transformadores de medida, deberán incluir por lo menos 20% de capacidad de reserva, con respecto a la carga total que podrán atender.
- c) Los bornes secundarios de los transformadores de corriente deberán tener puentes de corto circuito para usar durante el mantenimiento y el transporte.
- d) Los transformadores de tensión deberán tener fusibles limitadores de corriente incorporados en los lados primarios y secundarios.
- e) Cada transformador deberá tener su propia conexión a la barra de tierra. Los transformadores toroidales, deberán tener un diámetro interno no menor a 180 mm (7").

4.1.6.6.12. Cables, Borneras y Terminales

- a) El cableado de control interior será con conductores de cobre cableado flexible, de calibre mínimo No. 14 AWG, con aislamiento tipo SIS, unipolar, resistente a la humedad con aislamiento retardante a las llamas. Todo el alambrado se amarrará y soportará con cintas de manera profesional. Todo el alambrado debe tener terminales para prensar y ser prensado con herramientas aprobadas.
- b) Todos los circuitos de control interno, alimentación auxiliar, y circuitos de protección y de alarma serán completamente cableados por el proveedor.

- c) Todo el cableado para conexiones externas saldrán hacia terminales individuales sobre bloques de bornes rápidamente accesibles. Los bloques de bornes serán montados en un arreglo de plataforma simple. Las borneras suministradas para conexiones externas de control, instrumentación, o pequeños circuitos de fuerza serán del tipo de presión. Terminales del tipo tornillo no son aceptables. No más de dos conductores de control, o pequeños alambres de fuerza deberán ser conectadas a una sola terminal.
- d) Se debe proporcionar por lo menos 20 por ciento de terminales de reserva.
- e) Todo el cableado estará completamente identificado con sus respectivas etiquetas, que mostrarán el correspondiente código. La numeración de los conductores estará de acuerdo a los planos de interconexión del fabricante.
- f) Todas las conexiones externas de los transformadores de corriente serán llevadas y cableados hacia el bloque de borneras. Estos bloques serán del tipo cortocircuito. Todas las conexiones salientes se alambrarán a las regletas de borneras.
- g) Cada bornera será capaz de aceptar dos conductores # 12 AWG de campo.
- h) El cableado para los transformadores de corriente (CT) serán de calibre # 10 AWG mínimo y codificado de colores para identificar las fases.
- i) Los circuitos de transformadores de potencial serán codificados de colores para identificar las fases.

4.1.6.6.13. Placa de Valores Nominales, Identificación y Otros

- a) Se proporcionarán placas de identificación permanentes para cada regulador, condensador, fusible, selector, luces de indicación, regletas

terminales, y otros dispositivos dentro de los compartimentos. Los dispositivos montados en la parte frontal de la puerta tendrán 2 placas de nombre, uno fuera y la otra dentro del cubículo.

- b) Cada compartimento del Banco tendrá una placa de identificación instalada en la puerta, que identifique el número de la unidad (cubículo) y el número del equipo /dispositivo.
- c) Una placa de identificación indicando el número de tag del equipo según se muestra en la hoja de datos técnicos.
- d) Las placas de identificación serán fijadas por tornillos; no se aceptará fijación con pegamento
- e) Las señales de advertencia se suministrarán e instalarán de acuerdo con lo siguiente:
 - En compartimentos que contienen equipo o circuitos encima de 480V, la señal se leerá tanto en inglés y español " PELIGRO ALTO VOLTAJE."
 - Las señales serán de 180 mm x 400 mm (7" x 17") con letras de 25 mm (1") de alto, exceptuando la palabra "PELIGRO" que tendrá letras de 40 mm (1 ½ ") de alto. Todas las dimensiones arriba especificadas son mínimas.

4.1.6.7. INSPECCIONES Y PRUEBAS EN FÁBRICA

4.1.6.7.1. Generalidades

- a) El comprador tendrá el derecho de presenciar todas las pruebas y será notificado con por lo menos 10 días hábiles de anticipación de cualquier prueba, para permitir que su representante esté presente.
- b) Salvo que se acuerde otra cosa durante la ejecución del contrato, los métodos de prueba, medidas y cálculos relativos a las inspecciones y los ensayos estarán de acuerdo con los requerimientos de la Norma ANSI.

- c) Todas las inspecciones, ensayos, etc. así requeridos deberá ser presenciados por el propietario o su representante autorizado.
- d) Todas las inspecciones, ensayos, pruebas, etc. contarán con los certificados de inspección y pruebas correspondientes. El fabricante entregará informe de los resultados de las pruebas de rutina y pruebas tipo efectuadas al banco de condensadores. Estos informes serán elaborados en el idioma castellano y enviados al propietario.
- e) Todos los gastos originados por la ejecución de las pruebas propiamente dichas se considerarán incluidos en los precios del contrato de fabricación.
- f) Los materiales inadecuadamente detallados, fabricados, o ensamblados, que serán instalados en campo y que requieran de trabajo extra, serán de responsabilidad del proveedor, el que asuma el costo completo de la corrección de los errores de venta, y reemplazar las partes incorrectamente fabricadas.

4.1.6.7.2. Pruebas

El vendedor realizará todas las pruebas de producción normal y de conformidad e incluirá pruebas funcionales para asegurar la función apropiada, actuación y funcionamiento del equipo proporcionado. Los equipos se probarán de acuerdo con la norma ANSI.

- Secuencia de fases del circuito de fuerza.
- Tensión entre terminales y contenedor.
- Descarga de cortocircuito.
- Medición de capacitancia.
- Cableado del circuito de control.
- Funcionamiento de los dispositivos eléctricos.
- Pruebas dieléctricas de los circuitos de fuerza y control.
- Hermeticidad.

- Estabilidad térmica.
- De medición de la tangente del ángulo de pérdidas en el capacitor a la temperatura elevada.
- Pruebas de operación mecánica

Antes de liberar el equipo para su transporte se proporcionarán un reporte de pruebas certificadas.

4.1.6.8. GARANTÍA

El suministrador garantizará el total del equipamiento por un período de por lo menos doce meses a partir de la puesta en marcha.

La reparación de averías ocasionadas en régimen de operación normal y la reposición de elementos y equipos deteriorados durante ese período serán a su cargo, incluyendo gastos de transporte de personal y recursos materiales *que se empleen para que él mismo intervenga en la reparación de los daños.*

4.1.6.9. TABLAS DE DATOS TECNICOS

Es parte de la presente especificación la Hoja de datos técnicos garantizados, que deberá ser llenada por el fabricante. Ver Anexo VI.

4.2. SELECCIÓN DE EQUIPOS ELÉCTRICOS

En el presente ítem se manifiestan los equipos seleccionados, así como su descripción técnica.

4.2.1. Transformador de 15/20MVA, 30/4.16kV

GE Prolec ofrece una línea completa de transformadores sumergidos en líquido aislante que cumplen con las normas internacionales actuales.

Con voltajes de hasta 34.5kV en alta tensión y un rango de capacidades desde 225kVA hasta 15MVA (ONAN), los transformadores de GE Prolec son utilizados en una amplia gama de aplicaciones industriales, comerciales y de suministro de energía eléctrica.

Todos los transformadores de GE Prolec se fabrican con la más alta calidad de materiales combinados con tecnología de punta en sistemas de manufactura y diseño, logrando así entregar productos que operen con la más alta confiabilidad en el mercado.

Los transformadores tipo sub estación cumplen con todas sus necesidades en aplicaciones industriales y de suministro eléctrico.

Accesorios Estándar:

- Aceite mineral dieléctrico.
- Operación a 60Hz.
- Cambiador de derivaciones para operación externa, sin carga, con 2 derivaciones completas arriba y abajo del voltaje nominal de 2.5%.
- Sobre-elevación de temperatura de 65°C promedio.
- Boquillas montadas en pared.
- Provisión para acoplamiento con otros equipos en AT y BT.
- Indicador de presión-vacío.
- Provisión para válvula filtro prensa.
- Indicador de nivel de líquido aislante.
- Indicador de temperatura de líquido.
- Válvula de alivio de presión.
- Válvula de drenaje y muestreo.
- Ganchos para izaje.
- Placa de características resistente a la corrosión.
- Pintura ANSI 51, 5mils espesor.
- Provisión para Hydran en unidades mayores a 10 MVA.

Accesorios Opcionales:

- Líquidos de alta flamabilidad como sillicona y fluidos de origen vegetal.
- Sobre-elevación de temperatura de 55°C, 55/65°C y otros.

- Moto-ventiladores para unidades con enfriamiento forzado.
- Radiadores removibles en acero inoxidable, acero al carbón y galvanizados.
- Relevador de presión súbita con o sin accesorio de cierre.
- Indicador de temperatura de devanados.
- Indicadores con alarma.
- Gabinetes completos para AT y BT.
- Apartarrayos AT dentro del gabinete.
- *Transformadores de corriente.*
- Resistencias de neutro a tierra.
- Impedancias y pérdidas especiales.
- Niveles de ruido especiales/bajos.
- Diseño para operación a 50Hz.
- Diseño para operación en zonas sísmicas (UBC).
- Dimensiones especiales.
- Diseño con cargas con contenido de armónicos.
- Ambientes especiales (Ejemplo: Clase I, División 2).
- Pintura con espesores y colores especiales.

Pruebas:

Cada transformador recibe toda la serie de pruebas de rutina de acuerdo con ANSI/IEEE C57.12.90 (última revisión), con reportes disponibles para cada número de serie de transformador.

Las pruebas estándar incluyen:

- Resistencia de devanados.
- Relación de transformación en voltaje nominal y en cada derivación.
- Polaridad y relación de fase en el voltaje nominal.
- Pérdidas sin carga a voltaje nominal.
- Corriente de excitación.
- Impedancia y pérdidas con carga.

- Prueba de voltaje aplicado e inducido.
- Prueba de impulso a onda completa.

Notas:

- **ANSI** es una marca registrada de American National Standards Institute.
- **IEEE** es una marca registrada de Institute of Electrical Electronics Engineers.

El transformador tiene las siguientes características:

Datos Generales:

Potencia:	15000/20000 KVA
Líquido:	Mineral Oil Tipo II
Temperatura Rise:	65 C°
Clase de enfriamiento:	ONAN/ONAF
Impedancia:	8%
Frecuencia:	60 Hz
Altitude	2577MSNM
Temperatura ambiente:	30/40 C°

	Lado Primario	Lado Secundario
Rating:	30000 V	4160 V
BIL:	200/250 kV	75/95 kV
Material:	CU	CU
Coordinación:	Throat	Throat
Conexión:	Delta	Wye
Material del Bushing:	Porcelana	Porcelana
Locación del Bushing:	Side wall	Side wall
Taps:	2;2.5-2;2.5	

ANSI STANDARD ACCESSORIES:

Liquid level gage Connection	One Inch Upper fill and Filter Press
Liquid temperature Gage	Stainless Steel Ground Pads On Each End
Pressure Vacuum Gage	Handhole
De-energized HV Tap Changer	Combination Drain And Filtering Valve
Witch Sampling	
Pressure Test Valve	Anodized Aluminun Name Plate
Tank Lifting Provisions	Special Paint , 7 MIL Thick
STD Arrangement	OUTDOOR location

SPECIAL ACCESSORIES REQUIRED BY CUSTOMER:

Liquid Level Gauge With Contacts
 Liquid Temperature Gauge With Contacts
 Pressure Relief Device With Contacts
 Winding Thermometer With Contacts
 Sudden Pressure Relay With Seal In
 Pressure Test Valve
 One Inch Upper Fill and Filter Press Valve
 Nema 3R Connection Box
 Removable Radiators
 Transformer Undercoating
 Seismic Zone 4 UBC Design
 UL Listed
 Wheels

4.2.2. Resistencia de Puesta a Tierra del Neutro del Transformador

Marca : Megaresistor
 Voltaje del sistema: 4160 V
 Voltaje L/N: 2400 V
 Corriente: 400 A por 10 segundos

Resistencia: 6 Ohms +/- 10%

Elementos: Edgewound (Cinta bobinada)

Mat. Elem: Acero inox. grado eléctrico

Clase: 5kV

Altitud: 3000 msnm

Gabinete: NEMA 3R

Acabado: Pintura gris ANSI 61

Aislador para neutro en parte superior

Placa de datos de aluminio

Dimensiones estimadas: 45"x37"x37" de altura (114x94x94 cm)

Peso estimado: 250 Lbs

4.2.3. Celda de Media Tensión

Introducción

Las Celdas Metal-Clad POWER/VAC desarrolladas por General Electric, combinan las ventajas de seguridad y flexibilidad de su construcción con los beneficios de confiabilidad de los interruptores de vacío, por su bajo mantenimiento y tamaño y peso reducido.

Estas celdas incorporan el concepto de las celdas tipo compartimentada con barreras metálicas aterradas, que segregan las funciones primarias, tal que ninguna parte viva sea expuesta. Enclavamientos de seguridad son estándar, así también el indicador de posición del interruptor y los obturadores de seguridad de actuación positiva.

Todas las unidades funcionales como línea de llegada, alimentadores radiales, derivaciones, enlace de barras y unidades auxiliares están disponibles para formar un arreglo versátil de celdas, ya sea One-High o Two-High Stacking.



Especificación

La celda metalclad es fabricada para uso interior o exterior, para sistemas eléctricos trifásicos de 2400 V, 4160 V, 6900 V o 13,800 V a 60 Hz. La celda será de valores nominales de 5000 V, 8250 V o 15000 V y tendrá interruptores de vacío de *ejecución extraíble*. La celda metalclad y el interruptor, ya sea individualmente o como una unidad tendrán un aislamiento a la tensión de impulso de 60 kV o 95 kV BIL.

La celda consiste de unidades de interruptor Power/Vac y/o unidades auxiliares ensambladas para formar una estructura rígida y autosoportada. En cada unidad la mayor parte del circuito primario, tales como el interruptor Power/Vac, barras colectoras y transformadores de tensión estarán completamente encerrados por barreras metálicas aterradas. Esta incluye una barrera interior en frente de, o parte *del interruptor*.

El equipamiento de la celda es diseñado, probado y ensamblado de acuerdo con las normas aplicables ANSI, IEEE y NEMA.

Compartimiento del interruptor

Cada compartimiento de interruptor es diseñado para alojar el interruptor en vacío Power/Vac de *ejecución extraíble* de 4160 V, 7200 V o 13,800 V. Los contactos de desconexión primaria de la parte estacionaria son construidos de cobre plateado. *Obturadores de seguridad, que aíslan todas las conexiones primarias en el compartimiento del interruptor cuando el interruptor es extraído de la posición conectada, son incluidos en la parte estacionaria.*

Compartimiento de barras colectoras

El sistema de barras colectoras está constituido por barras de cobre electrolítico con una pureza de 99.9%, de alta conductividad eléctrica y térmica, de gran resistencia a la corrosión, seleccionadas con una capacidad adecuada que no permite excederse de las temperaturas normales de operación.

Las barras están soportadas en aisladores fabricados con resina epóxica para uso interior, dimensionados para soportar los esfuerzos térmicos y dinámicos producidos

por las corrientes de cortocircuito. La unión entre barras colectoras de cada celda se realiza mediante empalmes de barra de la misma sección.

Las barras colectoras serán provistas con acceso frontal a través de paneles removibles.

Sistema de puesta a tierra

En cada celda existe una barra de cobre de 5x50mm sólidamente empemada a la estructura y ubicada en la parte posterior-inferior, la cual se une de celda en celda mediante empalmes de barra de la misma sección. Esta barra de puesta a tierra *deberá conectarse al sistema de tierra de la subestación, para llevar a cero cualquier potencial eléctrico que eventualmente se origine por alguna falla.*

Las puertas se unen eléctricamente a la barra de puesta a tierra mediante cable flexible, permitiendo de este modo, libertad de movimiento a la puerta y una efectiva conexión a tierra.

Pintura

Todas las partes metálicas serán sometidas a un tratamiento anticorrosivo de decapado y fosfatizado para asegurar una limpieza de la plancha y adherencia perfecta de la pintura de acabado, lo que representa una mayor protección contra la corrosión. Las partes externas llevarán un acabado con pintura color gris claro ANSI 61.

Características Técnicas

Estructura

Dimensiones aprox.	: 2413 mm x 914.4 mm x 2387.6 mm (altura x ancho x profundidad)
Grado de Protección	: NEMA 1, uso interior
Pintura	: ANSI 61

Sistema Eléctrico

Tensión del Sistema	: 4.16k V, 3 fases, 3 hilos, 60 Hz
Tensión de Aislamiento	: 95 kV BIL
Barras Colectoras	: 3000 Amps.
Capacidad de Interrupción	: 50 kA sym.

Equipamiento

Cada celda de llegada está compuesta por un compartimiento superior y un compartimiento inferior:

Compartimiento superior:

- 1- Transformador de control de 3kVA, 4160/120-240V, modelo **CPT3-60-3-4161-FF**, marca **ITI-General Electric**. Incluye 2 fusibles de protección.
- 2- Transformadores de tensión modelo **PTG4-2-75-422FF**, marca **General Electric**, 1500VA, 4200:120V. Incluye 2 fusibles de protección.

Compartimiento inferior:

- 1- Interruptor de potencia en vacío de ejecución extraíble **Power/Vac** modelo **VB1**, marca **General Electric**, 7.2k V, 3000 Amps. Continuo, tripolar, 500MVA, con mecanismo de energía almacenada operado eléctricamente y con los siguientes accesorios:

Motor operador a 125 VDC

- Bobina de cierre a 125 VDC

Bobina de apertura a 125 VDC

- Contactos auxiliares estacionarios 6NO + 6NC

El interruptor en vacío **Power/Vac** tipo **VB1** es fabricado bajo las normas ANSI

N° C37.06, C37.09 y C37.010.

- 1- Relé de protección de alimentadores **P141**, marca **Areva**, para protección de alimentadores con las siguientes características:

Protección y Control

- Sobrecorriente trifásica direccional (67), no direccional (50/51)
- Sobrecorriente de falla a tierra direccional (67N), no direccional (50N/51N)
- Sobrecarga térmica (49)
- *Sub corriente trifásica* (37)
- Sobrecorriente de secuencia negativa (46)
- Sub y sobretensión (27/59)
- Sobretensión residual (59N)
- Protección wtimétrica (32N)
- Sub y sobre frecuencia (81)

Funciones adicionales

- Detección de fallo de interruptor (50BF)
- Detección de conductor roto I2/I1 (46BC)
- *Sobrecorriente controlada por tensión* (51V)
- Lógica de bloqueo (86)

Monitoreo y Medición

- I rms, máximo, promedio, voltaje, potencia, energía, etc.
- Muestra medidas en valores primarios.
- Ubicación de la distancia a la falla en el relé.

Además:

- Puerto frontal RS232.
- Puerto trasero RS485.
- Puerto trasero Ethernet con protocolo de comunicación IEC61850.
- 8 entradas digitales.
- 7 salidas de relé.
- 12 leds fijos y programables.
- Eventos 512
- Faltas 25
- 20 oscilografías con duración de 10.5 segundos cada una.
- Incluye un cable de comunicación.
- Incluye una licencia de software de configuración.

3- Transformador de corriente toroidal modelo **780**, marca **ITI-General Electric**, relación de 3000:5A, clase de exactitud para protección C200,

diámetro 6.50", 600 V, BIL 10 kV.

- 1- Transformador de corriente toroidal modelo **143**, marca **ITI-General Electric**, para protección de falla a tierra, diámetro 7.31", 600 V, BIL 10 kV, 50:5A, clase de exactitud para protección C20.
- 3- Pararrayos tipo estación modelo **TRANQUELL 9L11**, marca **General Electric**,
6 kV, 5.1 kV MCOV.
- 1- Conmutador de mando del interruptor tipo **16SB**, marca **General Electric**.
- 2- Pilotos de señalización rojo y verde, tipo **CR104P**, marca **General Electric**, para interruptor cerrado-abierto.
- 2- Interruptores tipo miniatura, bipolar, para mando de apertura y cierre del motor.
 - *Bornera de prueba tipo **MMLG01**, marca **Areva**.*
 - *Sistemas de calefacción e iluminación.*
 - *Materiales tales como canaletas, marcadores de cables de control, letreros de identificación, borneras de control, etc.*

4.2.4. Arrancador de Media Tensión

Introducción

Los Centros de Control de Motores de Media Tensión **LIMITAMP** desarrollados por **General Electric**, proveen un medio económico de centralización de arrancadores de motor y equipos de control relacionados. Se usan en la industria para controlar y proteger motores de jaula de ardilla, de rotor bobinado y motores síncronos, así como para alimentar transformadores y otros circuitos de potencia.

Los Centros de Control de Motores **LIMITAMP** permiten que tanto los arrancadores de motor, alimentadores y demás circuitos sean obtenidos en



un simple ensamble estructural autosoportado, y con un sistema de barras colectoras común.

Estos centros de control son construidos de secciones verticales de espesor estandarizado, que encierran los sistemas de barras colectoras horizontal y vertical y los arrancadores de motor en forma compartimentada. Las secciones son empernadas conjuntamente para formar un conjunto alineado sencillo. Los centros pueden ser alimentados por una conexión de línea de llegada en un solo punto.

Especificación

Los centros de control de motores Limitamp son diseñados para cumplir los requerimientos de las normas NEMA ICS 3, Part 2 y UL 347. Diversos tipos de encerramiento y construcción son disponibles y hay una amplia selección de modificaciones para control y protección de motores usados en sistemas modernos de utilización con altas corrientes de cortocircuitos disponibles.

Los centros de control de motores Limitamp son principalmente diseñados para requerimientos de controladores de motores aplicados a sistemas de distribución de 2400 V, 4160 V, 4800 V o 7200 V a 60 Hz. Existen tres construcciones básicas disponibles:

- CR194 two-high 400 Amp, estacionarios o extraíbles
- CR194 one-high 400 Amp, estacionario
- CR194 one-high 800 Amp, estacionario

El diseño más utilizado en los centros de control de motores Limitamp es el CR194 two-high para los contactores de vacío CR193B de 400 A.

Contactores de Vacío

Los contactores de vacío suministrados con los centros de control de motores Limitamp son del tipo mantenido magnéticamente. Son plenamente a 400 A o 800 A nominales, en concordancia con las normas NEMA y UL. Los contactores de vacío difieren en tamaño, peso y método de terminación. Los interruptores de vacío son

también diferentes entre los diversos modelos y no son intercambiables debido a sus diferentes rangos de corriente, y a variaciones en cableado y enclavamientos.

El contactor puede ser fácilmente removido del centro de control por servicio en cada uno de los diseños disponibles, proveyendo fácil acceso para mantenimiento normal, tal como chequeo de los interruptores de vacío y reemplazo de la bobina de operación sin remover el contactor. El único momento que el contactor necesita ser removido es para reemplazar un interruptor de vacío al final de su vida de servicio.

Sistema de barras colectoras

El sistema de barras colectoras está disponible en valores de corrientes nominales de 1200 A y 2000 A y puede ser del tipo cobre estañado o cobre plateado. El compartimiento de barras horizontales está localizado dentro del encerramiento estándar de 90" de alto, en una posición cercana al centro. El sistema de barras horizontales está diseñado a una tensión de impulso de 60 kV BIL y el esfuerzo mecánico bajo corrientes de cortocircuito es de 50 kA RMS sym.

Sistema de puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra es localizado normalmente cerca al sistema de barras colectoras en el lado posterior del encerramiento. El sistema provee un punto de terminación común para todas las conexiones de tierra dentro de cada controlador, incluyendo la estructura y ofrece un terminal conveniente para los cables de tierra de la llegada. La barra de tierra es diseñada a 400 A y 600 A.

Pintura

El sistema de pintado del centro de control Limitamp consiste de dos procesos: limpieza con un lavado con aerosol en siete etapas, donde las partes metálicas se limpian y se rocían en soluciones controladas de limpieza; y pintado por proceso *electrostático en polvo*. Las partes externas llevarán un acabado con pintura color gris claro ANSI 61.

Características Técnicas

Estructura

Dimensiones aprox.	: 2250 mm x 2950 mm x 750 mm (altura x ancho x profundidad)
Arreglo	: One high- 2 Secciones & Incoming.
Grado de Protección	: NEMA 1.
Pintura	: ANSI 61

Sistema Eléctrico

Tensión del Sistema	: 4160 V, 3 fases, 3 hilos, 60 Hz
Aislamiento kV	: 60 kV BIL.

Equipamiento

Compartimiento de Incoming

- 1- Celda de remonte para el ingreso de cables de alimentación a los Limitamp.
- 2- Transformadores de tensión modelo PTG, marca ITI-**General Electric**, usointerior, BIL 60 kV, 4200:120, 60 Hz, clase de exactitud, 750VA.

Arrancador No Reversible a Plena Tensión 3250 / 3350 KW, 4160 V

Cada uno de los circuitos de arranque conformado por:

- 1- Seccionador de aislamiento sin carga, 4160 V, tripolar, de desconexión manual, tipo quick-make, quick break.
- 3- Fusibles limitadores de corriente tipo EJ-2, 5000 V, para corriente de motor.
- 1- Contactor de vacío de ejecución estacionario CR, marca **General Electric**, 4200 V, 800A, continuo, tripolar, con los siguientes accesorios:
 - Bobina de mando a 125 VDC
 - Contactos auxiliares estacionarios NO+NC.

- 1- Relé de protección de motores Multilin 469, marca General Electric, para protección y gestión integrada de motores de mediana y gran potencia, con las siguientes características:

Funciones de Protección Básicas

- *Speed switch (14)*
- *Reduced voltage start and incomplete sequence (19/48)*
- *Undervoltage and overvoltage (27/59)*
- *Reverse power (32)*
Undercurrent and underpower (37)
- *Bearing RTD (38)*
- *Current unbalance (46)*
- *Phase reversal (47)*
Incomplete sequence (48)
- *Overtemperature (49)*
- *Short-Circuit (50/51)*
- *Breaker Failure (50BF)*
- *Jam/Stall protection (51R)*
Power factor (55)
- *Starts/hour and time between stars (66)*
- *Frecuency (81)*

Monitoreo y Medición

- *Learned motor data*
Thermal capacity used
- *Current*
- *Voltage - RMS*
- *Power - Apparent, real, reactive, power factor*
- *Torque*
- *Energy*
Frecuency
- *Temperature*
- *Event recorder - number of events 40*
- *Oscillography - cycles/sample rate 64 @ 16*
- *Trip counters*

Data logger

Además

Puertos de comunicación: RS485, Ethernet

Protocolo de comunicación: ModBus

- 3- Transformadores de corriente tipo ventana modelo **JCH-OC**, para protección, 600 V, Clase de exactitud para protección C20.
- 1- Transformador de tensión para el circuito de control, 4160:115-230, 60 Hz. Incluye 2 fusibles 7200 V 1E A para el primario y un fusible 250 V 10 A, para el secundario.
- 1- Conmutador de prueba de 2 posiciones.
- 2- Pilotos de señalización rojo y verde, tipo **CR104P**, marca **General Electric**, para contactor cerrado-abierto.
- 1- Interruptor tipo miniatura, tripolar, para medición de tensión.
 - Materiales tales como canaletas, marcadores de cables de control, letreros de identificación, bomeras de control, etc.

4.2.5. Seccionador de Media Tensión

Introducción

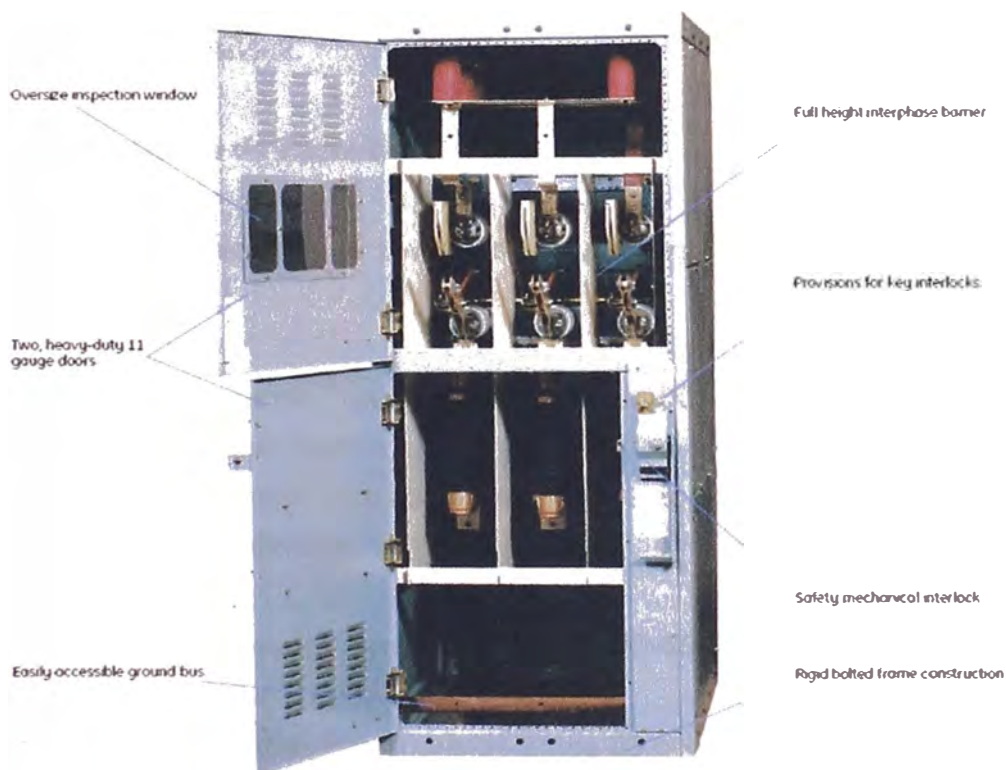
BreakMaster: rugged, efficient, versatile load switching and protection GE's BreakMaster™ load interrupter switches provide dependable, economical load switching and protection for medium voltage circuit applications from 2.4kV through 15kV in 600 or 1200 ampere load interrupting ratings.

The BreakMaster switch consists of a 2-position (open, closed), 3-pole, gang-operated, air interrupter switch utilizing a spring charged mechanism for both closing and opening functions. It is operated externally from the front of the cubicle and is equipped with a quick make/quick break mechanism that opens and closes the switch regardless of the speed at which the operating handle is moved.

Used mainly as a primary or secondary disconnect switch for transformers, the variety of configurations in which BreakMaster is available also make it useful for specific distribution needs. It can, for example, be inserted as a main or feeder switch in PowerVac switchgear or Limitamp motor controller lineups, or used to automatically transfer the incoming source to an emergency generator.

Fault current protection is available using a complete line of current limiting or expulsion fuses.

BreakMaster components are manufactured under strict quality guidelines, and they meet or exceed all applicable ANSI, NEMA, and IEEE standards (see "Standards" table, plus IEC 60265 for limited purpose switches. UL Listed switches are available for most standard configurations and options. When required, BreakMaster switches also meet the seismic requirements of the UBC and CBC Zone 4 building codes. All steel surfaces are chemically cleaned prior to painting with an ANSI 61 finish that is rated for 1000-hour salt spray.



Características Técnicas

Estructura

Dimensiones aprox.	: 2250 mm x 1500 mm x 875 mm (altura x ancho x profundidad)
Grado de Protección	: NEMA 1.
Pintura	: ANSI 61

Sistema Eléctrico

Tensión del Sistema : 4160 V, 3 fases, 3 hilos, 60 Hz
Aislamiento kV : 60 kV BIL.

Equipamiento

Está conformado por:

- 1- Seccionador de 1200A.
- 3- Fusibles limitadores de corriente, modelo 9F62KCB900.
 - Cables tamaño 500Kcmil.
- 1- Key interlock.

4.2.6. Ducto de Barra de Media Tensión

La entrada de energía al Switchgear (incoming) se efectuará mediante ductos de barras:

Ducto de Barras entre Transformador 091500-000-XF-01 y celda AD300A.

Capacidad nominal: 3000A

Longitud aproximada: 10m (consideramos 03 codos de 90° así como accesorios de instalación y montaje).

Ducto de Barras entre Transformador 091500-000-XF-02 y celda AD300B.

Capacidad nominal: 3000A

Longitud aproximada: 10m (consideramos 03 codos de 90° así como accesorios de instalación y montaje).

Entre las principales características de los citados ductos de barras tenemos:

- Apto para uso a la intemperie.
Barras rectangulares de cobre electrolítico montadas sobre aisladores poliméricos, arreglo del tipo no segregado.

El cliente deberá suministrar las dimensiones y detalles de la garganta del transformador y otras conexiones que permitan dimensionar el ducto de barras.

Los ductos de barras estarán provistos de calentadores de espacio en cada recorrido del ducto, para prevenir la condensación. Dichos calentadores serán controlados por un interruptor tipo modular localizado en el Switchgear.

- Los ductos de barras incluyen conectores flexibles y ferretería para conectar cada ducto de barras a sus equipos asociados en cada extremo.

4.2.7. Banco de Condensadores de 1250kVAR, Media Tensión

Introducción

Gabinete metálico del tipo autoportado Metal Enclosed NEMA 12. Las estructuras son fabricadas en plancha de fierro LAF de 3 mm y el fondo, el contorno así como la puerta están fabricados con planchas de fierro LAF 2.5 mm de espesor.

Estos gabinetes son sometidos a un tratamiento anticorrosivo de decapado y fosfatizado por inmersión en caliente y cuentan con un recubrimiento de pintura electrostática del tipo sistema epóxico líquido color gris ANSI 61.

Las dimensiones aproximadas son: 2400 x 4000 x 2000 mm (Altura x Ancho x Profundidad).

EQUIPAMIENTO

El banco de condensadores automático es de 3 etapas: 250kVAR – 500kVAR – 500kVAR y

5 pasos: 250kVAR – 500kVAR – 750kVAR – 1000kVAR – 1250kVAR, y está equipado con lo siguiente:

Unidad de seccionamiento principal

- 1- Seccionador tripolar de potencia, 600A, 40kA, 95kVBIL, modelo VersaRupter, marca ABB.
Incluye cuchilla de puesta a tierra, bobina de apertura, contactos auxiliares 6 NA + 6NC.
- 3- Fusible de protección 315A, 3/7kV, cat. 3010014.315, marca SIBA.
Incluye base portafusible.
- 3- Pararrayos tipo estación modelo TRANQUELL 9L11XPA006S, marca General Electric, 6 kV, 5.1 kV MCOV.

Primera etapa automática, 250kVAR

- 3- Interruptor unipolar para condensadores de media tensión, 200A, 15.5kV, 95kVBIL, modelo VersaVac, marca Joslyn.
- 3- Reactor monofásico para transitorio de inserción de condensadores 40uH, 100A, 15kV de uso interior, cat. TIR 40-100-15-I, marca NEPSI.
- 3- Fusible de protección 80A, 6/12kV, cat. 300213.80, marca SIBA.
Incluye base portafusible.
- Condensador de potencia monofásico para media tensión con dos bushing, 83.3kVAR, 2.4kV, 95kVBIL.

Segunda etapa automática, 500kVAR

- 3- Interruptor unipolar para condensadores de media tensión, 200A, 15.5kV, 95kVBIL, modelo VersaVac, marca Joslyn.
- 3- Reactor monofásico para transitorio de inserción de condensadores 40uH, 150A, 15kV de uso interior, cat. TIR 40-150-15-I, marca NEPSI.
- 3- Fusible de protección 160A, 6/12kV, cat. 3002013.160, marca SIBA.
Incluye base portafusible.
- Condensador de potencia monofásico para media tensión con dos bushing, 166.6kVAR, 2.4kV, 95kVBIL.

Tercera etapa automática, 500kVAR

- 3- Interruptor unipolar para condensadores de media tensión, 200A, 15.5kV, 95kVBIL, modelo VersaVac, marca Joslyn.
- 3- Reactor monofásico para transitorio de inserción de condensadores 40uH, 150A, 15kV de uso interior, cat. TIR 40-150-15-I, marca NEPSI.
- 3- Fusible de protección 160A, 6/12kV, cat. 3002013.160, marca SIBA. Incluye base portafusible.
- Condensador de potencia monofásico para media tensión con dos bushing, 166.6kVAR, 2.4kV, 95kVBIL.

Sistema de control

- 1- Regulador de factor de potencia, modelo C192PF8, marca SATEC.
- 1- Transformador de control 1500VA, 4.16/0.12kV, modelo PTG4-2-75-422, marca General Electric. Incluye fusibles de protección.
- 1- Micro PLC, alimentación 120/240VAC, 28 puntos, 16 entradas de 24VDC, 11 salidas de relés, 1 salidas de 24VDC, cat. IC200UDR005, marca General Electric.
- 1- Modulo de expansión para Micro PLC, alimentación 120/240VAC, 14 puntos, 8 entradas de 24VDC, 6 salidas de relés, cat. IC200UEX011, marca General Electric.
- 2- Batería para Micro PLC, cat. IC200ACC403, marca General Electric.
- 3- Pulsadores Start heavy duty, CR10PB, marca General Electric.
- 3- Pulsadores Stop heavy duty, CR10PB, marca General Electric.
- 8- Portalámparas de señalización, heavy duty, CR104PL, marca General Electric.
- 1- Conmutador Manual-0-Automático, Heavy duty, CR104P, marca General Electric.

Otros

- Sistema de calefacción, iluminación y ventilación.

4.2.8. Banco de Condensadores de 850kVAR, Media Tensión

Introducción

Type HWT Medium Voltage Power Factor Correction Capacitors

HWT Indoor/Outdoor Equipments

These medium voltage capacitor equipments are suitable for use on primary circuits where small amounts of kVAR are required. They may be installed at various load centers or directly at the terminals of 2300 and 4000 volt motors.

Available Ratings: Not for harmonic

Applications

- 2400V, 25 - 825 kVAR, 3-phase, Delta, 60 Hz
- 4160V, 25 - 900 kVAR, 3-phase, Delta, 60 Hz
- 4800V, 25 - 900 kVAR, 3-phase, Delta, 60 Hz
- NEMA three terminal compartment
- Two of three phases are fused, optional third fuse available
- Discharge resistors reduce residual voltage to 50 volts or less within 5 minutes of de-energization

HWT.s Film/Foil capacitors offer an energy efficient polypropylene film dielectric. This heavy duty conventional film dielectric system is designed to handle unusual overvoltages and overcurrents without reducing capacitor life. The Film/Foil dielectric results in low watts per kVAR power consumption during capacitor operation.

The less than 0.2 watts per kVAR losses and corresponding low internal heat generation mean low operating temperatures for the Film/Foil capacitor, a significant factor in extending capacitor life. Film/Foil designs feature time-proven Dielektrok®, a biodegradable NFPA Class IIIB dielectric fluid. This design offers high reliability and long life and is suitable for operation over a temperature range of -40°C to +46°C.

Line Fuses

GE provides 50,000 amp interrupting capacity current limiting fuses. A pop-up button gives visual indication of blown fuse.

Note: NEC Article 460-8B requires capacitors to have overcurrent protection in all ungrounded conductors (except if connected on the load side of a motor overload protective device). Three-phase capacitors fused only on two phases will not provide adequate protection if a line to ground faults should occur in the unfused phase.

Mounting

HWT equipments are designed to be mounted upright on any level surface.

Line Connection and Cable Entrance

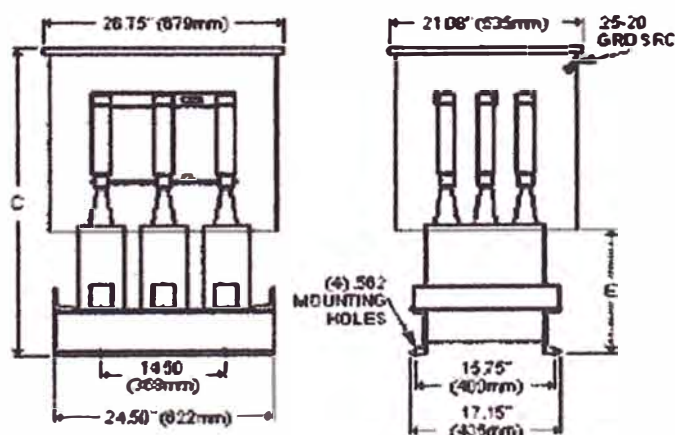
Entrance may be made through either end panel of the terminal compartment (after first punching out the appropriate size hole).

Solderless connectors are provided on each phase.

Assembly	Connector Size
one unit	#10-#4
two unit	#14-1/0
three unit	#6 - 250 MCM

Blown Fuse Lights

Blown fuse lights provide a positive external indication of an operated fuse. A glowing light makes inspection of capacitors easy, effective and safe. A 120 VAC source must be supplied externally. When ordered with this option, the HWT assembly is supplied with one light per capacitor.



CARACTERISTICAS TECNICAS

El banco de condensadores tiene las siguientes características:

Potencia:	850 KVAR
Voltaje:	4.16kV
Temperatura ambiente:	32 C°
Frecuencia:	60 Hz
Dimensiones aproximadas:	995 x 679 x 535 mm.
Catalogo:	37F0525552

El banco de condensadores incluye fusibles de protección de 50KA de capacidad de interrupción y además de lamparas de señalización para la detección de fusible quemado.

4.2.9. Banco de Condensadores de Baja Tensión

Introducción

GEMATIC.Custom

Automatic system . 240 - 480 - 600 volts . 3 phase . 60 Hz

GEMATIC .Custom

Designed for systems that require KVAR ratings with and without harmonic suppression reactors. Readily adapted to meet specific requirements. Easily expanded and easy to retrofit with harmonic suppression reactors.

GEMATIC .Custom Features

- . Designed and built to .match and line up. with motor control centers and switchgear.
- . Industrial rated design and specifications.
- . Dimensions are 90. H x 36. D. Each modular section is 24. W, designed to hold up to 400 kVAR, 480/600 volts.
- . Modular design permits sizing of cabinet to allow for future expansion requirements
- . Correction to unity power factor, if desired.

- . NEMA 1 steel cabinet enclosure with ANSI #70 light grey paint, 12-gauge frame and 14-gauge panels.
- . Removable lifting eyes.
- . UL and cUL listed.
- . *Microprocessor-based controller with built-in voltage, temperature, and harmonic alarms provides safe and rapid indication of potential or real failure. Digital display of power factor, current, and capacitor step status.*
- . Manual switching capability.
- . External current transformer connections provided.
- . 75 KAIC bracing.
- . Plated copper bus.
- . Top entry, right hand feed.
- . Capacitor stage display.
- . *Industrial duty, metallized electrode capacitors, employing 200 KAIC current-limiting fuses in all 3 phases.*
- . Air core inductors to limit inrush currents and transients. (Not required when tuned reactors are utilized.)
- . Designed to minimize installation time and costs.
- . Door interlock to prevent entry while system is energized.
- . Lockable door handle.
- . Convection cooling - no fans required.

Optional Equipment Features

- . Blown fuse indicator lights
- . Outdoor NEMA 3R enclosure.
- . Split core current transformer.
- . Molded case circuit breaker internally mounted with external operator or system breaker.
- . Stainless steel enclosure.
- . UL listed service entrance.
- . Hand-off auto switches.
- . Reverse layout. (Left hand feed.)
- . Bottom entry. (May impact cabinet size)
- . Harmonic suppression, tuned 4.7th reactors.

- . 72. high enclosure.
- . Power on/off switch

GEMATIC. Custom System with Harmonic Suppression Reactors

Many of today's power systems require modern solutions to power factor correction. The rapid increase in non-linear load devices, such as variable speed drives, AC/DC drives, arc-furnaces, and welders, has resulted in severe harmonic loads on power systems.

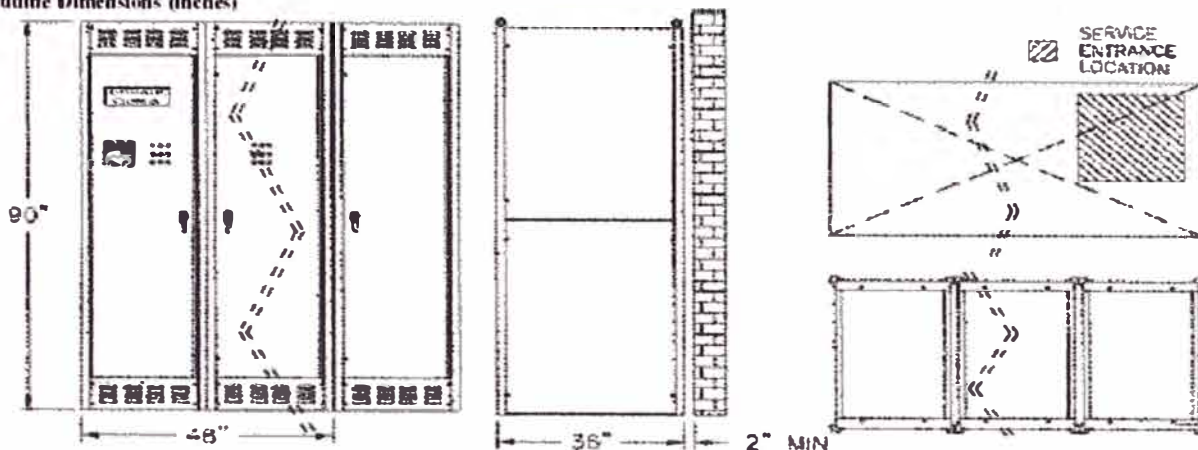
GE has more than ten years of experience in preventing the occurrence of non-sinusoidal resonance. Successful integration in tuned L-C networks solves the problem of parallel resonance.

The GEMATIC. Custom automatic power factor correction systems with 3-phase harmonic suppression reactors are application-specific. Accordingly, each installation requires specific information to aid GE Application Engineers in designing a system to meet your requirements. This information should include, but not be limited to, KVAR requirements, transformer size and impedance, KVAsc of the transformer, and a harmonic profile of your system. Load characteristics at the time of the survey and worst case should also be included.

The GEMATIC. Custom systems may be configured for the addition of harmonic suppression reactors in the future to meet the imminent needs of your system. This reduces initial investment and provides a ready made retrofit package.

The GEMATIC Custom system provides total flexibility in achieving maximum automatic power factor correction.

Outline Dimensions (inches)



GENATIC Custom						
Volts	KVAR	Catalog No.	KVAR Per Step	Weight (lbs)		Enclosure Width (in/mm)
				without cables	with cables	
240	100	38FP4100D255	25	1094	1834	48" / 1219mm
	150	38FP6150D255	25	1223	2033	48" / 1219mm
	200	38FP8200D255	25	1352	2432	72" / 1829mm
	225	38FP9225D255	25	1417	2832	72" / 1829mm ¹
	250	38FP10250D255	25	1481	2831	72" / 1829mm ¹
	300	38FP12300D255	25	1810	3230	96" / 2438mm
480/ 600	200	38FP3200F505	50	886	997	24" / 609mm ¹
	250	38FP3250F505	50	713	1071	24" / 609mm ¹
	300	38FP3300FA05	100	740	1145	24" / 609mm ¹
	350	38FP4350F505	50	1087	1560	48" / 1219mm
	400	38FP4400FA05	100	1094	1834	48" / 1219mm
	450	38FP5450F505	50	1132	1780	48" / 1219mm
	500	38FP5500FA05	100	1159	1834	48" / 1219mm
	550	38FP6550F505	50	1198	1959	48" / 1219mm
	600	38FP6600FA05	100	1223	2033	48" / 1219mm
	650	38FP7650F505	50	1281	2159	48" / 1219mm ¹
	700	38FP7700FA05	100	1288	2233	48" / 1219mm ¹
	750	38FP8750F505	50	1815	2848	72" / 1829mm
	800	38FP8800FA05	100	1842	2722	72" / 1829mm
	850	38FP9850F505	50	1680	2848	72" / 1829mm
	900	38FP9900FA05	100	1707	2922	72" / 1829mm ¹
	950	38FP10950F505	50	1744	3047	72" / 1829mm ¹
	1000	38FP10A00FA05	100	1771	3121	72" / 1829mm ¹
	1100	38FP11B00FA05	100	1838	3321	72" / 1829mm ²
	1200	38FP12C00FA05	100	2190	3810	96" / 2438mm ¹
	1300	38FP13D00FA05	100	2255	4010	96" / 2438mm ²
1400	38FP14E00FA05	100	2319	4209	96" / 2438mm ²	

- 1 - Enclosure width increases 34" / 869mm w/ breaker
- 2 - Enclosure width increases 32" / 813mm w/ breaker
- 3 - Enclosure width increases 8" / 203mm w/ breaker

* Top entry only; consult factory for bottom entry.

Notes:

Breaks larger than 3400 kVAR available - 50 kVAR steps available 200 to 3400 kVAR - contact factory for part numbers and sizes.

Larger kVAR sizes available; contact factory for sizes.

CARACTERISTICAS TECNICAS

El banco de compensación automático tipo LC tiene las siguientes características:

Potencia:	550 KVAR
Voltaje:	480V
Frecuencia:	60 Hz
Capacidad de ruptura:	75KAIC
Dimensiones aproximadas:	2286 x 1219 x 914 mm.
Encerramiento:	NEMA 1
Catalogo:	38FP6550F505W

El banco de compensación automático tipo LC incluye interruptor de caja moldeada 1200A, transformador de corriente, regulador de potencia, reactor de rechazo de armónicos sintonizado a 282Hz (4.7th) y lamparas de señalización.

4.2.10. Feeder Panels de Baja Tensión

Introducción

Atendiendo las exigencias del mercado nacional, Manufacturas Eléctricas S.A. ha desarrollado gabinetes soldados modulares modelo MCC-S, considerando las normas de calidad vigentes, para contener principalmente salidas con interruptores y otros equipos que sean requeridos. Su utilización es como Centro de Control de Motores de ejecución fija.

Construcción

La estructura básica de una columna del Centro de Control de Motores MCC-S está constituida por cuatro parantes soldados a dos paneles, superior e inferior. Estas piezas metálicas están fabricadas con plancha de fierro LAF de 2.0 mm de espesor con 5 dobleces, de tal manera que forman una estructura muy rígida. En la parte superior lleva ojales para izamiento y en la parte inferior omegas para anclaje.

Esta estructura básica se complementa con paneles fabricados con plancha de fierro LAF de 2.0 mm de espesor. Todas las columnas llevan un panel posterior y cuando se unen dos o más columnas entre ellas se coloca un panel intermedio. Los

extremos de una o más columnas se cubren con paneles laterales. Todos los paneles se fijan con tornillos y todo su perímetro lleva empaquetadura.

A la izquierda de cada columna se encuentra el ducto vertical de cables y a la derecha los espacios para la colocación de los cubículos. En la parte superior frontal se ubica un espacio para la colocación de bornes de conexión para los cables externos.

El ducto vertical de cables lleva interiormente y en la parte lateral izquierda soporte para amarre de los cables. Este ducto está cubierto por una puerta fabricada en plancha de fierro LAF de 2.0 mm de espesor y lleva un sistema de bisagras que le permite abrirse hasta 120° y un sistema de cierre formado por dos cerraduras cuadradas con manija.

Cada cubículo está limitado en la parte frontal por unos perfiles soldados a la estructura, a los cuales se fijan los divisores horizontales intermedios que separan un cubículo de otro. Además, cuenta con divisores verticales que separan los cubículos del ducto de cables. Estos divisores tienen calados para el acceso de los cables alimentadores. Cada cubículo está cubierto frontalmente por una puerta fabricada en plancha de fierro LAF de 2.0 mm de espesor que lleva un sistema de bisagras que le permite abrirse hasta un ángulo de 120° y un sistema de cierre formado por cerradura cuadrada con manija. Los cubículos disponen de una placa base para el montaje de los equipos, la cual es desmontable y se fija mediante tornillos al fondo de cada cubículo.

El grado de protección de las estructuras es NEMA 1, protegido contra el polvo (sin sedimentos perjudiciales), y protegido contra las proyecciones de agua en todas las direcciones.

Sistema de barras colectoras

En la parte superior-posterior de cada columna se ubican las barras horizontales, éstas llevan una cubierta metálica por la parte frontal, que evita cualquier contacto directo con ellas. El sistema de barras horizontales está formado por la unión de barras modulares de sección 10x50 mm, diseñadas de tal modo que un juego de

éstos una o dos columnas. De estas barras se alimentan las barras verticales las cuales están separadas de los cubículos por las placas bases.

Sistema de puesta a tierra

Todas las cubiertas externas disponen de una conexión a tierra para asegurar una buena continuidad del circuito de protección. Esta conexión se lleva a una barra de puesta a tierra de 5x30 mm sólidamente emperrada a la estructura la cual debe conectarse al sistema de tierra de la instalación.

Pintura

Todas las partes metálicas serán sometidas a un tratamiento anticorrosivo de decapado y fosfatizado por inmersión en caliente para asegurar una limpieza de la plancha y adherencia perfecta de la pintura de acabado lo que representa una mayor protección. Las partes externas llevarán un acabado con pintura electrostática en polvo color gris claro ANSI 61, con un espesor de 80 a 110 micrones. A solicitud del cliente se puede suministrar otro tipo y color de pintura. Las bandejas de protección también son sometidas al mismo tratamiento de pintado.

Características Técnicas

Estructura

Dimensiones aprox.	: 2290 mm x 3600 mm x 1300 mm (altura x ancho x profundidad)
Grado de Protección	: NEMA 1
Pintura	: ANSI 61

Sistema Eléctrico

Tensión del Sistema	: 480 V, 3 fases, 3 hilos, 60 Hz
Capacidad de Interrupción	: 50 kA sym.

Equipamiento

Conformado por:

Interruptor Principal

- 1- Interruptor de potencia de caja aislada, modelo Power Break II – estándar, de conexión extraíble, 4000A, con sensor de 4000A, para unidad de disparo *Micro Versa Trip*, tipo SSD40B440, con capacidad de ruptura de 100KA/480V, marca General Electric. Incluye mando motorizado, modulo electrónico para disparo remoto, módulo de alarma y 4 contactos auxiliares NANC.
- 1- Unidad de disparo *Micro Versa Trip*, para interruptor Power Break II, con sensor de 4000A, protección de sobrecarga (L), sobrecorriente temporizada (S), instantánea (I), protección de falla a tierra (G), tipo B440LSIG, marca General Electric.
- 1- *Rating Plug* para interruptores Power Break II, *Micro Versa Trip*, para sensor de 4000A y corriente nominal de 3600A, tipo TR40B3600, marca General Electric.

Sistema de Medición General

- 1- Medidor de calidad de energía PQM II, marca G.E, para medición continua de sistemas trifásicos.
- 3- Transformador de corriente 4000/5 A, marca ITI-General Electric.

Interruptores Derivados

- 1- Interruptor termomagnético SPECTRA, 3x1200A, con capacidad de interrupción 65kA/480V, modelo SKLA, marca General Electric.
- 3- Interruptor termomagnético SPECTRA, 3x800A, con capacidad de interrupción 65kA/480V, modelo SKLA, marca General Electric.

Sistema de Medición de Interruptores Derivados

- 3- Medidor de calidad de energía PQM II, marca G.E, para medición

continua de sistemas trifásicos.

- 3- Transformador de corriente 1200/5 A, marca ITI-General Electric.
- 6- Transformador de corriente 800/5 A, marca ITI-General Electric.

CAPITULO V

COSTOS Y PRESUPUESTOS

5.1. COSTOS Y PRESUPUESTOS

El suministro de equipos eléctricos para la Nueva Sub Estación Eléctrica Yura 3 de 30MVA para la Industria Cementera consta de 72 equipos eléctricos de acuerdo al punto 1.2 del presente informe. Estos equipos tienen un costo total de US\$ 3'901,781.25, el detalle se puede observar en la tabla N° 5.1.

Los costos se encuentran expresados en dólares americanos y no incluyen el impuesto general a las ventas (IGV).

Para la presente propuesta se ha considerado un imprevisto de 1.5% del valor venta, para solventar cualquier material eléctrico que no ha sido contemplado en la elaboración de la propuesta.

Los precios de los equipos eléctricos y todo material necesario para la elaboración de la propuesta ha sido brindado y autorizado por la empresa Manelsa.

Los detalles de los costos de cada equipo se podrá apreciar en el anexo N°VII.

Tabla N° 5.1. Resumen de Costo Total

Item	Descripción	Código	Cant.	V.Unitario (US\$)	V.Venta Total (US\$)
1	Transformadores de Distribución en aceite de potencia 15-20MVA, ONAN/ONAF, 30/4.16kV	TR-300A/300B	2	294,221.85	588,443.70
2	Resistencias de Puesta a Tierra del Neutro de Transformador de 15-20MVA	R-CHMA/B	2	3,663.40	7,326.80
3	Ductos de Barras de 3000A, 4.16kV, 50kA	DUCA/B	2	54,773.62	109,547.24
4	Celda de Llegada de 3000A, 4.16kV, 50kA	AD-312	1	54,663.53	54,663.53
5	Celda de Llegada de 3000A, 4.16kV, 50kA	AD-328	1	54,663.53	54,663.53
7	Celda Llegada para Contingencia de 3000A, 4.16kV, 50kA	AD-320	1	58,242.62	58,242.62
8	Celda Tie Break de 3000A, 4.16kV, 50kA	AD-316	1	44,220.06	44,220.06
9	Celda Tie Break de 3000A, 4.16kV, 50kA	AD-324	1	44,220.06	44,220.06
10	Celda de Salida de 2000A, 4.16kV, 50kA	AD-331	1	34,064.59	34,064.59
11	Celda de Transición y Salida de 1200A, 4.16kV, 50kA	AD-317/321	2	29,307.53	58,615.06
12	Celda de Salida Two High de 1200A (Superior e Inferior), 4.16kV, 50kA	AD-306/305/ 304/303/314 /313/310 /309/308/307 /326/332/ 329/330/333 /334/335/336	9	58,615.06	527,535.54
13	Transformador de Distribución en aceite de potencia 3-3.75MVA, ONAN/ONAF, 4.16/0.46kV	TR-307/308/ 311/312/302 /301/308	7	63,829.42	446,805.94
14	Transformador de Distribución en aceite de potencia 2.5MVA, ONAN, 4.16/0.46kV	TR-313	1	55,814.72	55,814.72
15	Transformador de Distribución en aceite de potencia 500KVA, ONAN, 4.16/0.46kV	TR-314	1	24,978.68	24,978.68
16	Arrancador directo de 500Hp, 4.16kV.	UMTM3441.1/ 3441.2	2	36,231.51	72,463.02

17	Arrancadores directos de 350Hp, 4.16kV	LMTM3680.1/ 3680.2	2	25,138.79	50,277.58
18	Arrancadores directos de 1000Hp, 4.16kV	LMTM3741.1/ 3741.2	2	15,836.50	31,673.00
19	Celda con Seccionador Sin carga de 1200A, 4.16kV	-	1	12,706.09	12,706.09
20	Banco de Condensadores Autorrético de 1250KVAR, 4.16kV	-	1	80,517.64	80,517.64
21	Banco de Condensadores Tipo Fijo para Motor de 850KVAR, 4.16kV	-	2	9,132.37	18,264.74
22	Ductos de Barras de 4000A, 480V, 65kA	-	7	33,647.61	235,533.27
23	Feeders Panels en 480V, 65kA	-	9	88,823.23	808,409.07
24	Transformadores del tipo seco de potencia 75KVA, 480/380-220V	-	7	3,171.39	22,199.73
25	BANCO COMPENSACION AUTOMAT. T/LC 550KVAR,	-	1	47,552.46	47,552.46
26	BANCO COMPENSACION AUTOMAT. T/LC 950KVAR,	-	1	74,046.29	74,046.29
27	BANCO COMPENSACION AUTOMAT. T/LC 800KVAR,	-	1	58,415.58	58,415.58
28	BANCO COMPENSACION AUTOMAT. T/LC 900KVAR,	-	1	66,429.35	66,429.35
29	BANCO COMPENSACION AUTOMAT. T/LC 750KVAR,	-	1	57,426.08	57,426.08
30	BANCO COMPENSACION AUTOMAT. T/LC 700KVAR,	-	1	55,777.88	55,777.88
31	BANCO COMPENSACION AUTOMAT. 850KVAR, 480V	-	1	43,305.66	43,305.66
TOTAL					3,844,119.46

Fuente Propia

5.2. EVALUACIÓN DEL PROYECTO

5.2.1. Flujo de Caja

El presente flujo de caja está realizado en 12 meses (Cantidad de tiempo del préstamo). En ella se muestran los ingresos y egresos por mes para el proyecto Nueva Subestación Eléctrica Yura 3.

Los gastos administrativos representarán un 13% del valor de venta del proyecto, lo que equivale a US\$ 499,735.53 y serán repartidos equitativamente en los 6 primeros meses. Ver N° 5.2.

Tabla N° 5.2: Flujo de Caja

	Mes 0	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12
Ingresos													
Adelanto de la Empresa YURA	961,029.87	961,029.87		533,071.04	334,427.66	438,102.50	616,458.54						
Capital de trabajo	3,125,400.00												
Ingresos Totales	4,086,429.87	961,029.87		533,071.04	334,427.66	438,102.50	616,458.54						
Egresos													
Pago Cuota Mensual		280,705.81	280,705.81	280,705.81	280,705.81	280,705.81	280,705.81	280,705.81	280,705.81	280,705.81	280,705.81	280,705.81	280,705.81
Compra de Equipos y Materiales	3,125,300.37												
Gastos administrativos	83,289.25	83,289.25	83,289.25	83,289.25	83,289.25	83,289.25							
Egresos Totales	3,208,589.63	363,995.07	363,995.07	363,995.07	363,995.07	363,995.07	280,705.81	280,705.81	280,705.81	280,705.81	280,705.81	280,705.81	280,705.81
Flujo de Caja	877,840.24	597,034.80	-363,995.07	169,075.97	-29,567.41	74,107.43	335,752.73	-280,705.81	-280,705.81	-280,705.81	-280,705.81	-280,705.81	-280,705.81

Fuente: Propia

5.2.2. Indicadores de Rentabilidad

Para evaluar si el proyecto es rentable se usarán los siguientes indicadores:

Valor Neto Actual (VAN)

Este indicador permite evaluar la rentabilidad del proyecto, si el VAN es positivo entonces el proyecto será aceptado.

Tasa interna de retorno (TIR)

Es la tasa de interés de retorno que hace que el valor actual neto de flujo de caja sea cero.

El criterio general para saber si es conveniente realizar un proyecto es el siguiente.

- Si $TIR \geq COK \rightarrow$ Se aceptará el proyecto.
- Si $TIR < COK \rightarrow$ Se rechazará el proyecto.
- $COK =$ Costo de Oportunidad

Este criterio es cierto si el proyecto es del tipo **prestar**, es decir si los primeros flujos de caja son negativos y los siguientes positivos. Si el proyecto es del tipo **pedir prestado**, es decir con flujo de caja positivo al principio y negativo después, la decisión de aceptar o rechazar el proyecto se toma al revés.

Relación Beneficio/Costo (B/C)

Este indicador relaciona el valor presente neto de los beneficios o ingresos con el valor presente de los costos; si para el proyecto este valor es mayor a 1 entonces el proyecto será viable.

5.2.3. Formulas

Tasa de Interés efectiva Mensual:

$$i = \left[(1 + TEA)^{\frac{k}{n}} \right] - 1$$

Donde:

i = Tasa de interés efectiva mensual

TEA = Tasa de interés efectiva anual

k = Intervalo de períodos

n = Cantidad de períodos en un año

Amortización Mensual:

$$A = P * \left[\frac{(i + 1)^n * i}{(i + 1)^n - 1} \right]$$

Donde:

A = Amortización Mensual

P = Capital de Trabajo

i = Tasa de interés efectiva mensual

n = Número de Períodos

Valor actual neto (VAN)

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Vt}{(1 + k)^t} - I_0$$

Donde:

Vt = Flujo de Caja en cada período t

I₀ = Valor de desembolso inicial de la inversión

n = Número de períodos considerado

k = Interés

Tasa de Interés de Retorno (TIR)

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{Vt}{(1 + TIR)^t} - I_0 = 0$$

Donde:

Vt = Flujo de Caja en cada período t

I₀ = Valor de desembolso inicial de la inversión

n = Número de períodos considerado

k = Interés

Relación Beneficio / Costo (B/C)

$$\frac{B}{C} = \frac{VAN \text{ Beneficios}}{VAN \text{ Costos}}$$

5.2.4. Resultados

Para nuestro proyecto, tenemos lo siguiente:

TEA = 15%.

P = 3'125,400.00

n = 12

Aplicando las fomulas se obtiene lo siguiente:

i = 1.171%

A = 280,705.81

VAN = 122,281.22

TIR = 0.18%

B/C = 1.28

Para hallar el COK se necesita valores financieros mundiales. Se usa el método CAPM

La referencia es Aswath Damodaran

Se obtiene un Beta de la pag de Damodaran Para equipos eléctricos. Ver Anexo XI

$$K_e = R_f + B(R_m - R_f)$$

Donde:

Ke: COK

B: Beta del negocio

Rf: Tasa libre de riesgo (T-Bills)

(Rm-Rf): Prima de riesgo sobre la acción promedio

Se usa históricos con los T-Bills o T-Bonds para hallar el Rf

Ke en función de intervalos de # años y de los T-Bills, a partir de 1928							
	5	10	20	30	35	40	
Rm	12.59%	12.67%	12.76%	12.51%	12.42%	12.42%	
Rf (T-Bill)	3.94%	3.99%	4.16%	4.15%	4.15%	4.15%	
(Rm-Rf)	8.65%	8.68%	8.60%	8.36%	8.28%	8.28%	
Beta (B)	0.8						Promedio
Ke = Rf + B(Rm-Rf)	10.86%	10.93%	11.04%	10.84%	10.77%	10.77%	10.87%
Beta (B)	1						Promedio
Ke = Rf + B(Rm-Rf)	12.59%	12.67%	12.76%	12.51%	12.43%	12.43%	12.57%
Beta (B)	1.35						Promedio
Ke = Rf + B(Rm-Rf)	15.62%	15.71%	15.77%	15.44%	15.33%	15.33%	15.53%

Fuente: Propia

Se presenta el siguiente cuadro resumen.

TIR	VAN	COK	B/C
0.18%	122,281.82	15.53	1.28

Fuente: Propia

CONCLUSIONES

- 1.** En las especificaciones técnicas del cliente referente a los transformadores en aceite, YURA S.A. solicitaba que el transformador lleve tanque conservador, sin embargo por ser un transformador solicitado bajo normativa ANSI/NEMA, el presente transformador es de tanque muerto, con lo que se evita posible contaminación del aceite.
- 2.** Las celdas de salida Two High tienen la ventaja de hacer el largo del conjunto de celdas menor a las celdas convencionales One High.
- 3.** Las celdas con interruptor propuesta tienen la ventaja que son del tipo extraíble, por lo que facilitan las labores de mantenimiento y pérdidas de horas en operación con lo que se garantiza el servicio continuo.
- 4.** Debido a la alta cantidad de potencia reactiva que se consumirá de la red de SEAL, se considera la inclusión de bancos de condensadores, para así evitar pagos por exceso de consumo reactivo ya que se estaría mejorando el f.d.p. de 0.78 a 0.96.
- 5.** El costo del proyecto es de US\$ 3'844,119.46, por lo que es menor a lo considerado inicialmente por YURA, por lo tanto es un indicador que el proyecto es factible.
- 6.** Del análisis de los indicadores de rentabilidad, se concluye que el proyecto es rentable, puesto que el VAN es positivo, el TIR es menor al costo de oportunidad del mercado y la relación Beneficio – Costo es mayor a 1.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que YURA S.A. adquiera las celdas Two High propuestas para que a la hora de construir su sala eléctrica éstas les salga de menor dimensión por lo tanto habrá un ahorro significativo en el costo de esta sala eléctrica.
2. Debido a la magnitud del proyecto, se recomienda trabajar con un solo vendedor, puesto que la integración de los equipos estaría bajo una sola responsabilidad, así mismo los costos por todos los equipos será menor a que si se compra en forma independiente.
3. YURA S.A. por ser una empresa cementera se le considera como industria pesada, por lo tanto, se recomienda que no acepte el cambio de normativa ANSI/NEMA a IEC para el suministro de equipos; ya que la normativa ANSI/NEMA tiene un mayor factor de servicio que la IEC por lo tanto asegurará la continuidad del servicio eléctrico ante una posible falla.
4. Se recomienda que para el servicio de montaje de los equipos suministrados estén bajo la supervisión de un personal de MANELSA.
5. Se recomienda que la puesta en marcha de los equipos suministrados sea a cargo de la empresa MANELSA.
6. Se recomienda que YURA S.A. solicite equipos eléctricos que estén de acuerdo a su Política Ambiental, por tal no deberán contar con elementos químicos contaminantes.
7. MANELSA entregará un dossier de prácticas de Mantenimiento de los equipos a suministrar, por lo tanto se recomienda que YURA S.A. aplique éstas buenas prácticas de mantenimiento para preservar los equipos.

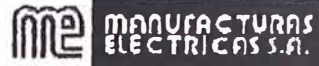
BIBLIOGRAFÍA

1. Brochure de transformadores de distribución, "SST BROCHURE", Año 2009, www.prolecge.com
2. Guía de Aplicación de Celdas de Media Tensión, " PowerVac Application Guide_GET-6600G", Año 2008, www.geelectrical.com
3. Guía de Aplicación de Arrancadores de Media Tensión, "GET-6840C AG", Año 2007, www.geelectrical.com
4. Brochure de seccionador de media tensión, "Breakmaster load interrupter switch", Año 2008, www.geelectrical.com
5. Catálogo Interruptores de caja aislada en Baja Tensión, "Power Break II", Año 2007, www.geelectrical.com
6. Catálogo Interruptores de caja moldeada de Baja Tensión, "SPECTRA", Año 2008, www.geelectrical.com
7. Catálogo de ducto de barras de baja tensión, "Spectra Series Busway", Año 2010, www.geelectrical.com
8. Guía de aplicación de banco de condensadores de Baja Tensión, "Low Voltage power Factor Correction capacitors", Año 2003, www.geenergy.com
9. Catalogo de productos de Baja y Media Tensión, "Buy Log Catalog", Año 2010, www.geelectrical.com
10. Catalogo de productos de Control, "Control Catalog", Año 2010, www.geelectrical.com
11. Brochure de relés para transformadores, "T60", Año 2010, www.geenergydigital.com

- 12. Brochure de relés para alimentadores, "F650", Año 2010, www.geenergydigital.com**
- 13. Catálogo de transformadores del tipo seco de baja tensión "Dry Transformers", Año 2010, www.federealpacific.com**
- 14. Brochure de transformadores del tipo encapsulado, "TMC Tranformatori Italia", Año 2010, www.tmctransformers.com**
- 15. Catálogo de Celdas de MT, "CGMCOSMOS", Ormazabal, Año 2004, www.ormazabal.com**
- 16. Catálogo de Celdas de MT, "Medium Voltage Switchgear 12-14kV", SEL, Año 2010, www.sel-electric.com**

ANEXOS

ANEXO I



	ESPECIFICACION TECNICA CSL-091500-000-EE-ET-02	Código de Proyecto: 091500
		Revisión: A
		Páginas: 5
		Especialidad: Electricidad
Proyecto: Línea III de Producción de 4200 TMPD de Clinker		
Título: TRANSFORMADOR DE POTENCIA SUMERGIDO EN LIQUIDO AISLANTE DE 16/20 MVA, ONAN/ONAF, 30± 2x2.5% / 4.16 KV		

REVISION Y APROBACIÓN PARA PEDIDO

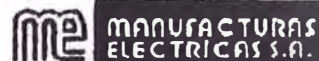
Revisión	Fecha	Revisado y aprobado		Firma
		Por	Nombre	
A	05.11.09	Yura:	Italo Villavicencio	
			Marco Herrera	
			José Villena	
			Michel Sandoval	
		Maneisa:	Roberto Contreras	
			Eugenio Justino	
			Enrique Salazar Jaramillo	


**me MANUFACTURAS
ELECTRICAS S.A.**

**HOJA DE DATOS TECNICOS
TRANSFORMADOR DE POTENCIA SUMERGIDO EN LIQUIDO
AISLANTE DE 15 / 20 MVA, OA/FA, 30 ± 2 x 2.5% / 4.16 KV**

CANTIDAD: 02

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	ESPECIFICADO	GARANTIZADO
1.0	General			
1.1	Supplier			
1.2	Manufacturer			PROLEC GE
1.3	Location of assembly plant			MEXICO
1.4	Primary standard		ANSI/IEEE C67.12.00/ANSI/IEEE C57.12.10	ANSI/IEEE C67.12.00/ANSI/IEEE C57.12.10
1.6	Service Conditions		As indicate in 3.1 Item	As indicate in 3.1 Item
1.6	Tag		091500-000-XF-01 (TR 300 A) 091500-000-XF-02 (TR 300 B)	Yura redefinida
1.7	Color		Signal Grey, ANSI 61	Light Grey, ANSI 61
2.0	Transformer type			
2.1	Enclosure		Outdoor	Outdoor
2.2	Type		Liquid Immersed (2 winding)	Liquid Immersed (2 winding)
2.3	Cooling class		OA/FA	ONAN/ONAF
2.4	Self cooled rated (OA)	MVA	15	15
2.5	Altitude at seal level	m	2577	2577
2.6	Second stage cooling (FA) (%)	MVA	15	20 (Ver Nota 1)
2.7	Future stage cooling (FFA)	KVA	N/A	N/A
2.8	Impedance on rated	%	8	8
2.9	Short circuit current withstand		12.5 times full load	12.5 times full load
2.10	Winding material		Copper	Copper
2.11	Connection Group		Dyn5	Dyn5
2.12	Creepage distance Phase - Phase	mm/kV		
2.13	K harmonic factor		1.01	1.0
3.0	Ratings - Primary Voltage winding			
3.1	Nameplate L-L voltage	KV	30	30
3.2	Frequency	Hz	60	60
3.3	Winding connection		Delta	Delta
3.4	Winding BIL	KV	170	200
3.5	Phase relation	°S	0	0
4	Ratings - Secondary voltage winding			
4.1	Nameplate L-L voltage	V	4.15Y/2.4	4.15Y/2.4
4.2	Frequency	Hz	60	60
4.3	Winding connection		Wye to grounded	Wye to grounded
4.4	Winding BIL	KV	85	75 (Ver Nota 1)
4.5	Neutral end (Low frequency Insulation Level)	KV	38	10 (Ver Nota 1)
4.6	Phase relation	°S	30	150
5.0	Insulating liquid			
5.1	Type		Oil mineral or silicone	Mineral Oil
5.2	Preservation		Sealed type	Sealed Type
6.0	Temperature ratings			
6.1	Average winding temperature rise @100% load, 3% Voltage drop	°C	65	65
6.2	Winding hottest-spot	°C		60
7.0	No-load tap changer - Primary Voltage winding			
7.1	Taps above rated voltage		2x2.5%	2x2.5%



ITEM	DESCRIPCION	UNID.	ESPECIFICADO	GARANTIZADO
7.2	Taps below rated voltage		2x2.5%	2x2.5%
8.0	No-load tap changer - LV winding		N/A	N/A
8.1	Taps above rated voltage			
8.2	Taps below rated voltage			
9.0	Bushings - Primary voltage			
9.1	Location		Top	Side Wall
9.2	Quantity		3	3
9.3	Line bushing BIL	KV	200	250
9.4	Line bushing creepage min.	mm/kV	54	59 (Ver Nota 1)
10	Bushings - Secondary voltage			
10.1	Location		Top	Side Wall
10.2	Quantity		4	4
10.3	Line bushing BIL	KV	110	55 (Ver Nota 1)
10.4	Line bushing creepage	mm	By Vendor	270
10.5	Neutral bushing BIL	KV		51
10.6	Neutral bushing creepage			270
11	Bushings color		Brown or gray	Gray
12	Line bushings current transformers Primary Voltage winding			
12.1	Number per phase		1	1
12.2	Ratio		By vendor	600:5
12.3	Accuracy class		0.5	C100
12.4	Multi-ratio type		Yes	Yes
12.5	Short circuiting type terminal blocks		By vendor	Yes
13	Line bushings current transformers Secondary Voltage winding			
13.1	Number per phase		1	1
13.2	Ratio		By vendor	3000:5
13.3	Accuracy class		0.2	C200
13.4	Multi-ratio type		Yes	Yes
13.5	Short circuiting type terminal blocks		By vendor	Yes
14	Buyer's connection - HV side			
14.1	Insulated/bare cables per phase			
14.2	Cable size	AWG		
14.3	From			
14.4	Conductor material		Copper	Copper
14.5	Non segregate phase duct		Yes	Yes
15	Buyer's connection - LV side			
15.1	Insulated/bare cables per phase		By Bus Bar in duct	By Bus Bar in duct
15.2	Cable size		By vendor (5000 A)	Not included
15.3	From		Top	Top
15.4	Conductor material		Copper	N/A
15.5	Non segregate phase duct		Yes	Yes
16	Radiator bank type		Removable	Removable
17	Auxiliary power			
17.1	Normal supply	V	120	220
17.2	Phase		1φ	1φ
17.3	Frecuencia	Hz	60	60
17.4	Fan power voltage		N/A	460 V 3 φ 60 Hz



MANUFACTURAS ELECTRICAS S.A.

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	ESPECIFICADO	GARANTIZADO
18	Control cabinet			
18.1	Location		Segment 1	Segment 1
18.2	Enclosure		NEMA 12	NEMA 3R
18.3	Receptacle		Nema 5-15R, Ref Legrand74180	Nema 5-15R LEVITON 7599-W (Hembra- Macho)
18.4	Configuration		2 pole plus earth	2 pole plus earth
18.5	Voltage	A	120	220
18.6	Frecuencia	Hz	60	60
18.6	Current	A	15	15
19	Indicating and control accessories			
19.1	Liquid low level contact (Device 71Q)		1 N.C. (Alarm)	1 N.C. (Alarm)
19.2	Top liquid high temperature contacts (Device 29Q)		1 N.C. (Alarm) 1 N.O. + 1 N.C. (Trip)	1 N.C. (Alarm) 1 N.O. + 1 N.C. (Trip)
19.3	Cooling fan power failure		Yes	Yes
19.4	Control voltage failure		Yes	Yes
19.5	Fault (Sudden) pressure or Buchholz relay (Device 63)		Sudden pressure relay 1 N.O. (Trip)	Sudden pressure relay 1 N.O. + 1 N.C. (Trip)
19.6	Auxiliary relay (Device 63X)		1 N.O. + 1 N.C. (Trip)	1 N.O. (Trip)
19.7	Pressure relief device trip (Device 63PR)		1 N.C. (Alarm)	1 N.C. (Alarm)
19.8	Winding hot spot temperature (Device 49)		1 N.C. (Alarm) 1 N.O. + 1 N.C. (Trip)	1 N.C. (Alarm) 1 N.O. + 1 N.C. (Trip)
20	Lugs			
20.1	Pulling eyes to facilitate rolling movement parallel to centerlines of segments		Yes	Yes
20.2	Jacking plates (on all 4 corners) for lifting filled transformer		Yes	Yes
20.3	Lugs/Eye bolts for lifting filled transformer		Yes	Yes
20.4	Lugs/Eye bolts for lifting core and coils from tank		Yes	Yes
20.5	Top filter press connection		Yes	Yes
20.6	Welded main cover		Yes	Yes
21	Loss in kW @ 85°C			
21.1	No load losses	KW	@ 100% rated voltage	16.163
21.2	Load losses, Low voltage, temperature	KW	@ 100% load	68.112
		KW	@ 75% load	38.313
		KW	@ 50% load	17.028
21.3	Restriction		According Item 11 Technical Specification	According Item 11 Technical Specification
22	Efficiency			
		%	@ 100% load	99.44
		%	@ 75% load	99.82
		%	@ surge load	99.80
23	Surge arrester LV winding		N/A	N/A
23.1	Type		N/A	N/A
23.2	System voltage		N/A	N/A
23.3	MCOV		N/A	N/A
23.4	Line terminals		N/A	N/A
23.5	One minute energy absorption rating in kJ/kV of MCOV		N/A	N/A
23.6	Creepage		N/A	N/A
24	Testing (test witnessed by Buyer)			
24.1	Routine test in accordance with ANSI/IEEE C67.12		Yes	Yes
24.2	ANSI lightning impulse test		Yes	Yes



me MANUFACTURAS
ELECTRICAS S.A.

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	ESPECIFICADO	GARANTIZADO
24.3	Switching impulse test		Yes	No
24.4	Partial discharge test		Yes	No
24.5	Temperature rise test		Yes	Yes (one unit only)

- El transformador deberá estar diseñado inicialmente para entregar la potencia nominal de 15 MVA (OA) y debe de estar preparada para ser adecuada a futuro de acuerdo a las necesidades de la planta para entregar una potencia nominal de 18 MVA (FA).

en Nota cambia a 15 a 20 MVA

Nota 1:

Los parámetros de BIL están referenciados a la Norma ANSI C57.12.00, ya que los valores "Especificados" no corresponden a los niveles de voltaje indicados. El valor de MVA con ventilación forzada es el indicado dado el incremento en capacidad especificado en la Norma NEMA TR-1

La resistencia de puesta a tierra se irá montada en la parte superior del transformador

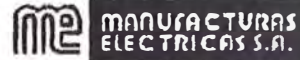
ANEXO II



	ESPECIFICACION TECNICA CSL-091600-000-EE-ET-01	Código de Proyecto: 091900
		Revisión: A
		Páginas: 6
		Especialidad: ELECTRICIDAD
Proyecto: Línea III de Producción de 4200 TMPD de Clinker – YURA S.A.		
Título: SWITCHGEAR DE MEDIA TENSION METAL – CLAD (091600-000-SG-01) (FP 300)		

REVISION Y APROBACIÓN PARA PEDIDO

Revisión	Fecha	Revisado y aprobado		Firma
		Por	Nombre	
A	06.11.09	Yura:	Ítalo Vilavicencio	
			Marco Herrera	
			José Villena	
		Maneisa:	Michel Sandoval	
			Roberto Contreras	
			Eugenio Justiniano	
			Enrique Salazar Jaramillo	



**HOJA DE DATOS TECNICOS
SWITCHGEAR DE MEDIA TENSION METAL - CLAD
AD300A/AD300B**

				1/8
ITEM	DESCRIPTION	UNITS	REQUIRED	QUOTED
1.0	GENERAL			
1.1	Supplier			MANELSA
1.2	Manufacturer			GENERAL ELECTRIC
1.3	Location of assembly plant			USA
1.4	Primary standard:			
1.4.1	ANSI: C-37 series		Yes	SI
1.4.2	NEMA: 6G series		Yes	SI
1.5	Tag		091500-000-EG-01 (FP 300)	091500-000-EG-01 (FP 300)
2.0	SITE CONDITIONS			
2.1	Ambient temperature:			
2.1.1	Minimum	°C	+3	SI
2.1.2	Maximum	°C	+40	SI
2.1.3	Average	°C	+32 ^o	SI
2.2	Altitude	m.s.n.m.	2 577	2 577
2.3	Humidity	%	75 - 95	SI
2.4	Atmosphere: (Salty / Abrasive Dust / Sulfuric Acid)		Abrasive Dust	SI
2.5	Area Classification: Class / Group / Division		-	
2.6	Service Duty: (Normal / Severe)		Severe	
2.7	Others		-	
3.0	ENCLOSURE AND HOUSING			
3.1	Enclosure:			
3.1.1	Indoor Enclosure		Yes	SI
3.1.2	Indoor Drip-proof			
3.1.3	Air-proof			
3.2	Doors:			
3.2.1	Gasketed		Yes	SI
3.2.2	Hinged rear			Bolted rear
4.0	RATINGS			
4.1	Rated Maximum Voltage Base - Base	kV	7.2	8.25
4.2	Voltage of operation	kV	4.16	4.16
4.3	Nominal Voltage Class	kV	18	7.2
4.4	Rated BIL @ meters above sea level according site condition	kV	95	95@1000mnm
4.5	Frequency	Hz	60	60
4.6	Rated Short Circuit Current	kA symmetrical	60	60
4.7	At Rated maximum kV closing and latching capability	kA Crest		130
4.8	Three Second Rating	kA		50kA (02s)
4.9	Nominal 3 phase MVA class	MVA		500
4.10	Rated Interrupting Time	Cycles	8	8
4.11	Bus Bracing	kA symmetrical	60	60
5.0	SWITCHGEAR BUS, BUS JOINTS AND CABLE TERMINATIONS			
5.1	Material:			
5.1.1	Copper		Yes	SI
5.1.2	Aluminum			
5.2	Main Horizontal Bus & Connections:		Yes	SI

CSL-091500-000-EE-ET-01 REV. A


**ME MANUFACTURAS
ELECTRICAS S.A.**

ITEM	DESCRIPTION	UNITS	REQUIRED	NOTES
5.2.1	Insulated at factory			SI (Manisa)
5.2.2	Rated Continuous Current			3000A
5.3	Vertical Bus & Connections:		Yes	
5.3.1	Insulated at factory			SI (Manisa)
5.3.2	Rated Continuous Current			SI (3000 A)
5.4	Neutral Bus:		N/A	N/A
5.4.1	Required			
5.4.2	Insulated			
5.4.3	Rated Continuous Current			
5.5	Ground Bus:		Yes	SI
5.5.1	Rated Continuous Current			SI (580 A)
5.5.2	Insulated			No
5.5.3	Position:			
	a) Top			
	a) Bottom		Yes	SI
5.6	Insulators			
5.6.1	Porcelain			
5.6.2	Epoxy			
5.6.3	Manufacturer's standard		Yes	SI
5.7	Power Circuit Bus Joints and Cable Terminations:			
5.7.1	Silver plated joints, lugs, and terminals required			
5.7.2	Seller to furnish non-flammable insulating boots for bus joints at shipping splices and outgoing bus connections			
5.7.3	65°C max. operating temp. for lugs or terminals furnished for Buyer's cables			
5.7.4	Seller to furnish terminals with NEMA standard 2 hole drilling for each Buyer's cable; for more than two cables per phase, one cable at each position may be connected on each side of a terminal			
5.7.5	Seller to provide cable bending space inside enclosures for Buyer's cables			
5.7.6	Seller to provide space for stress relief terminations without bands for all cables operating above 2000 V; the length to be allowed for stress relief terminations beyond the lugs or terminals in enclosures is:			
	a) For 2001 through 6000 V cables	Inch (mm)	10 (254)	
	b) For 8001 through 15000 V cables	Inch (mm)	16 (400)	
	c) For 16001 through 25000 V cables	Inch (mm)	22 (560)	
	d) For 26001 through 35000 V cables	Inch (mm)	31 (760)	
6.0	INCOMING			
6.1	Incoming Line:			
6.1.1	Cable		--	
6.1.2	Bus Duct		Yes	SI
6.1.3	Top entry		Yes	SI
6.1.4	Bottom entry		--	
6.1.5	Cable / Bus material (Copper / Aluminum)		Copper	SI
6.1.6	Lugs by manufacture		Yes	NO
7.0	POWER CIRCUIT BREAKER			
7.1	Manufacturer		NEMA	GENERAL ELECTRIC
7.2	Model			POWER VAC
7.3	Catalog N°			PVSQ3A2A2A202E1A1
7.4	Type (Vacuum or SF6)		Vacuum	VACIO
7.5	Main Breaker Size:			

CSL-091600-000-EE-ET-01 REV. A



ITEM	DESCRIPTION	UNITS	REQUIRED	QUANTITY
7.5.3	3000 (Amount: 02)	A	3000	3000
7.7	Class	kV	6.25	7.2
7.8	Assembly:			
7.8.1	Fixed			
7.8.2	Draw - Out		Yes	EXTRAIBLE
7.9	Control Voltage	Vcc	125	125
7.10	Auxiliary Contacts:			
7.10.1	N.O.		Yes	SI
7.10.2	N.C.		Yes	SI
7.11	Key Interlock		Yes	KEYLOCK mtg
7.12	Circuit Breaking stacking:			
7.12.1	One high		Yes	SI
7.12.2	Two high			
7.13	Push Button Manual Close		Yes	SI
7.14	Push Button Manual Open		Yes	SI
7.15	Electrically separate MOC Stationary Auxiliary Contacts (device 52S) operated by the breaker mechanism in the operating position only			
7.15.1	N.O.			
7.15.2	N.C.			
7.16	Electrically separate TOC Switch contacts (device 52S)			
7.17	Each circuit breaker shall be mechanically interlocked with its compartment to prevent the use of a circuit breaker with a lower rating or different connections in that compartment.			SI
7.18	Resistance Grounded			
9.0	CONTROL POWER			
9.1	Control Voltage			125 VDC
9.2	Tripping Voltage			125 VDC
9.3	Source(s): DC Panel			SI
10.0	AUXILIARY POWER			
10.1	Voltage	Vcc	120	125 VDC
10.2	Phases		3	N/A
10.3	Wires		3	2
10.4	Frequency	Hz	60	N/A
10.5	Source (s)			
10.6	Available Short Circuit Current			
10.6.1	kA	kA	10	10
10.6.2	at..... Volts		125	125V, DC
11.0	RELAYING AND METERING			
	Communication		MODBUS RTU o ETHERNET	MODBUS RTU o ETHERNET
11.1	PROTECTIVE RELAYS			
11.1.1	Relay Manufacturers:			
	a) Type		By vendor	A definir por Yura
	a) Model		By vendor	F850 ó T80 (a definir por Yura)
11.1.2	General Requirements:			
	a) Semi-flush mounted draw out case relays only.		Yes	SI
	b) With individual targets for each function.			
	c) Solid state microprocessor based multi-function type.			SI
	d) Electro-mechanical relays.			

GSL-091600-000-EE-ET-01 REV. A


**me MANUFACTURAS
ELECTRICAS S.A.**

ITEM	DESCRIPTION	UNITS	REQUIRED	NOTED
	e) Relays which are not significantly affected by harmonics.			
	f) Each lockout relay operating coil and its control circuit monitored by a white indicating light connected at the end of the circuit.			
12.2	METERING			
12.2.1	One percent accuracy 4.5" (114 mm) nominal square analog switchboard meters with 240° minimum deflection			
12.2.2	One percent accuracy digital switchboard meters with analog bar			
10.2.3	Analog indicating meters with test band suspension, except for synchrosopes and power factor meters			
12.2.4	Indicating meters shall be semi-flush draw out type mounted on the front of the switchgear			
12.2.5	Integrating meters and recording meters shall be semi-flush draw out type mounted on the front of the switchgear			
12.2.6	Microprocessor-Based Multifunction Metering System			SI
12.3	Refer to One line Diagram for individual Breaker details, Relaying, Metering and other accessories.			SI
13.0	SURGE ARRESTER			
13.1	Manufacturer			GENERAL ELECTRIC
13.2	Model			Tranquest
13.3	Catalog No			9L11XPA006S
13.4	Type		Metal - Oxide - Varistor	Metal - Oxide - Varistor
13.5	Class	kV	6	6
13.6	Arrester Rating	kA	10	10
13.7	MCOV			5.1kV
13.8	Energy dissipated	kJ / kV		4.9
14.0	BATTERY BANK AND BATTERY CHARGER		N/A	N/A
14.1	Battery Bank			
14.2	Rack for Battery Bank			
14.3	Battery Charger			
15.0	NAMEPLATES			
15.1	Engraved Lamitold plastic nameplates, black letters with white background.		Yes	SI
15.2	Stamped stainless steel nameplates with paint filled letters.			
15.3	Equipment nameplates mounted with machine screws only.			
15.4	Nameplates with Buyer's equipment tag number required for each item of equipment			
15.5	Nameplates required for each compartment, control switch, terminal board, instrument, relay, meter or other device.			
16.0	OUTGOING FEEDERS			N/A
16.1	Top Entry		Yes	
16.2	Bottom Entry			
16.3	Cable Material (copper/aluminum)		Copper	
16.4	Loss by Manufacturer			

CSL-091600-000-GE-ET-01 REV. A


**MANUFACTURAS
ELECTRICAS S.A.**

ITEM	DESCRIPTION	UNITS	REQUIRED	QUOTED
17.0	CONTROL CABLES			
17.1	Top Entry		Yes	NO
17.2	Bottom Entry			SI
18.0	SPECIAL FEATURES			
18.1	Space Heaters			SI
18.2	Voltage Power Supply	Vec	220	220, 1 fase
18.3	Operating and Maintenance Tools and Accessory Set			
18.4	Hinged Rear Doors			Bolled Rear Doors
19.0	TEST AND INSPECTIONS			
19.1	Inspection by Buyer		Yes	SI
19.2	Routine Tests			SI
	Witnessed			
19.3	Special Tests			
	Witnessed			
20.0	PACKAGING FOR SHIPMENT			
20.1	Export Packing Required for Sea Shipment			SI
20.2	Outdoor Storage Packing Required			SI
21.0	ACCESSORIES			
21.1	Remotely controlled electrically operated ground and test device with a self contained bus and line selector switch, a 3 phase ground switch, plugs for testing cables and six circuit stabs for bus and line connections for use in place of each type of circuit breaker.		Yes	N/A
21.2	One set of special tools required for the installation and maintenance of switchgear.			NO
21.3	One closing device for manually closing circuit breaker		Yes	SI
21.4	Two sets of test plugs for test switches, draw out meters and relays.			SI
21.5	One coupling cable for testing a circuit breaker in the draw out position			N/A
21.6	One complete circuit breaker lifting and handling device (if required)			SI *
	PLANOS: CSL-091600-000-EE-03 Rev. 0 CSL-091600-000-EE-04 Rev. 0 CSL-091600-000-EE-05 Rev. 0			SI

Nota:

- * Mancisa suministra un lift truck para la extracción de todos los interruptores Power Vec.

ANEXO III



MANUFACTURAS
ELECTRICAS S.A.

	ESPECIFICACION TECNICACSL- 091500-000-EE-ET-10	Código de Proyecto: 091500
		Revisión: A
		Páginas: 13
		Especialidad: Electricidad
Proyecto: Línea III de Producción de 4200 TMPD de Clinker		
Título: TRANSFORMADOR DE POTENCIA SUMERGIDO EN LIQUIDO AISLANTE DE 0.5, 2.5, 3 y 3/3.75 MVA, OA/FA, 4.16± 2x2.5% / 0.480 KV		

REVISION Y APROBACIÓN PARA PEDIDO

Revisión	Fecha	Revisado y aprobado		Firma
		Por	Nombre	
A	05.11.09	Yura:	Ítalo Villavicencio	
			Marco Herrera	
			José Villena	
		Maneisa:	Michel Sandoval	
			Roberto Contreras	
			Eugenio Justiniano	
			Enrique Salazar Jaramillo	

l


**ME MANUFACTURAS
ELECTRICAS S.A.**
HOJA DE DATOS TECNICOS
**TRANSFORMADOR DE POTENCIA SUMERGIDO EN LIQUIDO
AISLANTE DE 3 - 3.75 MVA, ONAN/ONAF, 4.16±2x2.5% / 0.460 kV**
CANTIDAD: 03

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	ESPECIFICADO	GARANTIZADO
1.0	General			
1.1	Supplier			
1.2	Manufacturer			PROLEO GE
1.3	Location of assembly plant			
1.4	Primary standard		ANSI/IEEE C57.12.00/ANSI/IEEE C57.12.10	ANSI/IEEE C57.12.00/ANSI/IEEE C57.12.10
1.5	Service Conditions		As indicate in 3.1 Item	As indicate in 3.1 Item
1.6	Tag		091500-300-XF-02 (TR 308) 091500-500-XF-01 (TR 311) 091500-500-XF-02 (TR 312)	091500-300-XF-02 (TR 308) 091500-500-XF-01 (TR 311) 091500-500-XF-02 (TR 312)
1.7	Color		Signal Gray, ANSI 61	Light Gray, ANSI 61
2.0	Transformer type			
2.1	Enclosure		Outdoor	Outdoor
2.2	Type		Liquid Immersed (2 winding)	Liquid Immersed (2 winding)
2.3	Cooling class		ONAF	ONAN/ONAF
2.4	Self cooled rated (SCA)	MVA	3	3
2.5	Meters at seal level	m	2577	2577
2.6	First stage cooling (FA)	MVA	3.5	3.75 (*Ver Nota1)
2.7	Future stage cooling (FFA)	kVA	N/A	N/A
2.8	Impedance on rated	%	5	7.0
2.9	Short circuit current withstand		12.5 times full load	14.25 times full load
2.10	Winding material		Copper	Copper
2.11	Connection Group		Dyn5	Dyn5
2.12	Creepage distance Phase - Phase	mm/kV		
2.13	K harmonic factor		1.01	1.0
3.0	Rating - Primary Voltage winding			
3.1	Nameplate L-L voltage	kV	4.16	4.16
3.2	Frecuenda	Hz	60	60
3.3	Winding connection		Delta	Delta
3.4	Winding BIL	kV	95	75 (*Ver Nota1)
3.5	Phase relation	*S	0	0
4	Rating - Secondary Voltage winding			
4.1	Nameplate L-L voltage	V	480Y/277	480Y/266
4.2	Frecuencia	Hz	60	60
4.3	Winding connection		Wye to grounded	Wye to grounded
4.4	Winding BIL	kV	20	45 (*Ver Nota1)
4.5	Neutral end (Low frequency Insulation Level)	kV	19	10 (*Ver Nota1)
4.6	Phase relation	*S	30	150
5.0	Insulating liquid			
5.1	Type		Oil mineral oil silicone	Mineral Oil
5.2	Preservation		Sealed type	Sealed type
6.0	Temperature ratings			
6.1	Average winding temperature rise @100% load, 3% Voltage drop	°C	65	65
6.2	Winding hottest-spot	°C		80
7.0	No-load tap changer - Primary Voltage winding			

2

CSL - 091500 - 000 - ES-ET-10 - TRANSFORMADOR 3.0/3.75, 3.0, 2.5 y 0.5 MVA


me MANUFACTURAS
ELECTRICAS S.A.

ITEM	DESCRIPTION	UNITS	GENERATOR	TRANSFORMER
7.1	Taps above rated voltage		2x2.5%	2x2.5%
7.2	Taps below rated voltage		2x2.5%	2x2.5%
8.0	Automatic on-load tap changer – LV winding		N/A	N/A
8.1	Taps above rated voltage			
8.2	Taps below rated voltage			
9.0	Bushings – Primary Voltage			
9.1	Location		Top	Side wall
9.2	Quantity		3	3
9.3	Line bushing BIL	kV	150	95 (*Ver Nota1)
9.4	Line bushing creepage min.	mm/kV	54	64 mm/kV
10	Bushings – Secondary Voltage			
10.1	Location		Top	Side Wall
10.2	Segment		4	4
10.3	Line bushing BIL	kV	20	45 (*Ver Nota1)
10.4	Line bushing creepage	mm	By Vendor	40
10.5	Neutral bushing BIL	kV		45
10.6	Neutral bushing creepage			40
11	Bushings color		Brown or gray	Gray
12	Line bushings current transformers Primary Voltage winding		N/A	N/A
12.1	Number per phase		N/A	N/A
12.2	Ratio		N/A	N/A
12.3	Accuracy class		N/A	N/A
12.4	Multi-ratio type		N/A	N/A
12.5	Short circuiting type terminal blocks		N/A	N/A
13	Buyer's connection – HV side			
13.1	Insulated/bare cables per phase			
13.2	Cable size	AWG	2(3-1c * 185 mm ²)	2(3-1c * 185 mm ²) 600 MCM
13.3	From			
13.4	Conductor material		Copper	Copper
13.5	Non segregate phase duct		Yes	Yes
14	Buyer's connection – LV side			
14.1	Insulated/bare cables per phase		By Bus Bar in duct	By Bus Bar in duct
14.2	Cable size		3-1x10x100 mm Bus Bar	Not Included
14.3	From		Top	Top
14.4	Conductor material		Copper	Copper
14.5	Non segregate phase duct		Yes	Yes
15	Radiator bank type		Removable	Removable
16	Auxiliary power			
16.1	Normal supply	V	120	220
16.2	Phase		1φ	1φ
16.3	Frecuencia	Hz	60	60
16.4	Fan power voltage		480 V 3 φ 60 Hz	480 V 3 φ 60 Hz
17	Control cabinet			
17.1	Location		Segment 1	Segment 1
17.2	Enclosure		NEMA 12	NEMA 3R
17.3	Receptacle		Nema 5-15R, Ref Legrand74180	Nema 5-15R LEVITON 7599-W (Hembra- Macho)


**MANUFACTURAS
ELECTRICAS S.A.**

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	ESPECIFICADO	GARANTIZADO
17.4	Configuration		2 pole plus earth	2 pole plus earth
17.5	Voltage	A	120	120
17.6	Frecuencia	Hz	60	60
17.8	Current	A	15	15
18	indicating and control accessories			
18.1	Liquid low level contact (Device 71Q)		1 N.C. (Alarm)	1 N.C. (Alarm)
18.2	Top liquid high temperature contacts (Device 28Q)		1 N.C. (Alarm) 1 N.O. + 1 N.C. (Trip)	1 N.C. (Alarm) 1 N.O. + 1 N.C. (Trip)
18.3	Cooling fan power failure		Yes	Yes
18.4	Control voltage failure		Yes	Yes
	Fault (Sudden) pressure or Buchholz relay (Device 63)		Sudden pressure relay 1 N.O. (Trip)	Sudden pressure relay 1 N.O. + 1 N.C. (Trip)
18.5	Auxiliary relay (Device 63X)		1 N.O. + 1 N.C. (Trip)	1 N.O. (Trip)
18.6	Pressure relief device trip (Device 63PR)		1 N.C. (Alarm)	1 N.C. (Alarm)
18.7	Winding hot spot temperature (Device 49)		1 N.C. (Alarm) 1 N.O. + 1 N.C. (Trip)	1 N.C. (Alarm) 1 N.O. + 1 N.C. (Trip)
19	Tanks			
19.1	Pulling eyes to facilitate rolling movement parallel to centerlines of segments		Yes	Yes
19.2	Jacking plates (on all 4 corners) for lifting filled transformer		Yes	Yes
19.3	Lugs/Eye bolts for lifting filled transformer		Yes	Yes
19.4	Lugs/Eye bolts for lifting core end coils from tank		Yes	Yes
19.5	Top filler press connection		Yes	Yes
19.6	Welded main cover		Yes	Yes
20	Loss in kW @ 65°C			
20.1	No load losses	KW	@ 100% rated voltage	4.318
20.2	Load losses, Low voltage, temperature	KW	@ 100% load	28.627
		KW	@ 75% load	14.922
		KW	@ 50% load	8.632
21	Efficiency	%	@ 100% load	99.98
		%	@ 75% load	99.18
		%	@ 50% load	99.28
22	Surge arresters LV winding		N/A	N/A
22.1	Type		N/A	N/A
22.2	System voltage		N/A	N/A
22.3	MCOV		N/A	N/A
22.4	Line terminate		N/A	N/A
22.5	One minute energy absorption rating in kJ/kV of MCOV		N/A	N/A
22.6	Creepage		N/A	N/A
23	Testing (test witnessed by Buyer)			
23.1	Routine test in accordance		Yes	Yes
23.2	ANSI lightning impulse test		Yes	Yes
23.3	Switching impulse test		Yes	No
23.4	Partial discharge test		Yes	No
23.5	Temperature rise test		Yes	Yes (one unit only)
23.6	List of equipment and details		CSL-091500-300-EE-02 (2de2) /CSL-091500-300-EE-07 CSL-091500-500-EE-02 /CSL-091500-500-EE-07	



HOJA DE DATOS TECNICOS

TRANSFORMADOR DE POTENCIA SUMERGIDO EN LIQUIDO
AISLANTE DE 3 MVA, OA, 4.16±2x2.5% / 0.460 kV

CANTIDAD: 01

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	ESPECIFICADO	GARANTIZADO
1.0	General			
1.1	Supplier			
1.2	Manufacturer			PROLEC GE
1.3	Location of assembly plant			
1.4	Primary standard		ANSI/IEEE C67.12.00/ANSI/IEEE C67.12.10	ANSI/IEEE C67.12.00/ANSI/IEEE C67.12.10
1.5	Service Conditions		As trans in 3.1 item	As trans in 3.1 item
1.6	Tag		091600-300-XF-01 (TR 307) 091600-100-XF-01 (TR 301) 091600-200-XF-01 (TR 302) 091600-400-XF-02 (TR 314)	091600-300-XF-01 (TR 307) 091600-100-XF-01 (TR 301) 091600-200-XF-01 (TR 302)
1.7	Color		Signal Grey, ANSI 61	Light Grey, ANSI 61
2.0	Transformer type			
2.1	Enclosure		Outdoor	Outdoor
2.2	Type		Liquid immersed (2 winding)	Liquid immersed (2 winding)
2.3	Cooling class		OA	ONAN
2.4	Self cooled resin (OA)	MVA	3	3
2.5	Meters at seal level	m	2 577	2577
2.6	First stage cooling (FA)	MVA	N/A	N/A
2.7	Future stage cooling (FFA)	kVA	N/A	N/A
2.8	Impedance on rated	%	8	7.0
2.9	Short circuit current withstand		12.5 times full load	14.25 times full load
2.10	Winding material		Copper	Copper
2.11	Connection Group		Dyn5	Dyn5
2.12	Creepage distance Phase - Phase	mm/kV		
2.13	K harmonic factor		1.01	1.0
3.0	Rating - Primary Voltage winding			
3.1	Nameplate L-L voltage	kV	4.16	4.16
3.2	Frecuencia	Hz	60	60
3.3	Winding connection		Delta	Delta
3.4	Winding BIL	kV	85	78 (*Ver Nota)
3.5	Phase relation	* S	0	0
4	Rating - Secondary Voltage winding			
4.1	Nameplate L-L voltage	V	480Y/277	480Y/288
4.2	Frecuencia	Hz	60	60
4.3	Winding connection		Wye to grounded	Wye to grounded
4.4	Winding BIL	kV	20	45 (*Ver Nota)
4.5	Neutral end (Low frequency Insulation Level)	kV	19	18 (*Ver Nota)
4.6	Phase relation	* S	30	15)
5.0	Insulating liquid			
5.1	type		Oil mineral or silicone	Mineral Oil
5.2	Preservation		Sealed type	Sealed type
6.0	Temperature ratings			
6.1	Average winding temperature rise @100% load, 3% Voltage drop	°C	65	65
6.2	Winding hottest-spot	°C		80


**MANUFACTURAS
ELECTRICAS S.A.**

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	SPECIFICATIONS	QUANTITY
7.0	No-load tap changer - Primary Voltage winding			
7.1	Taps above rated voltage		2x2.5%	2x2.6%
7.2	Taps below rated voltage		2x2.5%	2x2.6%
8.0	Automatic on-load tap changer - LV winding		N/A	N/A
8.1	Taps above rated voltage			
8.2	Taps below rated voltage			
9.0	Bushings - Primary Voltage			
9.1	Location		Top	Side wall
9.2	Quantity		3	3
9.3	Line bushing BIL	kV	150	95 (*Ver Nota1)
9.4	Line bushing creepage min.	mm/kV	54	54 mm/kV
10	Bushings - Secondary Voltage			
10.1	Location		Top	Side Wall
10.2	Segment		4	4
10.3	Line bushing BIL	kV	20	45 (*Ver Nota1)
10.4	Line bushing creepage	mm	By Vendor	40
10.5	Neutral bushing BIL	kV		45
10.6	Neutral bushing creepage	mm		40
11	Bushings color		Brown or gray	Gray
12	Line bushings current transformers Primary Voltage winding		N/A	N/A
12.1	Number per phase		N/A	N/A
12.2	Ratio		N/A	N/A
12.3	Accuracy class		N/A	N/A
12.4	Multi-ratio type		N/A	N/A
12.5	Short circuiting type terminal blocks		N/A	N/A
13	Buyer's connection - HV side			
13.1	Insulated/bare cables per phase			
13.2	Cable size	mm ²	2(3-1c * 185 mm ²)	2(3-1c * 185 mm ²) 600 MCM
13.3	From			
13.4	Conductor material		Copper	Copper
13.5	Non segregate phase duct		Yes	Yes
14	Buyer's connection - LV side			
14.1	Insulated/bare cables per phase		By Bus Bar in duct	By Bus Bar in duct
14.2	Cable size		3-1x10x100 mm Bus Bar	Not Included
14.3	From		Top	Top
14.4	Conductor material		Copper	Copper
14.5	Non segregate phase duct		Yes	Yes
15	Radiator bank type		Removable	Removable
16	Auxiliary power			
16.1	Normal supply	V	120	220
16.2	Phase		1φ	1φ
16.3	Frecuencia	Hz	60	60
16.4	Fan control voltage		480 V 3 φ 60 Hz	N/A
17	Control cabinet			
17.1	Location		Segment 1	Segment 1
17.2	Enclosure		NEMA 12	NEMA 3R


**ME MANUFACTURAS
ELECTRICAS S.A.**

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	ESPECIFICADO	GARANTIZADO
17.3	Receptacle		Nema 5-15R, Ref Legrand 74180	Nema 5-15R LEVITON 7599-W (Hembra- Macho)
17.4	Configuration		2 pole plus earth	2 pole plus earth
17.6	Voltage	A	120	120
17.6	Frecuencia	Hz	60	60
17.6	Current	A	15	15
18	Indicating and control accessories			
18.1	Liquid low level contact (Device 71Q)		1 N.C. (Alarm)	1 N.C. (Alarm)
18.2	Top liquid high temperature contacts (Device 28Q)		1 N.C. (Alarm) 1 N.O. + 1 N.C. (Trip)	1 N.C. (Alarm) 1 N.O. + 1 N.C. (Trip)
18.3	Cooling fan power failure		Yes	N/A
18.4	Control voltage failure		Yes	Yes
	Fault (Sudden) pressure or Buchholz relay (Device 63)		Sudden pressure relay 1 N.O. (Trip)	Sudden pressure relay 1 N.O. + 1 N.C. (Trip)
18.5	Auxiliary relay (Device 63X)		1 N.O. + 1 N.C. (Trip)	1 N.O. (Trip)
18.6	Pressure relief device trip (Device 63PR)		1 N.C. (Alarm)	1 N.C. (Alarm)
18.7	Winding hot spot temperature (Device 49)		1 N.C. (Alarm) 1 N.O. + 1 N.C. (Trip)	1 N.C. (Alarm) 1 N.O. + 1 N.C. (Trip)
19	Tanks			
19.1	Putting eyes to facilitate rolling movement parallel to centerlines of segments		Yes	Yes
19.2	Jacking plates (on all 4 corners) for lifting filled transformer		Yes	Yes
19.3	Lugs/Eye bolts for lifting filled transformer		Yes	Yes
19.4	Lugs/Eye bolts for lifting core and coils from tank		Yes	Yes
19.5	Top filter press connection		Yes	Yes
19.6	Welded main cover		Yes	Yes
20	Loss in kW @ 55°C			
20.1	No load losses	KW	@ 100% rated voltage	4.318
20.2	Load losses, Low voltage, temperature	KW	@ 100% load	26.627
		KW	@ 75% load	14.922
		KW	@ 50% load	6.432
21	Efficiency	%	@ 100% load	99.98
		%	@ 75% load	99.15
		%	@ 50% load	99.28
22	Surge arrester LV winding		N/A	N/A
22.1	Type		N/A	N/A
22.2	System voltage		N/A	N/A
22.3	MCOV		N/A	N/A
22.4	Line terminals		N/A	N/A
22.5	One minute energy absorption rating in kJ/kV of MCOV		N/A	N/A
22.6	Creepage		N/A	N/A
23	Testing (test witnessed by Buyer)			
23.1	Routine test in accordance		Yes	Yes
23.2	ANSI lightning impulse test		Yes	Yes
23.3	Switching impulse test		Yes	No
23.4	Partial discharge test		Yes	No
23.5	Temperature rise test		Yes	Yes (one unit only)
23.6	List of equipment and details		CSL-091500-300-EE-07 (1dec) /CSL-091500-300-EE-07	


**ME MANUFACTURAS
ELECTRICAS S.A.**

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	ESPECIFICADO	REQUERIDO
8.0	Automatic on-load tap changer – LV winding		N/A	N/A
8.1	Taps above rated voltage			
8.2	Taps below rated voltage			
9.0	Bushings – Primary Voltage			
9.1	Location		Top	Side wall
9.2	Quantity		3	3
9.3	Line bushing BIL	kV	150	88 (*Ver Nota1)
9.4	Line bushing creepage min.	mm/kV	54	64 mm/kV
10	Bushings – Secondary Voltage			
10.1	Location		Top	Side Wall
10.2	Segment		4	4
10.3	Line bushing BIL	kV	20	45 (*Ver Nota1)
10.4	Line bushing creepage	mm	By Vendor	40
10.5	Neutral bushing BIL	kV		45
10.6	Neutral bushing creepage	mm		40
11	Bushings color		Brown or gray	Gray
12	Line bushings current transformers Primary Voltage winding		N/A	N/A
12.1	Number per phase		N/A	N/A
12.2	Ratio		N/A	N/A
12.3	Accuracy class		N/A	N/A
12.4	Multi-ratio type		N/A	N/A
12.5	Short circuiting type terminal blocks		N/A	N/A
13	Buyer's connection – HV side			
13.1	Insulated/bare cables per phase			
13.2	Cable size	mm ²	2(3-1c * 185 mm ²)	2(3-1c * 185 mm ²) 600 MCM
13.3	From			
13.4	Conductor material		Copper	Copper
13.5	Non segregate phase duct		Yes	Yes
14	Buyer's connection – LV side			
14.1	Insulated/bare cables per phase		By Bus Bar in duct	By Bus Bar in duct
14.2	Cable size		3-1x10x100 mm Bus Bar	Not Included
14.3	From		Top	Top
14.4	Conductor material		Copper	Copper
14.5	Non segregate phase duct		Yes	Yes
15	Radiator bank type		Removable	Removable
16	Auxiliary power			
16.1	Normal supply	V	120	220
16.2	Phase		1φ	1φ
16.3	Frecuencia	Hz	60	60
16.4	Fan control voltage		460 V 3 φ 60 Hz	N/A
17	Control cabinet			
17.1	Location		Segment 1	Segment 1
17.2	Enclosure		NEMA 12	NEMA 3R
17.3	Receptacle		Nema 5-15R, Ref Legrand74180	Nema 5-15R LEVITON 7599-W (Membra- Macho)
17.4	Configuration		2 pole plus earth	2 pole plus earth
17.5	Voltage	A	120	120
17.6	Frecuencia	Hz	60	60
17.6	Current	A	15	15


**MANUFACTURAS
ELECTRICAS S.A.**

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	ESPECIFICADO	GARANTIZADO
18	Indicating and control accessories			
18.1	Liquid low level contact (Device 71Q)		1 N.C. (Alarm)	1 N.C. (Alarm)
18.2	Top liquid high temperature contacts (Device 26Q)		1 N.C. (Alarm) 1 N.O. + 1 N.C. (Trip)	1 N.C. (Alarm) 1 N.O. + 1 N.C. (Trip)
18.3	Cooling fan power failure		Yes	N/A
18.4	Control voltage failure		Yes	Yes
	Fault (Sudden) pressure or Buchholz relay (Device 63)		Sudden pressure relay 1 N.O. (Trip)	Sudden pressure relay 1 N.O. + 1 N.C. (Trip)
18.5	Auxiliary relay (Device 63X)		1 N.O. + 1 N.C. (Trip)	1 N.O. (Trip)
18.6	Pressure relief device trip (Device 63PR)		1 N.C. (Alarm)	1 N.C. (Alarm)
18.7	Winding hot spot temperature (Device 49)		1 N.C. (Alarm) 1 N.O. + 1 N.C. (Trip)	1 N.C. (Alarm) 1 N.O. + 1 N.C. (Trip)
19	Tanks			
19.1	Pulling eyes to facilitate rolling movement parallel to centerlines of segments		Yes	Yes
19.2	Jacking plates (on all 4 corners) for lifting filled transformer		Yes	Yes
19.3	Lugs/Eye bolts for lifting filled transformer		Yes	Yes
19.4	Lugs/Eye bolts for lifting core and coils from tank		Yes	Yes
19.5	Top filter press connection		Yes	Yes
19.6	Welded main cover		Yes	Yes
20	Loss in kW @ 65°C			
20.1	No load losses	kW	@ 100% rated voltage	3.452
20.2	Load losses, Low voltage, temperature	kW	@ 100% load	20.421
		kW	@ 75% load	11.467
		kW	@ 50% load	5.105
21	Efficiency			
		%	@ 100% load	98.05
		%	@ 75% load	99.21
		%	@ 50% load	99.32
22	Surge arresters LV winding		N/A	N/A
22.1	Type		N/A	N/A
22.2	System voltage		N/A	N/A
22.3	MCOV		N/A	N/A
22.4	Line terminets		N/A	N/A
22.5	One minute energy absorption rating in kJ/kV of MCOV		N/A	N/A
22.6	Creepage		N/A	N/A
23	Testing fleet witnessed by Buyer			
23.1	Routine test in accordance		Yes	Yes
23.2	ANSI lightning impulse test		Yes	Yes
23.3	Switching impulse test		Yes	No
23.4	Partial discharge test		Yes	No
23.5	Temperature rise test		Yes	Yes
23.6	List of equipment and details		CSL-091500-400-EE-02 (1ds2) /CSL-091500-400-EE-07	



HOJA DE DATOS TECNICOS

**TRANSFORMADOR DE POTENCIA SUMERGIDO EN LIQUIDO
AISLANTE DE 0.5 MVA, OA, 4.16±2x2.5% / 0.460 kV**

CANTIDAD: 01

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	ESPECIFICADO	GARANTIZADO
1.0	General			
1.1	Supplier			
1.2	Manufacturer			PROLEC GE
1.3	Location of assembly plant			
1.4	Primary standard		ANSI/IEEE C57.12.00/ANSI/IEEE C57.12.10	ANSI/IEEE C57.12.00/ANSI/IEEE C57.12.10
1.5	Service Conditions		As indicate in 3.1 item	As indicate in 3.1 item
1.6	Tag		091500-000-XF-03 (TR 314)	091500-000-XF-03 (TR 314)
1.7	Color		Signal Gray, ANSI 61	Light Gray, ANSI 61
2.0	Transformer type			
2.1	Enclosure		Outdoor	Outdoor
2.2	Type		Liquid immersed (2 winding)	Liquid immersed (2 winding)
2.3	Cooling class		OA	ONAN
2.4	Self cooled rated (OA)	MVA	0.5	0.5
2.5	Meters at seal level	m	2 577	2577
2.6	First stage cooling (FA)	MVA	N/A	N/A
2.7	Future stage cooling (FFA)	KVA	N/A	N/A
2.8	Impedance on rated	%	8	4.5
2.9	Short circuit current withstand		12.5 times full load	12.5 times full load
2.10	Winding material		Copper	Copper
2.11	Connection Group		Dyn5	Dyn5
2.12	Creepage distance Phase - Phase	mm/kV		
2.13	K harmonic factor		1.01	1.0
3.0	Rating - Primary Voltage winding			
3.1	Nameplate L-L voltage	kV	4.16	4.16
3.2	Frecuencia	Hz	60	60
3.3	Winding connection		Delta	Delta
3.4	Winding Bil.	kV	95	75 (*Ver Nota1)
3.5	Phase relation	* S	0	0
4	Rating - Secondary Voltage winding			
4.1	Nameplate L-L voltage	V	460V/277	460V/265
4.2	Frecuencia	Hz	60	60
4.3	Winding connection		Wye to grounded	Wye to grounded
4.4	Winding Bil.	kV	20	45 (*Ver Nota1)
4.5	Neutral end (Low frequency Insulation Level)	kV	19	10 (*Ver Nota1)
4.6	Phase relation	* S	30	150
5.0	Insulating liquid			
5.1	Type		Oil mineral of silicon	Mineral Oil
5.2	Preservation		Sealed type	Sealed type
6.0	Temperature ratings			
6.1	Average winding temperature rise @100% load, 3% Voltage drop	°C	65	65
6.2	Winding hottest-spot	°C		80
7.0	No-load tap changer - Primary Voltage winding			
7.1	Taps above rated voltage		2x2.5%	


**me MANUFACTURAS
ELECTRICAS S.A.**

ITEM	DESCRIPTION	UNIT	ELECTRICAL	QUANTITY
7.2	Taps below rated voltage		2x2.5%	2x2.5%
8.0	Automatic on-load tap changer – LV winding		N/A	N/A
8.1	Taps above rated voltage			
8.2	Taps below rated voltage			
9.0	Bushings – Primary Voltage			
9.1	Location		Top	Side wall
9.2	Quantity		3	3
9.3	Line bushing BIL	kV	150	95 (*Ver Nota1)
9.4	Line bushing creepage min.	mm/kV	54	54 mm/kV
10	Bushings – Secondary Voltage			
10.1	Location		Top	Side Wall
10.2	Segment		4	4
10.3	Line bushing BIL	kV	20	45
10.4	Line bushing creepage	mm	By Vendor	40
10.5	Neutral bushing BIL	kV		45
10.6	Neutral bushing creepage			40
11	Bushings color		Brown or gray	Gray
12	Line bushings current transformers Primary Voltage winding		N/A	N/A
12.1	Number per phase		N/A	N/A
12.2	Ratio		N/A	N/A
12.3	Accuracy class		N/A	N/A
12.4	Multi-ratio type		N/A	N/A
12.5	Short circuiting type terminal blocks		N/A	N/A
13	Buyer's connection – HV side			
13.1	Insulated/bare cables per phase			
13.2	Cable size	mm ²	1(3-1c * 95 mm ²)	1(3-1c * 95 mm ²) 4/0 AWG
13.3	From			
13.4	Conductor material		Copper	Copper
13.5	Non segregate phase duct		Yes	Yes
14	Buyer's connection – LV side			
14.1	Insulated/bare cables per phase		By Bus Bar in duct	By Bus Bar in duct
14.2	Cable size	mm ²	2(3-1c * 120 mm ²)	Not Included
14.3	From		Top	Top
14.4	Conductor material		Copper	Copper
14.5	Non segregate phase duct		Yes	Yes
16	Radiator bank type		Removable	Removable
18	Auxiliary power			
18.1	Normal supply	V	120	220
18.2	Phase		1φ	1φ
18.3	Frecuencia	Hz	60	60
18.4	Fan control voltage		480 V 3 ø 60 Hz	N/A
17	Control cabinet			
17.1	Location		Segment 1	Segment 1
17.2	Enclosure		NEMA 12	NEMA 3R
17.3	Receptacle		Nema 5-15R,Ref Legrand74180	Nema 5-15R LEVITON 7593-W (Hembra- Macho)
17.4	Configuration		2 pole plus earth	2 pole plus earth

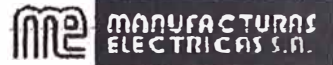

**MANUFACTURAS
ELECTRICAS S.A.**

ITEM	DESCRIPCION	UNID.	ESPECIFICADO	GARANTIZADO
17.5	Voltage	A	120	120
17.6	Frecuencia	Hz	60	60
17.6	Current	A	15	15
18	Indicating and control accessories			
18.1	Liquid low level contact (Device 71Q)		1 N.C. (Alarm)	1 N.C. (Alarm)
18.2	Top liquid high temperature contacts (Device 26Q)		1 N.C. (Alarm) 1 N.O. + 1 N.C. (Trip)	1 N.C. (Alarm) 1 N.O. + 1 N.C. (Trip)
18.3	Cooling fan power failure		Yes	N/A
18.4	Control voltage failure		Yes	Yes
	Fault (Sudden) pressure or Buchholz relay (Device 63)		Sudden pressure relay 1 N.O. (Trip)	Sudden pressure relay 1 N.O. + 1 N.C. (Trip)
18.5	Auxiliary relay (Device 63X)		1 N.O. + 1 N.C. (Trip)	1 N.O. (Trip)
18.6	Pressure relief device trip (Device 63PR)		1 N.C. (Alarm)	1 N.C. (Alarm)
18.7	Winding hot spot temperature (Device 49)		1 N.C. (Alarm) 1 N.O. + 1 N.C. (Trip)	1 N.C. (Alarm) 1 N.O. + 1 N.C. (Trip)
19	Tarice			
19.1	Pulling eyes to facilitate rolling movement parallel to centerlines of segments		Yes	Yes
19.2	Jacking plates (on all 4 corners) for lifting filled transformer		Yes	Yes
19.3	Lugs/Eye bolts for lifting filled transformer		Yes	Yes
19.4	Lugs/Eye bolts for lifting core and coils from tank		Yes	Yes
19.5	Top filter press connection		Yes	Yes
19.6	Welded main cover		Yes	Yes
20	Loss in kW @ 65°C			
20.1	No load losses	KW	@ 100% rated voltage	1.269
20.2	Load losses, Low voltage temperature	KW	@ 100% load	3.782
		KW	@ 75% load	2.127
		KW	@ 50% load	0.945
21	Efficiency	%	@ 100% load	99.00
		%	@ 75% load	99.10
		%	@ 50% load	99.11
22	Surge arresters LV winding		N/A	N/A
22.1	Type		N/A	N/A
22.2	System voltage		N/A	N/A
22.3	MCOV		N/A	N/A
22.4	Line terminals		N/A	N/A
22.5	One minute energy absorption rating in kJ/kV of MCOV		N/A	N/A
22.6	Creepage		N/A	N/A
23	Testing (test witnessed by Buyer)			
23.1	Routine test in accordance		Yes	Yes
23.2	ANSI lightning impulse test		Yes	Yes
23.3	Switching impulse test		Yes	No
23.4	Partial discharge test		Yes	No
23.5	Temperature rise test		Yes	Yes
23.6	List of equipment and details		CSL-091500-000-EE-02	

Nota 1:

Los parámetros de BIL están referenciados a la Norma ANSI C57.12.00, ya que los valores "Especificados" no corresponden a los niveles de voltaje indicados. El valor de MVA con ventilación forzada es el indicado dado el incremento en capacidad especificado en la Norma NEMA TR-1

ANEXO IV



MANUFACTURAS ELECTRICAS	ESPECIFICACION TECNICA	Código de Proyecto:
		Revisión: A
		Páginas: 3
		Especialidad: ELECTRICIDAD
Proyecto: Línea III de Producción de 4200 TMPD de Clinker – YURA S.A.		
Titulo: ARRANCADORES DIRECTOS EN MEDIA TENSION PARA MOTOR DE 3250/3360 KW		

REVISION Y APROBACIÓN PARA PEDIDO

Revisión	Fecha	Revisado y aprobado		Firma
		Por	Nombre	
A	10.12.09	Yura:	Ítalo Villavicencio	11/12/09
			Marco Herrera	11/12/09
			José Villena	
			Michel Sandoval	11/12/09
		Manelsa:	Roberto Contreras	
			Eugenio Justiniano	
			Enrique Salazar Jaramillo	
		Laura Rivera C.		



TABLA DE DATOS TECNICOS
CENTRO DE CONTROL DE MOTORES (Arrancador Directo) EN MEDIA TENSION

CANTIDAD: 02 3441/3470

ITEM	DESCRIPCION	ESPECIFICADO	GARANTIZADO	UNIDADES
A CONDICIONES DE SERVICIOS GENERALES				
1.0	Altitud sobre el nivel del mar	2 577	2 577	m
2.0	Temperatura ambiente	3, +40	-20, +40	°C
3.0	Catificación sismica	Zona 3	Zona 3	
4.0	Tensión nominal de servicio (monofase)	4,16	4,16	kV
5.0	Tensión nominal máxima de servicio (trifásico)	7,2	6,0	kV
6.0	Frecuencia	60	60	Hz
7.0	Nivel de contaminación	Pesado (polvo)		-
8.0	Nivel de aislamiento (BIL)	95	80 KV BIL@1000mar/m	kVp
9.0	Tensión auxiliar servicios auxiliares	120	120	Vca
B CENTRO DE CONTROL DE MOTORES				
1.0	Fabricante		General Electric	
2.0	Marca		General Electric	
3.0	Normas de diseño fabricación y pruebas	ANSI	ANSI	
4.0	Grado de protección	NEMA 12	NEMA 12	
5.0	Montaje	Autosoportado	Autosoportado	
6.0	Espesor de la plancha	2,5	2,5	mm
7.0	Acabado y tratamiento superficial	ANSI 61/ANSI	ANSI 61	
8.0	Arrancador directo en media tensión	SI	SI	
8.1	Fabricante		General Electric	
8.2	Marca		General Electric	
8.3	Normas de diseño, fabricación y pruebas	ANSI	ANSI	
8.4	Montaje	Vertical	Vertical	
8.5	Grado de protección	NEMA12	NEMA12	
8.6	Tensión nominal de servicio	4,16	4,16	kV
8.7	Tensión nominal máxima de servicio	7,2	6,0	kV
8.8	Nivel de aislamiento (BIL)	95	80 KV BIL@1000mar/m	kVp
8.9	Grado de protección	NEMA 12	NEMA 12	
8.10	Tensión nominal en el primario	4,16	4,16	kV
8.11	Clasificación de aislamiento	115		°C
9.0	Transformadores de corriente inductivos con aislamiento seco encapsulado en resina con un devanado primario y 02 devanados secundarios	SI	NO	
9.1	Fabricante			
9.2	Marca			
9.3	Normas de diseño, fabricación y pruebas	ANSI	ANSI	
9.4	Montaje	En celdas del MCC	En celdas del MCC	
9.5	Nivel de aislamiento	95	10 kvBIL	kVp
9.6	Tensión nominal del sistema	4,16		kV
9.7	Tensión nominal máxima del sistema	7,2	600 V	kV
9.8	Relación de transformación	600:5	600:5	V
9.9	Precisión devanado de medición VA	0,5; B0,5	0,3; B0,5	-
9.10	Precisión y VA devanado de protección	0,8; B0,5	0,3; B0,5	-
9.11	Clase	C50	C50	
9.12	Capacidad térmica límite	≥ 25	≥ 25	KA
9.13	Capacidad dinámica límite	≥ 63,6		KA
10.0	Transformador de corriente toroidal	SI	SI	
10.1	Fabricante		General Electric	
10.2	Marca		General Electric	
10.3	Normas de diseño, fabricación y pruebas	ANSI	ANSI	
10.4	Montaje	En celdas del MCC	En celdas del MCC	
10.5	Relación de transformación	50:5	50:5	
10.6	Precisión	0,5; B0,5	B 0,1	kVp
10.7	Clase	C50	C 1,5	KA
10.8	Capacidad térmica	≥ 25	≥ 25	KA

REV. A


**MANUFACTURAS
ELECTRICAS S.A.**

ITEM	DESCRIPCION	ESPECIFICADO	GARANTIZADO	UNIDADES
10.9	Capacidad dinámica límite	≥ 83.5		KA
11.0	Sistema de protección y monitoreo multifunción del tipo extraíble (Draw-out) basado en microprocesadores de estado sólido	SI	SI	
11.1	Fabricante		General Electric	
11.2	Marca/Modelo		MULTI-IN 489	
11.3	Normas de diseño, fabricación y pruebas	ANSI	ANSI	
11.4	Montaje	Frontal	Frontal	
11.5	Grado de protección	NEMA12	IP 40 *	
11.6	Corriente nominal de operación	5	5	A
11.7	Temperatura de operación	5, + 85	-40, + 80	°C
11.8	Protocolo de comunicación	Ver Esp. Tec	Ver Catálogo	
11.9	Display alfanumérico dos líneas de 16 caracteres y teclado frontal para operación y lectura de datos	SI	SI	
11.10	Mensajes para eventos y reporte de fallas y registros	SI	SI	
11.11	Funciones de protección	ANSI	ANSI	
a)	ANSI 50G/51G	SI	SI	
b)	ANSI 47	SI	SI	
c)	ANSI 47	SI	SI	
d)	ANSI 37	SI	SI	
e)	ANSI 50	SI	SI	
f)	ANSI 74	SI	SI	
12.12	Funciones de monitoreo	SI	SI	
a)	Amperímetro	SI	SI	
b)	ANSI 38 (4 min. entradas RTD)	SI	SI	
c)	ANSI 49 (min. 8 entradas RTD)	SI	SI	
d)	ANSI 39 (min. 4 entradas 4-20mA)	SI	SI	
e)	Mínimo 4 salidas analógicas (4-20 mA)	SI	SI	

 Ver Planao: CSL-091500-000-EE-03 Rev. 0
 

ANEXO V



MANUFACTURAS ELECTRICAS	ESPECIFICACION TECNICA	Código de Proyecto:
		Revisión: A
		Páginas: 2
		Especialidad: ELECTRICIDAD
Proyecto: Línea III de Producción de 4200 TMPD de Clinker – YURA S.A.		
Título: ESPECIFICACION TECNICA DE SECCIONADOR DE APERTURA SIN CARGA EN 4,16 kV		

REVISION Y APROBACIÓN PARA PEDIDO

Revisión	Fecha	Revisado y aprobado		Firma
		Por	Nombre	
A	10.12.09	Yura:	Italo Villavicencio	
			Marco Herrera	
			José Villena	
		Manelsa:	Michel Sandoval	
			Roberto Contreras	
			Eugenio Justiniano	
			Enrique Salazar Jaramillo	
		Javier Rivera C		


**MANUFACTURAS
ELECTRICAS S.A.**
TABLA DE DATOS TECNICOS
**SECCIONADORES DE APERTURA SIN CARGA DE 4,16 kV
TAG.: 091500-100-SW-01**

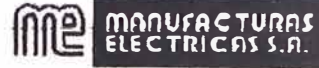
NO.	DESCRIPCION	VALOR	UNIDAD	REMARKS
1	DATOS GENERALES			
1.1	Fabricante			General Electric
1.2	Tipo			LIS
1.3	País de fabricación			México
1.4	Altitud de instalación	2 577		m.s.n.m.
1.5	Normas de fabricación	ANSI		ANSI
2	DATOS NOMINALES Y CARACTERISTICAS			
2.1	Frecuencia nominal	60		Hz
2.3	Características de tensión:			
	- Tensión nominal del sistema	4,16		kV
	- Tensión máxima del equipo	7,2		kV
	- Tensión nominal del equipo	4,16		kV
	- Corriente nominal	1000		A
	- Corriente instantánea de 1 segundo	40		kA
	- Corriente instantánea de 3 segundos	28		kA
2.4	Nivel de aislamiento: (aislador)			
	- Tensión de sostenimiento a frecuencia industrial, 1m	50		kV rms
	- Tensión de sostenimiento al impulso 1,2/50 µs	90		60KV/BIL kVp
2.5	Aislador			
	- Material	Resina epóxica		Porcelana
	- Línea total de fuga			mm
	- Línea de fuga específica	≥ 31		mm/kV
3	MASAS, DIMENSIONES Y ESQUEMAS			
3.1	Masas:			
	- Masa del seccionador bajo carga			kg
	- Masa del seccionador bajo carga en caja para transporte			kg
3.2	Dimensiones:			
	- Plano de las dimensiones exteriores del seccionador bajo carga			2250x1500x875 mm
	- Altura			2250 mm
	- Diámetro			mm
	- Dimensiones de la caja para embalaje			2400x1600x1000 mm

Ver Planos: CSL-091500-000-EE-03 Rev. 0

REV. A


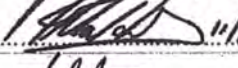
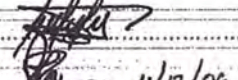

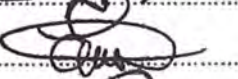



2 de 2

ANEXO VI



MANUFACTURAS ELECTRICAS	ESPECIFICACION TECNICA	Código de Proyecto:
		Revisión: A
		Páginas: 11
		Especialidad: ELECTRICIDAD
Proyecto: Línea III de Producción de 4200 TMPD de Clinker – YURA S.A.		
Titulo: BANCOS DE CONDENSADORES AUTOMATICOS Y FIJOS DE MEDIA TENSION		

REVISION Y APROBACIÓN PARA PEDIDO

Revisión	Fecha	Revisado y aprobado		Firma
		Por	Nombre	
A	10.12.09	Yura:	Ítalo Villavicencio	 11/12/09
			Marco Herrera	 11/12/09
		Maneisa:	José Villena	
			Michel Sandoval	 11/12/09
			Roberto Contreras	
			Eugenio Justiniano	
			Enrique Salazar Jaramillo	
				

REV. A


**MANUFACTURAS
ELECTRICAS S.A.**

HOJA DE DATOS TECNICOS
**BANCO DE CONDENSADORES AUTOMATICO DE MEDIA
TENSION 1250kVAR (3 ETAPAS - 5 PASOS) BC 300**

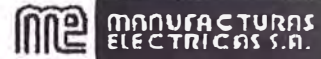
CANTIDAD: 01 de 1

1250 kVAR

ITEM	DESCRIPTION	UNITS	REQUIRED	QUOTED
1.0	GENERAL			
1.1	Supplier			Manisa
1.2	Manufacturer		NEMA	Manisa
1.3	Location of assembly plant			Av. Oscar R. Benavides 1215 - Lima
1.4	Primary standard:			
1.6	Tag		091500-000-BCF-01	091500-000-BCF-01
2.0	SITE CONDITIONS			
2.1	Ambient temperature:			
2.1.1	Minimum	°C	+3	SI
2.1.2	Maximum	°C	+40	SI
2.1.3	Average	°C	+32	SI
2.2	Altitude	m.s.n.m.	2 577	2 577
2.3	Humidity	%	75 - 95	SI
2.4	Atmosphere: (Salty / Abrasive Dust / Sulfuric Acid)		Abrasive Dust	SI
2.5	Area Classification: Class / Group / Division		-	
2.6	Service Duty: (Normal / Severe)		Severe	
2.7	Others		-	
3.0	ENCLOSURE AND HOUSING			
3.1	Installation:			
3.1.1	Outdoor			
3.1.2	Indoor		Yes	SI
3.1.3	Dustproof			
3.2	Protection Grade:			
3.2.1	NEMA 1			
3.2.2	NEMA 1 gasketed			
3.2.3	NEMA 2			
3.2.4	NEMA 3R			
3.2.5	NEMA 4			
3.2.6	NEMA 12		Yes	SI
3.2.7	Other			
3.3	Doors:			
3.3.1	Gasketed		Yes	SI
3.3.2	Hinged tight			
3.4	Insulation:			
3.4.1	None			
3.4.2	with vent fans			
3.4.3	completely factory preassembled		Yes	SI
4.0	RATINGS			
4.1	Rated Maximum Voltage Fase - Fase	kV	7.2	7.2
4.2	Voltage of operation	kV	4.16	4.16
4.3	Nominal Voltage Class	kV	5	5
4.4	Rated BIL @ meters above sea level according site condition	kV	95	95 @1000 msnm
4.5	Frequency	Hz	60	60
4.6	kVAR nominal of Bank Capacitor	kVAR	1 250	1250
5.0	SHORT CIRCUIT CURRENT			
5.1	Three Phase Short Circuit Rating at Capacitor Bank	kA	50	40

REV. A

2 de 11



ITEM	DESCRIPTION	UNIT	REQUIRED	FULFILLED
5.2	X/R	symmetrical		
5.3	Available Incoming Line I2I in (10 ⁴ g Amperes-Square Seconds)			
6.0	INCOMING			
6.1	Incoming Line:			
6.1.1	Cable		Yes	SI
6.1.2	Top entry			
6.1.3	Bottom entry		Yes	SI
6.1.4	Lugs by manufacture		Yes	SI
6.2	Cable			
6.2.1	Cables by phase		1	1
6.2.2	Neutral			
6.3	Other			Barras de Cu
7.0	POWER SWITCH FUSE			
7.1	Manufacturer		ANSI	ABB
7.2	Model			VersaRupter
7.3	Catalog N°			VA3D1504U08
7.4	Switch Size:			
7.5.1	200	A		
7.5.2	400	A	400	
7.5.3	600	A		600
7.5.4	800	A		
7.6	Class	kV	6.5	15
7.7	Assembly:			
7.7.1	Fixed		Yes	SI
7.7.2	Draw - Out			
7.8	Key Interlock		Yes	SI
8.0	FUSES			
7.1	Manufacturer		NEMA	SIBA
7.2	Model			
7.3	Catalog N°			30 100 14.315
7.4	Type			
7.4.1	Current Limiting		Yes	SI
7.4.2	Boric Acid (Expulsion Type)			
7.4.3	Nonfused			
7.5	Fuse rating			
7.5.1	Continuous current rating range	A	200	315
7.5.2	Interrupting rating	kA symmetrical	50	50
9.0	SURGE ARRESTER			
9.1	Manufacturer		ANSI	GENERAL ELECTRIC
9.2	Model			Trenquell
9.3	Catalog N°			8L11XPA006S
9.4	Type		Metal - Oxide - Varistor	Metal - Oxide - Varistor
9.5	Class	kV	6	6
9.6	Arrester Rating	kA	10	10
9.7	MOOV	kV	5.1	5.1
9.8	Energy dissipated	kJ / kV		
10.0	REACTOR			

REV. A


**MANUFACTURAS
ELECTRICAS S.A.**

ITEM	DESCRIPTION	UNITS	REQUIRED	QUOTED
10.1	Manufacturer			NEPSI
10.2	Model			
10.3	Catalog N°			TJR 40
10.4	Type		Dry	
10.5	Insulating Class	kV	5	16
10.6	Core		Vacuum	
10.7	Applied voltage	kV	4.16	4.16
10.8	Current nominal (1.43 in of bank)	A	300	100 - 200
10.9	Type cable		Copper	SI
10.10	Enclosure spool		Fibre of glass	
10.11	Montage:			
10.11.1	Vertical			SI
10.11.2	Horizontal			
11.0	INTERRUPTOR MONOFASICO			
11.1	Manufacturer			Justyn
11.2	Size	A	200	200
11.3	Type			
11.3.1	Fibred			SI
11.3.2	Cu wire			
11.3.3	Al wire			
12.0	CAPACITOR			
12.1	Manufacturer			General Electric
12.2	Model			Dialektrol
12.3	Catalog N°			Ver Oferta
12.4	Type			
12.5	BRL	kV	95	95
12.6	According IEC 871			SI
12.7	applied voltage	kV	4.16	4.16
12.8	Total Reactive Power	kVAr	1250	1250
12.9	Chock wave			
12.10	Permissible Overvoltage - large time (8 hours)	%	110	
12.11	Permissible Overvoltage - short time (5 min.)	%	30	
12.12	Overcurrent due harmonics			
12.13	Losses Factor			
12.14	Dissipation including discharge resistance			SI
12.15	Capacitor Tolerance	%	-5 a 15	
13.0	POWER FACTOR REGULATOR			
13.1	Manufacturer			NOKIAN
13.2	Model			
13.3	Catalog N°			NC-12
14.0	CONTROL POWER			
14.1	Control Voltage:			
14.1.1	120 VAC		Yes	SI
14.1.2	24 VDC			
14.2	Control Voltage: Line Voltage			
14.2.1	Individual control power transformers, each with 100 VA extra capacity, primary fuses and a second fuse			
14.2.2	Integral Vac main control power, transformer			
14.2.3	Vdc control power supply with VA extra capacity prewired to all units via auxiliary contacts on unit disconnects			
14.2.4	Surge suppression for each contactor and relay coil			

REV. A

4 de 11



MANUFACTURAS
ELECTRICAS S.A.

DESCRIPTION				
15.0	NEMA CLASS AND WIRING TYPE			
15.1	Class I			SI
15.2	Class II			
15.3	Type A			
15.4	Type B			
15.5	Type C			
16.0	WIRING, WIRE MARKERS AND NUMBERING			
16.1	Manufacturer's standard 600 V Cu			
16.2	7200 V Cu type AWM			
16.3	7200 V Cu type MTW			
16.4	7200 V Cu CSA type TEW			
16.5	7200 V Cu type SIS/SLS EPR			
16.6	7200 V Cu type SIS/SLS XLPE		Yes	SI
16.7	#14 AWG control wire (minimum)			
16.8	#12 AWG power wire (minimum)		Yes	SI
16.9	Wire markers are:			
16.9.1	not required			
16.9.2	required		Yes	SI
16.9.3	sleeve type			
16.10	Wire and terminal numbering			
16.10.1	NEMA plus manufacturer's standard		Yes	SI
16.10.2	NEMA plus Buyer's standard			
17.0	CONTROL TERMINAL BLOCKS			
17.1	Terminals			
	Pressure or clamp type		Yes	SI
	Screw type for ring or spade lugs			
17.2	Terminal capacity for field wiring			
	1 # 20 AWG to 1 # 10 AWG per terminal			
	2 # 12 per terminal			
17.3	Unit control terminal blocks			
	Fixed			SI
	Drawout or pull-apart		Yes	N/A
17.4	Spare terminals			
	Spare terminals (minimum)	%	20	20
18.0	ADDITIONAL ACCESSORIES			
18.1	Current Transformers			
18.2	Key interlock system			
18.3	Power meters			
19.0	NAMEPLATES			
19.1	Engraved Lamicoil plastic nameplates, black letters with white background.		Yes	SI
19.2	Stamped stainless steel nameplates with paint filled letters.			
19.3	Equipment nameplates mounted with machine screws only.			
19.4	Nameplates with Buyer's equipment tag number required for each item of equipment			
19.5	Nameplates required for each compartment, control switch, terminal board, instrument, relay, meter, or other device.			
20.0	SPECIAL FEATURES			
20.1	Space Heaters		By vendor	SI
20.2	Control voltage	Vac	220	125(propio)
20.3	Hinged Rear Door			

REV. A

5 de 11


me MANUFACTURAS
ELECTRICAS S.A.

ITEM	DESCRIPTION	UNITS	REQUIRED	BLICED
20.4	Size 5 and 6 contactors shall be vacuum-break contactors			
20.5	Lugs or terminals shall be provided for all external connections		By vendor	
20.6	Forced Ventilation		By vendor	SI
21.0 OTHER REQUIREMENTS				
21.1	Selector switch		Yes	SI
21.2	Indicating light		Yes	SI
21.3	Control power transformer		Yes	SI
22.0 TEST AND INSPECTIONS				
22.1	Inspection by Buyer		Yes	SI
22.2	Routine Tests			SI
	Witnessed			
22.3	Special Tests			NO
	Witnessed			
23.0 PACKAGING FOR SHIPMENT				
23.1	Export Packing Required for Sea Shipment			SI
23.2	Outdoor Storage Packing Required			SI


**ME MANUFACTURAS
ELECTRICAS S.A.**

**HOJA DE DATOS TECNICOS
BANCO DE CONDENSADORES FIJO DE MEDIA TENSION**

CANTIDAD: 02 de 850 kVAR

ITEM	DESCRIPTION	UNITS	REQUIRED	QUOTED
1.0	GENERAL			
1.1	Supplier			
1.2	Manufacturer		NEMA	GE
1.3	Location of assembly plant			
1.4	Primary standard:			IEEE std 18-1992
1.5	Tag		091600-000-BCF-02 091600-000-BCF-03	NA
2.0	SITE CONDITIONS			
2.1	Ambient temperature:			
2.1.1	Minimum	°C	+3	OK
2.1.2	Maximum	°C	+40	OK
2.1.3	Average	°C	+32	OK
2.2	Altitude	m.s.n.m.	2 577	2577
2.3	Humidity	%	75 - 95	85% NON-CONDENSING
2.4	Atmosphere: (Salty / Abrasive Dust / Sulfuric Acid)		Abrasive Dust	OK
2.5	Area Classification: Class / Group / Division		--	
2.6	Service Duty: (Normal / Severe)		Severe	OK
2.7	Others		--	
3.0	ENCLOSURE AND HOUSING			
3.1	Installation:			
3.1.1	Outdoor			
3.1.2	Indoor		Yes	OK
3.1.3	Dustproof			
3.2	Protection Grade:			
3.2.1	NEMA 1			
3.2.2	NEMA 1 gasketed			
3.2.3	NEMA 2			
3.2.4	NEMA 3R			
3.2.5	NEMA 4			
3.2.6	NEMA 12		Yes	INDOOR DUSTPROOF
3.2.7	Other			
3.3	Doors:			
3.3.1	Gasketed		Yes	NA
3.3.2	Hinged rest			
3.4	Housing:			
3.4.1	None			
3.4.2	with vent fans			
3.4.3	completely factory preassembled		Yes	YES
4.0	RATINGS			
4.1	Rated Maximum Voltage Phase - Phase	kV	7.2	VER 12.10 Y 12.11
4.2	Voltage of operation	kV	4.16	4.16
4.3	Nominal Voltage Class	kV	5	NA
4.4	Rated BIL @ meters above sea level according site condition	kV	85	65@2577 msnm
4.5	Frequency	Hz	60	60
4.6	kVAR nominal of Bank Capacitor	kVAR	850	850
5.0	SHORT CIRCUIT CURRENT			
5.1	Three Phase Short Circuit Rating at Capacitor Bank	KA	80	NA

REV. A

7 de 11


**ME MANUFACTURAS
ELECTRICAS S.A.**

ITEM	DESCRIPTION	UNITS	REQUIRED	QUOTED
		symmetrical		
6.2	X/R			
5.3	Available Incoming Line I2t In (10 ⁴ Amperes-Square Seconds)			
6.0	INCOMING			
6.1	Incoming Line:			
6.1.1	Cable		Yes	YES
6.1.2	Top entry			
6.1.3	Bottom entry		Yes	NO (SIDE)
6.1.4	Lugs by manufacture		Yes	PER DRAWING
6.2	Cable			
6.2.1	Cables by phase		1	1
6.2.2	Neutral			
6.3	Other			
7.0	POWER SWITCH FUSE			NA
7.1	Manufacturer		NEMA	
7.2	Model			
7.3	Catalog N°			
7.4	Switch Size:			
7.5.1	200	A		
7.5.2	400	A	Yes	
7.5.3	600	A		
7.5.4	800	A		
7.6	Class	KV	6.6	
7.7	Assembly:			
7.7.1	Fixed		Yes	
7.7.2	Draw - Out			
7.8	Key Interlock		Yes	
8.0	FUSES			
7.1	Manufacturer		NEMA	PER MANUFACTURER RECOMMENDATION
7.2	Model			
7.3	Catalog N°			
7.4	Type			
7.4.1	Current Limiting		Yes	YES
7.4.2	Boric Acid (Expulsion Type)			
7.4.3	Nonfused			
7.6	Fuses rating			
7.5.1	Continuous current rating range	A	200	75A X 9 FUSES
7.5.2	Interrupting rating	kA symmetrical	50	50
9.0	BURGE ARRESTER			NA
9.1	Manufacturer			
9.2	Model			
9.3	Catalog N°			
9.4	Type		Metal - Oxide - Varistor	
9.5	Class	KV	6	
9.6	Arrester Rating	kA	10	
9.7	MCOV			
9.8	Energy dissipated	kJ / KV		

REV. A



ITEM	DESCRIPTION	UNITS	REQUIRED	PROVIDED
10.0	REACTOR			NA
10.1	Manufacturer			
10.2	Model			
10.3	Catalog N°			
10.4	Type		Dry	
10.5	Insulating Class	kV	5	
10.6	Core		Vacuum	
10.7	Applied voltage	kV	4.16	
10.8	Current nominal (1.43 in of bank)	A	280	
10.9	Type cable		Copper	
10.10	Enclosure spool		Fibre of glass	
10.11	Mounting:			
10.11.1	Vertical			
10.11.2	Horizontal			
11.0	CONTACTOR			NA
11.1	Manufacturer			
11.2	Size	A	300	
11.3	Type			
11.3.1	Fixed			
11.3.2	Cu wire			
11.3.3	Al wire			
12.0	CAPACITOR			
12.1	Manufacturer			GE
12.2	Model			HWT
12.3	Catalog N°			37F062566Z
12.4	Type			
12.5	Insulating Class	kV	5	5
12.6	According IEC 831			
12.7	Applied voltage	kV	4.16	YES
12.8	Total Reactive Power	kVAr	850	YES
12.9	Chock wave			
12.10	Permissible Overvoltage - large time (8 hr/day)	%	110	YES
12.11	Permissible Overvoltage - short time (5 min.)	%	30	YES
12.12	Overcurrent due harmonics			
12.13	Losses Factor			
12.14	Dissipation including discharge resistance			
12.15	Capacitor Tolerance	%	-5 a 15	-0/+10%
13.0	PROTECTIVE RELAYS AND METERING			NA
13.1	PROTECTIVE RELAYS			
13.1.1	Relay Manufacturers:			
	a) Type		By vendor	
	a) Model		By vendor	
13.1.2	General Requirements:			
	a) Semi-flush mounted draw out case relays only.		Yes	
	b) With individual targets for each function.			
	c) Solid state microprocessor based multi-function type.			
	d) Electro-mechanical relays.			
	e) Relays which are not significantly affected by harmonics.			
	f) Each lockout relay operating coil and its control circuit monitored by a white			

REV. A

9 de 11



ITEM	DESCRIPTION	UNITS	REQUIRED	QUOTED
	indicating light connected at the end of the circuit.			
13.2	METERING			NA
13.2.1	One percent accuracy 4.5" (114 mm) nominal square analog switchboard meters with 240° minimum deflection			
13.2.2	One percent accuracy digital switchboard meters with analog bar			
13.2.3	Analog indicating meters with taut band suspension, except for synchroscopes and power factor meters			
13.2.4	Indicating meters shall be semi-flush draw out type mounted on the front of the capacitor bank			
13.2.5	Microprocessor-Based Multifunction Metering System		Yes	
13.3	Refer to One Line Diagram for Individual Breaker details, Relaying, Metering and other accessories.			
14.0	CONTROL POWER			NA
14.1	Control Voltage:			
14.1.1	120 VAC		Yes	
14.1.2	24 VDC			
14.2	Control Voltage: Line Voltage			
14.2.1	Individual control power transformers, each with 100 VA extra capacity, primary fuses and a second fuse			
14.2.2	Integral Vac main control power, transformer			
14.2.3	Vdc control power supply with VA extra capacity provided to all units via auxiliary contacts on unit disconnects			
14.2.4	Surge suppression for each contactor and relay coil			
15.0	NEMA CLASS AND WIRELESS TYPE			NA
15.1	Class I			
15.2	Class II			
15.3	Type A			
15.4	Type B			
15.5	Type C			
16.0	WIRING, WIRE MARKERS AND NUMBERING			NA
16.1	Manufacturer's standard 600 V Cu			
16.2	7200 V Cu type AWM			
16.3	7200 V Cu type MTW			
16.4	7200 V Cu CSA type TEW			
16.5	7200 V Cu type SISLS EPR			
16.6	7200 V Cu type SISLS XLPE		Yes	SI
16.7	#14 AWG control wire (minimum)			
16.8	#12 AWG power wire (minimum)		Yes	SI
16.9	Wire markers are:			
16.9.1	not required			
16.9.2	required		Yes	SI
16.9.3	sleeve type			
16.10	Wire and terminal numbering			
16.10.1	NEMA plus manufacturer's standard		Yes	SI
16.10.2	NEMA plus Buyer's standard			
17.0	CONTROL TERMINAL BLOCKS			NA
17.1	Terminals			
	Pressure or clamp type		Yes	
	Screw type for ring or spade lugs			
17.2	Terminal capacity for field wiring			

REV. A

10 de 11



ITEM	DESCRIPTION	UNITS	REQUIRED	QUOTED
	1 # 20 AWG to 1 # 10 AWG per terminal			
	2 # 12 per terminal			
17.3	Unit control terminal blocks			
	Fixed			
	Drawout or pull-apart		Yes	
17.4	Spare terminals			
	Spare terminals (minimum)	%	20	
18.0	ADDITIONAL ACCESORIES			NA
18.1	Current Transformers			
18.2	Key interlock system			
18.3	Power meters			
18.4	Timer for connections		Yes	
18.0	NAMEPLATES			
19.1	Engraved Laminoid plastic nameplates, black letters with white background.		Yes	ADHESIVE NAMEPLATE
19.2	Stamped stainless steel nameplates with paint filled letters.			
19.3	Equipment nameplates mounted with machine screws only.			
19.4	Nameplates with Buyer's equipment tag number required for each item of equipment			
19.5	Nameplates required for each compartment, control switch, terminal board, instrument, relay, motor, or other device.			
20.0	SPECIAL FEATURES			NA
20.1	Space Heaters		By vendor	
20.2	Ammeter and test push-button	Vac	220	
20.3	Hinged Rear Door			
20.4	Size 5 and 6 contactors shall be vacuum-break contactors			
20.6	Lugs or terminals shall be provided for all external connections		By vendor	
20.6	Forced Ventilation		By vendor	
21.0	OTHER REQUIREMENTS			
21.1	Selector switch		Yes	NA
21.2	indicating light		Yes	YES
21.3	Control power transformer		Yes	NA
22.0	TEST AND INSPECTIONS			
22.1	Inspection by Buyer		Yes	SI
22.2	Routine Tests			
	Witnessed			
22.3	Special Tests			
	Witnessed.			
23.0	PACKAGING FOR SHIPMENT			
23.1	Export Packing Required for Sea Shipment			SI
23.2	Outdoor Storage Packing Required			SI

[Handwritten signatures]

ANEXO VII

En el presente anexo se muestra la cantidad y los costos de los equipos a suministrar.

Tabla N° 1: Costos – Transformadores de Distribución de 15-20MVA

Ítem	Descripción	Marca	Cant.	V.Unitario (US \$)	V.Venta Total (US \$)
	EQUIPAMIENTO ELECTRICO				
1	Transformador de distribución de 15/20MVA	GE Prolec	1	250832.25	250832.25
2	Pruebas en laboratorio de GE Prolec	GE Prolec	1	10000	10000
3	Repuestos: Bushing de AT y BT	GE Prolec	1	5016.65	5016.65
4	Pruebas de rutina en las instalaciones de Manelsa por Contratista: Qualitas	Manelsa	1	4200	4200
	OTROS				
5	Ingeniería, control de calidad	Manelsa	1	2500	2500
6	Importación - Nacionalización del Transformador	Manelsa	1	17909.42	17909.42
7	Embalaje de los instrumentos de medida del transformador	Manelsa	1	263.53	263.53
8	Transporte a las instalaciones de Yura - Incluye alquiler de grúa	Manelsa	1	3500	3500
TOTAL					294221.8477

Fuente: Propia

Tabla N° 2: Costos – Resistencia de neutro puesta a tierra

Ítem	Descripción	Marca	Cant.	V.Unitario (US \$)	V.Venta Total (US \$)
	EQUIPAMIENTO ELECTRICO				
1	Resistencia de neutro puesta a tierra	Megaresistor	1	3201.96	3201.96
	OTROS				
2	Ingeniería, control de calidad, mano de obra	Manelsa	1	215	215
3	Importación - Nacionalización de la resistencia	Manelsa	1	246.44	246.44
TOTAL					3663.4

Fuente: Propia

Tabla N° 3: Costos – Ducto de Barras de Media Tensión

Ítem	Descripción	Marca	Cant.	V.Unitario (US \$)	V.Venta Total (US \$)
	EQUIPAMIENTO ELECTRICO				
1	Ductor de Barras de 3000A - Mecánica	Manelsa	1	44143.62	44143.62
2	Heaters	Manelsa	4	150	600
3	Cable apantallado	Manelsa	25	10.00	250.00
4	Barra flexible - shunt	Manelsa	1	4200	4200
5	Aisladores		32	15	480
6	Manga termocontraíble		60	20	1200
7	Gargantas		2	400	800
	OTROS				
8	Ingeniería, control de calidad, mano de obra	Manelsa	1	1500	1500
9	Embalaje de madera	Manelsa	1	1000	1000
10	Transporte a las instalaciones de Yura	Manelsa	1	600	600
TOTAL					54773.62

Fuente: Propia

Tabla N° 4: Costos – Celda de Media Tensión de Llegada

Descripcion	Catalogo	Cant.	V.V UNIT. (\$)	V.V TOTAL (\$)
EQUIPOS				
1. PowerVac OEM Breaker Elements				
PowerVac OEM Breaker -7.2kV, 500MVA, 3000A, 125VDC	PVSC3A1A2A2202E1A2	1	12,455.44	12,455.44
Manual Racking Handle	0209B5075G001	1	117.22	117.22
ML 18/H Manual Charge Handle	0282A7227P001	1	33.28	33.28
Breaker Accessories Kit-ML 18	0282A3080G002	1	64.28	64.28
2. PowerVac OEM Frame Elements				
Key Interlock Mounting	0348A9304G025	1	189.06	189.06
3. PowerVac OEM Parts				
Universal Main Bus Boot	0144D2836G002	3	34.03	102.09
Primary Boot	0177C3203P001	6	18.91	113.44
Boot Plug	0209B4542P001	6	3.78	22.69
Interunit Bus Support Polyester 3000A	0144D2154P007	1	45.38	45.38
Standoff Insulators	0177C3938G001	3	60.50	181.50
Keylock Bracket	0209B5078G001	1	18.91	18.91
CT Mounting Hardware 1-CT Standard Accuracy	0209B5010G001	3	18.91	56.72
Edge trim double	21450007800	2	1.63	3.25
Lift Truck	0144D2933G001	1	1,452.00	1,452.00
4. Instrument Transformers & Surge Arresters				
0.6KV CT 6.50" ID C200 3000:5	780-302	3	273.81	821.42
600V CT 7.31" ID C20 50:5	143-500	1	357.09	357.09
CPT 3KVA 4160/120-240V w/ fuses	CPT3-60-3-4161-FF	1	1,584.47	1,584.47
MV VT 4200:120V 1500VA 2 Fuses	PTG4-2-75-422-FF	2	1,422.42	2,844.84
6kV Station Class Polymer Arrester	9L11XPA006S	3	651.42	1,954.26
5. Low Voltage Equipment				
Relé de protección para Transformador GE Multilin	T80	1	11,700.00	11,700.00
Borrera de prueba GE Multilin	PK-2	1	247.50	247.50
Enchufe de prueba GE Multilin	PK-4	1	262.50	262.50
Circuit breaker Control Switch	16SB1B14X2	1	262.14	262.14
Heavy Duty Indicating Lights LED-PTT, Red	CR104PLT82R	1	47.28	47.28
Heavy Duty Indicating Lights LED-PTT, Green	CR104PLT82G	1	47.28	47.28
3x2A G80 Mini-C/B, 20kA/240V, curve C	G63C02	2	32.14	64.28
2x8A G80 Mini-C/B, 20kA/240V, curve C	G62C06	1	14.28	14.28
2x16A G80 Mini-C/B, 20kA/240V, curve C	G62C16	2	11.90	23.80
C/Calentación 20W e iluminación incandescente a 220V		1	133.30	133.30
Borne p/cable flexible/rígido 4/6mm2	BPN-04	65	0.48	31.20
Separador eléctrico grande	TP-BPN	10	0.52	5.20
Tope extremo	EK2	2	0.55	1.10
ESTRUCTURA 2-HIGH CON POWERVACS				
Celda 2-High, 7.2 kV A=Rollout, B= 3000A, Lado intermedio	PVH3E1C4E2A2B5KJGF	1	12,572.66	12,572.66
C/Piso Columna 2-High c/Powervac		1	100.00	100.00
ESTRUCTURA				
Barras 6" x 1/4"		9	200.00	1,800.00
Barras 80 x 10mm		18	127.00	2,286.00
Manga termocontraible (barras 10/80) TAME130/34		15	30.92	463.79
Cinta vulcanizante HBIT-2		2	72.15	144.29
Masilla dielectrica (cinta 125)		1	5.48	5.48
Cable de control SIS 14 AWG		250	0.92	230.00
Marcadores de Cables		1	150.00	150.00
Materiales varios soportes, laterales esp.		1	116.88	116.88
Ingeniería, Mano de Obra y Control de Calidad		1	58.44	58.44
Embalaje de madera Caja 2400x1100x2400mm		1	283.65	283.65
Transporte hacia almacenes en Lima		1	80.00	80.00
VARIOS				
Seguro			0.10%	53.53
Imprevistos			2.00%	1,071.64
V.V.TOTAL CELDA DE LLEGADA 4.16KV 3000A				54,653.53
TAG: AD312 /328				

Fuente: Propia

Tabla N° 5: Costos – Celda de Media Tensión de Contingencia

Descripcion	Catalogo	Cant.	V.V UNIT. (\$)	V.V TOTAL (\$)
EQUIPOS				
1. PowerVac OEM Breaker Elements				
PowerVac OEM Breaker -7.2kV, 500MVA, 3000A, 125VDC	PVSC3A1A2A2202E1A2	1	12,455.44	12,455.44
Manual Racking Handle	0209B5075G001	1	117.22	117.22
ML18/H Manual Charge Handle	0282A7227P001	1	33.28	33.28
Breaker Accesories Kit-ML18	0282A3080G002	1	64.28	64.28
2. PowerVac OEM Frame Elements				
Key Interlock Mounting	0346A9304G025	1	189.06	189.06
3. PowerVac OEM Parts				
Universal Main Bus Boot	0144D2838G002	3	34.03	102.09
Primary Boot	0177C3203P001	6	18.91	113.44
Boot Plug	0209B4542P001	6	3.78	22.69
Interunit Bus Support Polyester 3000A	0144D2154P007	1	45.38	45.38
Standoff Insulators	0177C3938G001	3	60.50	181.50
Keylock Bracket	0209B5078G001	1	18.91	18.91
CT Mounting Hardware 1-CT Standard Accuracy	0209B5010G001	3	18.91	56.72
Edge trim double	21450007800	2	1.63	3.25
Lift Truck	0144D2933G001	1	1,452.00	1,452.00
4. Instrument Transformers & Surge Arresters				
0.6KV CT 6.50" ID C200 3000:5	780-302	3	273.81	821.42
600V CT 7.31" ID C20 50:5	143-500	1	357.09	357.09
CPT 3kVA 4160/120-240V w/ fuses	CPT3-60-3-4161-FF	1	1,584.47	1,584.47
MV VT 4200:120V 1500VA 2 Fuses	PTG4-2-75-422-FF	4	1,422.42	5,889.67
6kV Station Class Polymer Arrester	9L11XPA006S	3	651.42	1,954.28
5. Low Voltage Equipment				
Relé de protección para Transformador GE Multilin	T60	1	11,700.00	11,700.00
Bomera de prueba GE Multilin	PK-2	1	247.50	247.50
Enchufe de prueba GE Multilin	PK-4	1	262.50	262.50
Circuit breaker Control Switch	16SB1B14X2	1	262.14	262.14
Heavy Duty Indicating Lights LED-PTT, Red	CR104PLT82R	1	47.28	47.28
Heavy Duty Indicating Lights LED-PTT, Green	CR104PLT82G	1	47.28	47.28
3x2A G60 Mini-C/B, 20kA/240V, curve C	G63C02	2	32.14	64.28
2x6A G60 Mini-C/B, 20kA/240V, curve C	G62C06	1	14.28	14.28
2x16A G60 Mini-C/B, 20kA/240V, curve C	G62C18	2	11.90	23.80
C/Calentamiento 20W e iluminación incandescente a 220V		1	133.30	133.30
Borne p/cable flexible/rígido 4/8mm ²	BPN-04	65	0.48	31.20
Separador eléctrico grande	TP-BPN	10	0.52	5.20
Tope extremo	EK2	2	0.55	1.10
ESTRUCTURA 2-HIGH CON POWERVACS				
Celda 2-High, 7.2 KV A=Rollout, B= 3000A, Lado intermedio	PVH3E1C4E2A2B5KJGF	1	12,572.66	12,572.66
C/Piso Columna 2-High c/PowerVacs		1	100.00	100.00
ESTRUCTURA				
Barras 6" x 1/4"		9	200.00	1,800.00
Barras 80 x 10mm		18	127.00	2,286.00
Manga termocoñtráctil (barra 10/80) TAME130/34		15	30.92	463.79
Cinta vulcanizante HBIT-2		2	72.15	144.29
Masilla dieléctrica (cinta 125)		1	5.48	5.48
Cable da control SIS 14 AWG		250	0.92	230.00
Marcadores de Cables		1	150.00	150.00
Materiales varios soportes, letreros esp.		1	116.88	116.88
Ingeniería, Mano de Obra y Control de Calidad		1	58.44	58.44
Embalaje de madera Caja 2400x1100x2400mm		1	283.65	283.65
Transporte hacia almacenes en Lima		1	80.00	80.00
VARIOS				
Seguro			0.11%	63.45
Imprevistos			3.20%	1,805.97
V.V.TOTAL CELDA DE LLEGADA CONT. 4.16KV 3000A TAG: AD320				58,242.62

Fuente: Propia

Tabla N° 6: Costos – Celda de Media Tensión Tie Break

Descripcion	Catalogo	Cant.	V.V UNIT. (\$)	V.V TOTAL (\$)
EQUIPOS				
1. PowerVac OEM Breaker Elements				
PowerVac OEM Breaker -7.2kV, 500MVA, 3000A, 125VDC	PVSC3A1A2A2202E1A2	1	12,455.44	12,455.44
Breaker Accesories Kit-ML18	0282A3060G002	1	64.28	64.28
2. PowerVac OEM Frame Elements				
Key Interlock Mounting	0346A9304G025	1	189.06	189.06
3. PowerVac OEM Parts				
Universal Main Bus Boot	0144D2836G002	3	34.03	102.09
Primary Boot	0177C3203P001	6	18.91	113.44
Boot Plug	0209B4542P001	8	3.78	22.69
Interunit Bus Support Polyester 3000A	0144D2154P007	1	45.38	45.38
Standoff Insulators	0177C3936G001	3	60.50	181.50
Keylock Bracket	0209B5078G001	1	18.91	18.91
CT Mounting Hardware 1-CT Standard Accuracy	0209B5010G001	3	18.91	56.72
Edge trim double	21450007800	2	1.63	3.25
4. Instrument Transformers & Surge Arresters				
0.6KV CT 6.50" ID C200 3000:5	780-302	3	273.81	821.42
600V CT 7.31" ID C20 50:5	143-500	1	357.09	357.09
6kV Station Class Polymer Arrester	9L11XPA006S	3	651.42	1,954.26
5. Low Voltage Equipment				
Relé de protección para Feeder GE Multilin	F60	1	8,985.00	8,985.00
Bomera de prueba GE Multilin	PK-2	1	247.50	247.50
Circuit breaker Control Switch	16SB1B14X2	1	262.14	262.14
Heavy Duty Indicating Lights LED-PTT, Red	CR104PLT82R	1	47.28	47.28
Heavy Duty Indicating Lights LED-PTT, Green	CR104PLT82G	1	47.28	47.28
3x2A G60 Mini-C/B, 20kA/240V, curve C	G63C02	2	32.14	64.28
2x6A G60 Mini-C/B, 20kA/240V, curve C	G62C06	1	14.28	14.28
2x16A G60 Mini-C/B, 20kA/240V, curve C	G62C16	2	11.90	23.80
C/Calefacción 20W e Iluminación incandescente a 220V		1	133.30	133.30
Borne p/cable flexible/rigido 4/6mm2	BPN-04	65	0.48	31.20
Separador eléctrico grande	TP-BPN	10	0.52	5.20
Tope extremo	EK2	2	0.55	1.10
ESTRUCTURA 2-HIGH CON POWERVACS				
Celda 2-High, 7.2 kV A=Blank, B= 3000A, Lado intermedio	PVH3E1C4E2A2B5AXGF	1	11,343.75	11,343.75
C/Piso Columna 2-High c/Powervacs		1	100.00	100.00
ESTRUCTURA				
Barra 6" x 1/4"		9	200.00	1,800.00
Barra 80 x 10mm		18	127.00	2,286.00
Manga termocontraible (barra 10/80) TAME130/34		15	30.92	463.79
Cinta vulcanizante HBIT-2		2	72.15	144.29
Masilla dielectrica (cinta 125)		1	5.48	5.48
Cable de control SIS 14 AWG		250	0.92	230.00
Marcadores de Cables		1	150.00	150.00
Materiales varios soportes, letreros esp.		1	116.88	116.88
Ingeniería, Mano de Obra y Control de Calidad		1	58.44	58.44
Embalaje de madera Caja 2400x1100x2400mm		1	283.65	283.65
Transporte hacia almacenes en Lima		1	80.00	80.00
VARIOS				
Seguro			0.10%	43.31
Imprevistos			2.00%	867.07
V.V.TOTAL CELDA TIE BREAK 4.16KV 3000A TAG: AD316 /324				44,220.06

Fuente: Propia

Tabla N° 7: Costos – Celda de Media Tensión de Salida de 2000A

Descripcion	Catalogo	Cant.	V.V UNIT. (\$)	V.V TOTAL (\$)
EQUIPOS				
1. PowerVac OEM Breaker Elements				
PowerVac OEM Breaker -7.2kV, 500MVA, 2000A, 125VDC	PVSC2A1A2A2202E1A2	1	7,407.47	7,407.47
Breaker Accesories KIT-ML18	0282A3060G002	1	64.28	64.28
2. PowerVac OEM Frame Elements				
Key Interlock Mounting	0346A9304G025	1	189.06	189.06
3. PowerVac OEM Parts				
Universal Main Bus Boot	0144D2836G002	3	34.03	102.09
Primary Boot	0177C3203P001	6	18.91	113.44
Boot Plug	0209B4542P001	6	3.78	22.69
Interunit Bus Support Polyester 2000A	0144D2154P007	1	45.38	45.38
Standoff Insulators	0177C3936G001	3	60.50	181.50
Keylock Bracket	0209B5078G001	1	18.91	18.91
CT Mounting Hardware 1-CT Standard Accuracy	0209B5010G001	3	18.91	56.72
Edge trim double	21450007800	2	1.63	3.25
4. Instrument Transformers & Surge Arresters				
0.6KV CT 6.50" ID C200 2000:5	780-202	3	273.81	821.42
600V CT 7.31" ID C20 50:5	143-500	1	357.09	357.09
6kV Station Class Polymer Arrester	9L11XPA006S	3	651.42	1,954.26
5. Low Voltage Equipment				
Relé de protección para Feeder GE Multilin	F60	1	8,985.00	8,985.00
Bornera de prueba GE Multilin	PK-2	1	247.50	247.50
Circuit breaker Control Switch	16SB1B14X2	1	262.14	262.14
Heavy Duty Indicating Lights LED-PTT, Red	CR104PLT82R	1	47.28	47.28
Heavy Duty Indicating Lights LED-PTT, Green	CR104PLT82G	1	47.28	47.28
3x2A G60 Mini-C/B, 20kA/240V, curve C	G83C02	2	32.14	64.28
2x6A G60 Mini-C/B, 20kA/240V, curve C	G62C06	1	14.28	14.28
2x16A G60 Mini-C/B, 20kA/240V, curve C	G62C16	2	11.90	23.80
C/Calefacción 20W e iluminación incandescente a 220V		1	133.30	133.30
Borne p/cable flexible/rígido 4/6mm ²	BPN-04	65	0.48	31.20
Separador eléctrico grande	TP-BPN	10	0.52	5.20
Tope extremo	EK2	2	0.55	1.10
ESTRUCTURA 2-HIGH CON POWERVACS				
Celda 2-High, 7.2 KV A=Blank, B= 2000A, Lado intermedio	PVH3E1C4E2A2B4CFAX	1	6,444.76	6,444.76
C/Piso Columna 2-High c/Powervacs		1	100.00	100.00
ESTRUCTURA				
Barras 6" x 1/4"		9	200.00	1,800.00
Barras 80 x 10mm		18	127.00	2,286.00
Manga termocoñtraible (barra 10/80) TAME130/34		15	30.92	463.79
Cinta vulcanizante HBIT-2		2	72.15	144.29
Masilla dielectrica (cinta 125)		1	5.48	5.48
Cable de control SIS 14 AWG		250	0.92	230.00
Marcadores de Cables		1	150.00	150.00
Materiales varios soportas, letreros esp.		1	116.88	116.88
Ingeniería, Mano de Obra y Control de Calidad		1	58.44	58.44
Embalaje de madera Caja 2400x1100x2400mm		1	283.65	283.65
Transporte hacia almacenes en Lima		1	80.00	80.00
VARIOS				
Seguro			0.10%	33.36
Imprevistos			2.00%	667.93
V.V.TOTAL CELDA DE SALIDA 4.16KV 2000A				34,064.59
TAG: AD331				

Fuente: Propia

Tabla N° 8: Costos – Celda de Media Tensión de Salida de 1200-1200A

Descripción	Catalogo	Cent.	Pr. Lista 112 €	V.V UNT. (\$)	V.V TOTAL (\$)
EQUIPOS					
1. PowerVac OEM Breaker Elements					
PowerVac OEM Breaker -7.2KV, 500MVA, 1200A, 125VDC	PVSC1A1A2A2202E1A2	2	8,735.00	5,093.34	10,186.89
Breaker Accessories Kit-ML18	0282A3060G002	2	85.00	84.28	128.56
2. PowerVac OEM Frame Elements					
Key Interlock Mounting	0346A9304G025	2	250.00	189.06	378.13
3. PowerVac OEM Parts					
Universal Main Bus Boot	0144D2836G002	8	45.00	34.03	204.19
Primary Boot	0177C3203P001	12	25.00	18.91	228.88
Boot Plug	0209B4542P001	12	5.00	3.78	45.38
Interunit Bus Support Polyester 1200A	0144D2154P005	2	60.00	45.38	90.75
Standoff Insulators	0177C3938G001	8	80.00	80.50	363.00
Keylock Bracket	0209B5078G001	2	25.00	18.91	37.81
CT Mounting Hardware 1-CT Standard Accuracy	0209B5010G001	8	25.00	18.91	113.44
Edge trim double	21450007800	2	2.15	1.83	3.25
4. Instrument Transformers & Surge Arresters					
0.8KV CT 8.50" ID C50 500:5	780-501	8	354.19	201.89	1,211.33
600V CT 7.31" ID C20 50:5	143-500	2	826.47	357.09	714.18
6kV Station Class Polymer Arrester	9L11XPA006S	6	705.00	651.42	3,908.52
5. Low Voltage Equipment					
Relé de protección para Feeder GE Multilin	F80	2	5,990.00	8,985.00	17,970.00
Bornera de prueba GE Multilin	PK-2	2	165.00	247.50	495.00
Circuit breaker Control Switch	16SB1B14X2	2		282.14	524.28
Heavy Duty Indicating Lights LED-PTT, Red	CR104PLT82R	2		47.28	94.56
Heavy Duty Indicating Lights LED-PTT, Green	CR104PLT82G	2		47.28	94.58
3x2A G60 Mini-C/B, 20kA/240V, curve C	G63C02	4		32.14	128.56
2x6A G60 Mini-C/B, 20kA/240V, curve C	G62C06	2		14.28	28.56
2x16A G60 Mini-C/B, 20kA/240V, curve C	G62C18	4		11.90	47.60
C/Calefacción 20W e iluminación incandescente a 220V		2		133.30	266.60
Borne p/cable flexible/rigido 4/8mm2	BPN-04	130		0.48	62.40
Separador eléctrico grande	TP-BPN	20		0.52	10.40
Tope extremo	EK2	4		0.55	2.20
ESTRUCTURA 2-HIGH CON POWERVACS					
Celda 2-High, 7.2 KV A=1200A, B= 1200A, Lado intermedio	PVH3E1C4E2A2B4CFCF	1	11,549.70	8,734.46	8,734.46
C/Piso Columna 2-High c/Powervacs		1		100.00	100.00
ESTRUCTURA					
Barras 6" x 1/4"		18		200.00	3,600.00
Barras 80 x 10mm		38		127.00	4,572.00
Manga termocontraible (barras 10/80) TAME130/34		30	19.20	30.92	927.58
Cinta vulcanizante HBIT-2		4	44.80	72.15	288.58
Masilla dielectrica (cinta 125)		2	3.40	5.48	10.95
Cable de control SIS 14 AWG		500		0.92	460.00
Marcadores de Cables		2		150.00	300.00
Materiales varios soportes, laterales esp.		2	90.00	118.88	233.77
Ingeniería, Mano de Obra y Control de Calidad		2	45.00	58.44	118.88
Embalaje de madera Caja 2400x1100x2400mm		2		283.85	567.30
Transporte hacia almacenes en Lima		2	80.00	80.00	160.00
VARIOS					
Seguro				0.10%	57.41
Imprevistos				2.00%	1,149.31
V.V.TOTAL CELDA DE SALIDA 4.16KV 1200A-1200A ES POR 2 CELDAS DE SALIDA					58,616.06

Fuente: Propia

Tabla N° 8: Costos – Transformadores de distribución de 3/3.75MVA

Item	Descripción	Marca	Cant.	V.Unitario (US \$)	V.Venta Total (US \$)
	EQUIPAMIENTO ELECTRICO				
1	Transformador de distribución de 3/3.75MVA	GE Prolec	1	49446	49446
2	Pruebas en laboratorio de GE Prolec	GE Prolec	1	3500	3500
3	Repuestos: Bushing de AT y BT	GE Prolec	1	988.92	988.92
4	Pruebas de rutina en las instalaciones de Manelsa por Contratista: Qualitas	Manelsa	1	2600	2600
	OTROS				
5	Ingeniería, control de calidad	Manelsa	1	1500	1500
6	Importación - Nacionalización del Transformador	Manelsa	1	3530.97	3530.97
7	Embalaje de los instrumentos de medida del transformador	Manelsa	1	263.53	263.53
8	Transporte a las instalaciones de Yura - Incluye alquiler de grúa	Manelsa	1	2000	2000
TOTAL					63829.42

Fuente: Propia

Tabla N° 9: Costos – Transformadores de distribución de 2.5MVA

Item	Descripción	Marca	Cant.	V.Unitario (US \$)	V.Venta Total (US \$)
	EQUIPAMIENTO ELECTRICO				
1	Transformador de distribución de 2.5MVA	GE Prolec	1	41588	41588
2	Pruebas en laboratorio de GE Prolec	GE Prolec	1	3500	3500
3	Repuestos: Bushing de AT y BT	GE Prolec	1	831.76	831.76
4	Pruebas de rutina en las instalaciones de Manelsa por Contratista: Qualitas	Manelsa	1	2600	2600
	OTROS				
5	Ingeniería, control de calidad	Manelsa	1	1500	1500
6	Importación - Nacionalización del Transformador	Manelsa	1	3531.43	3531.43
7	Embalaje de los instrumentos de medida del transformador	Manelsa	1	263.53	263.53
8	Transporte a las instalaciones de Yura - Incluye alquiler de grúa	Manelsa	1	2000	2000
TOTAL					55814.72

Fuente: Propia

Tabla N° 10: Costos – Transformadores de distribución de 500KVA

Item	Descripción	Marca	Cant.	V.Unitario (US \$)	V.Venta Total (US \$)
	EQUIPAMIENTO ELECTRICO				
1	Transformador de distribución de 500KVA	GE Prolec	1	15131.1	15131.1
2	Pruebas en laboratorio de GE Prolec	GE Prolec	1	1000	1000
3	Repuestos: Bushing de AT y BT	GE Prolec	1	302.62	302.62
4	Pruebas de rutina en las instalaciones de Manelsa por Contratista: Qualitas	Manelsa	1	2000	2000
	OTROS				
5	Ingeniería, control de calidad	Manelsa	1	750	750
6	Importación - Nacionalización del Transformador	Manelsa	1	3531.43	3531.43
7	Embalaje de los instrumentos de medida del transformador	Manelsa	1	263.53	263.53
8	Transporte a las instalaciones de Yura - Incluye alquiler de grúa	Manelsa	1	2000	2000
TOTAL					24978.68

Fuente: Propia

Tabla N° 11: Costos – Arrancador de MT de 5000Hp

Ítem	Descripción	Marca	Cant.	V.Unitario (US \$)	V.Venta Total (US \$)
	EQUIPAMIENTO ELECTRICO				
1	Arrancador directo de 5000Hp, 4.16kV	GE Industrial	1	27500	27500
2	Transformador de control de 2KVA, 4.16/115-230V	GE Industrial	1	800	800
3	Relé de Protección para motor, Multilin 469	GE Multilin	1	3750.00	3750.00
4	Cables de control SIS	Manelsa	150	1.5	225
	OTROS				
5	Ingeniería, control de calidad y mano de obra	Manelsa	1	1200	1200
6	Importación - Nacionalización del Arrancador	Manelsa	1	1921.51	1921.51
7	Embalaje de madera	Manelsa	1	235	235
8	Transporte a las instalaciones de Yura	Manelsa	1	600	600
TOTAL					36231.51

Fuente: Propia

Tabla N° 12: Costos – Arrancador de MT de 3500Hp

Ítem	Descripción	Marca	Cant.	V.Unitario (US \$)	V.Venta Total (US \$)
	EQUIPAMIENTO ELECTRICO				
1	Arrancador directo de 3500Hp, 4.16kV	GE Industrial	1	17130	17130
2	Transformador de control de 2KVA, 4.16/115-230V	GE Industrial	1	800	800
3	Relé de Protección para motor, Multilin 469	GE Multilin	1	3750.00	3750.00
4	Cables de control SIS	Manelsa	150	1.5	225
	OTROS				
5	Ingeniería, control de calidad y mano de obra	Manelsa	1	1200	1200
6	Importación - Nacionalización del Arrancador	Manelsa	1	1198.79	1198.79
7	Embalaje de madera	Manelsa	1	235	235
8	Transporte a las instalaciones de Yura	Manelsa	1	600	600
TOTAL					25138.79

Fuente: Propia

Tabla N° 13: Costos – Arrancador de MT de 1000Hp

Ítem	Descripción	Marca	Cant.	V.Unitario (US \$)	V.Venta Total (US \$)
	EQUIPAMIENTO ELECTRICO				
1	Arrancador directo de 1000Hp, 4.16kV	GE Industrial	1	8435	8435
2	Transformador de control de 2KVA, 4.16/115-230V	GE Industrial	1	800	800
3	Relé de Protección para motor, Multilin 469	GE Multilin	1	3750.00	3750.00
4	Cables de control SIS	Manelsa	150	1.5	225
	OTROS				
5	Ingeniería, control de calidad y mano de obra	Manelsa	1	1200	1200
6	Importación - Nacionalización del Arrancador	Manelsa	1	591.50	591.50
7	Embalaje de madera	Manelsa	1	235	235
8	Transporte a las instalaciones de Yura	Manelsa	1	600	600
TOTAL					15836.5

Fuente: Propia**Tabla N° 14: Costos – Seccionador sin carga**

Ítem	Descripción	Marca	Cant.	V.Unitario (US \$)	V.Venta Total (US \$)
	EQUIPAMIENTO ELECTRICO				
1	Seccionador sin carga de 1200A, 4.16kV	GE Industrial	1	10720	10720
	OTROS				
2	Ingeniería, control de calidad y mano de obra	Manelsa	1	400	400
3	Importación - Nacionalización del seccionador	Manelsa	1	751.09	751.09
4	Embalaje de madera	Manelsa	1	235	235
5	Transporte a las instalaciones de Yura	Manelsa	1	600	600
TOTAL					12706.09

Fuente: Propia

Tabla N° 15: Costos – Banco de Condensadores de 1250kVAR

Ítem	Descripción	Marca	Cant.	V.Unitario (US \$)	V.Venta Total (US \$)
	EQUIPAMIENTO ELECTRICO				
	EQUIPAMIENTO DE SECCIONAMIENTO				
1	Seccionador de potencia con puesta a tierra de 600A, 12kV, NALF	ABB	1	6600	6600
2	Fusible de 315A, 3/7.2kV	SIBA	3	308.53	925.59
3	Base portafusible	SIBA	3	268.67	806.01
	PARARRAYOS				
4	Pararrayos tipo estación 6kV	GE	1	620.25	620.25
	INTERRUPTOR CAPACITIVO				
5	Interruptor capacitivo de 200A, 6kV	Joslyn	9	1447.33	13025.97
6	Caja de empalme	Joslyn	3	424.67	1274.01
7	Cable de control Versavac, 5 plines	Joslyn	9	266.93	2402.37
	REACTORES				
8	Reactor 40uH, 100A, 15kV	Nepsi	3	884	2652
9	Reactor 40uH, 150A, 15kV	Nepsi	6	1052.13	6312.78
	FUSIBLE Y PORTAFUSIBLE				
10	Fusible de 80A, 6/12kV	SIBA	3	263.47	790.41
11	Fusible de 160A, 6/12kV	SIBA	6	318.93	1913.58
12	Base portafusible	SIBA	9	268.67	2418.03
	REGULADOR DE FACTOR DE POTENCIA Y TRANSFORMADOR DE CONTROL				
13	Regulador de potencia	Noklan	1	2500	2500
14	Transformador de control de 2kVA, 4.16/115-230V	GE	1	800	800
	CONDENSADORES				
15	Condensador de 100kVAR, 4.16kV	GE	3	618	1854
16	Condensador de 150kVAR, 4.16kV	GE	3	678	2034
17	Condensador de 200kVAR, 4.16kV	GE	6	745.5	4473
18	Condensador de 300kVAR, 4.16kV	GE	6	888	5328
	OTROS				
19	Elementos de control mando y señalización: Lámparas, pulsadores, PLC	Varios	1	1292.64	1292.64
20	Estructura soldada de 2400 x 4000 x 2000 mm (A X L X P)	Manelsa	1	16345	16345
21	Ingeniería, control de calidad, mano de obra	Manelsa	1	3200	3200
22	Embalaje de madera	Manelsa	1	1200	1200
23	Transporte a las Instalaciones de Yura - Incluye alquiler de grúa	Manelsa	1	1750	1750
TOTAL					80517.64

Fuente: Propia

Tabla N° 16: Costos – Banco de Condensadores de 850KVAR

Ítem	Descripción	Marca	Cant.	V.Unitario (US \$)	V.Venta Total (US \$)
	EQUIPAMIENTO ELECTRICO				
1	Banco de condensador fijo de 850kVAR, 4.16kV	GE	1	8491.98	8491.98
	OTROS				
2	Ingeniería, control de calidad	Manelsa	1	215	215
3	Importación - Nacionalización del banco	Manelsa	1	425.89	425.89
TOTAL					9132.87

Fuente: Propia

Tabla N° 17: Costos – Ducto de Barras de Baja Tensión

Ítem	Descripción	Marca	Cant.	V.Unitario (US \$)	V.Venta Total (US \$)
	EQUIPAMIENTO ELECTRICO				
1	Ducto de barras de 4000A, 460VAC	GE	1	31240	31240
	OTROS				
2	Ingeniería, control de calidad, mano de obra	Manelsa	1	215	215
3	Importación - Nacionalización de la resistencia	Manelsa	1	2192.61	2192.61
TOTAL					33647.61

Fuente: Propia

Tabla N° 18: Costos – Feeder Panels de BT

Ítem	Descripción	Marca	Cant.	V.Unitario (US \$)	V.Venta Total (US \$)
	EQUIPAMIENTO ELECTRICO				
1	Interruptor principal de 3X4000A, 480Vac, 65KA, modelo PBII	GE	1	20631.22	20631.22
2	Interruptor secundario de 3X1200A, 480Vac, 65KA, modelo PBII	GE	1	5829.35	5829.35
3	Interruptor secundario de 3X800A, 480VAC, 65KA, modelo SKLA	GE	2	3277.92	6555.84
4	Interruptor secundario de 3X600A, 480VAC, 65KA, modelo SGLA	GE	6	2785.17	16711.02
5	Transformador de corriente de 4000A/5A, modelo 780	GE	3	365.08	1095.24
6	Transformador de corriente de 1200A/5A, modelo 780	GE	3	354.19	1062.57
7	Transformador de corriente de 800A/5A, modelo 780	GE	6	286.93	1721.58
8	Transformador de corriente de 600A/5A, modelo 780	GE	18	286.93	5164.74
9	Medidores de Energía PQM II	GE	10	870	8700
	OTROS				
10	Elementos de control mando y señalización: Lámparas, pulsadores, PLC	Varios	1	1653.67	1653.67
11	Estructura soldada de 2300 x 4600 x 1200 mm (A X L X P)	Manelsa	1	14548	14548
12	Ingeniería, control de calidad, mano de obra	Manelsa	1	3200	3200
13	Embalaje de madera	Manelsa	1	1200	1200
14	Transporte a las instalaciones de Yura	Manelsa	1	1750	1750
TOTAL					89823.23

Fuente: Propia

Tabla N° 18: Costos – Transformadores secos de BT

Ítem	Descripción	Marca	Cant.	V.Unitario (US \$)	V.Venta Total (US \$)
	EQUIPAMIENTO ELECTRICO				
1	Transformador del tipo seco de 75KVA	Federal Pacific	1	2530.71	2530.71
	OTROS				
2	Ingeniería, control de calidad	Manelsa	1	150	150
3	Importación - Nacionalización del Transformador	Manelsa	1	177.15	177.15
4	Embalaje	Manelsa	1	63.53	63.53
5	Transporte a las instalaciones de Yura	Manelsa	1	250	250
TOTAL					3171.39

Fuente: Propia

Tabla N° 19: Costos – Banco de condensadores de 550kVAR, 460VAC

Ítem	Descripción	Marca	Cant.	V.Unitario (US \$)	V.Venta Total (US \$)
	EQUIPAMIENTO ELECTRICO				
1	Banco de condensador Automatico de 550kVAR, 480V	GE	1	46911.57	46911.57
	OTROS				
2	Ingeniería, control de calidad	Manelsa	1	215	215
3	Importación - Nacionalización de la resistencia	Manelsa	1	425.89	425.89
TOTAL					47552.46

Fuente: Propia

Tabla N° 20: Costos – Banco de condensadores de 950kVAR, 460VAC

Ítem	Descripción	Marca	Cant.	V.Unitario (US \$)	V.Venta Total (US \$)
	EQUIPAMIENTO ELECTRICO				
1	Banco de condensador Automatico de 950kVAR, 480V	GE	1	73405.4	73405.4
	OTROS				
2	Ingeniería, control de calidad	Manelsa	1	215	215
3	Importación - Nacionalización de la resistencia	Manelsa	1	425.89	425.89
TOTAL					74046.29

Fuente: Propia

Tabla N° 21: Costos – Banco de condensadores de 800kVAR, 460VAC

Ítem	Descripción	Marca	Cant.	V.Unitario (US \$)	V.Venta Total (US \$)
	EQUIPAMIENTO ELECTRICO				
1	Banco de condensador Automatico de 800kVAR, 480V	GE	1	57773.69	57773.69
	OTROS				
2	Ingeniería, control de calidad	Manelsa	1	215	215
3	Importación - Nacionalización de la resistencia	Manelsa	1	425.89	425.89
TOTAL					58414.58

Fuente: Propia

Tabla N° 22: Costos – Banco de condensadores de 900kVAR, 460VAC

Ítem	Descripción	Marca	Cant.	V.Unitario (US \$)	V.Venta Total (US \$)
	EQUIPAMIENTO ELECTRICO				
1	Banco de condensador Automatico de 900kVAR, 480V	GE	1	65788.46	65788.46
	OTROS				
2	Ingeniería, control de calidad	Manelsa	1	215	215
3	Importación - Nacionalización de la resistencia	Manelsa	1	425.89	425.89
TOTAL					66429.35

Fuente: Propia

Tabla N° 23: Costos – Banco de condensadores de 750kVAR, 460VAC

Ítem	Descripción	Marca	Cant.	V.Unitario (US \$)	V.Venta Total (US \$)
	EQUIPAMIENTO ELECTRICO				
1	Banco de condensador Automatico de 750kVAR, 480V	GE	1	56785.14	56785.14
	OTROS				
2	Ingeniería, control de calidad	Manelsa	1	215	215
3	Importación - Nacionalización de la resistencia	Manelsa	1	425.89	425.89
TOTAL					57426.03

Fuente: Propia**Tabla N° 24: Costos – Banco de condensadores de 700kVAR, 460VAC**

Ítem	Descripción	Marca	Cant.	V.Unitario (US \$)	V.Venta Total (US \$)
	EQUIPAMIENTO ELECTRICO				
1	Banco de condensador Automatico de 700kVAR, 480V	GE	1	55136.99	55136.99
	OTROS				
2	Ingeniería, control de calidad	Manelsa	1	215	215
3	Importación - Nacionalización de la resistencia	Manelsa	1	425.89	425.89
TOTAL					55777.88

Fuente: Propia**Tabla N° 25: Costos – Banco de condensadores de 800kVAR, 460VAC**

Ítem	Descripción	Marca	Cant.	V.Unitario (US \$)	V.Venta Total (US \$)
	EQUIPAMIENTO ELECTRICO				
1	Banco de condensador Automatico de 800kVAR, 480V	GE	1	42664.77	42664.77
	OTROS				
2	Ingeniería, control de calidad	Manelsa	1	215	215
3	Importación - Nacionalización de la resistencia	Manelsa	1	425.89	425.89
TOTAL					43305.66

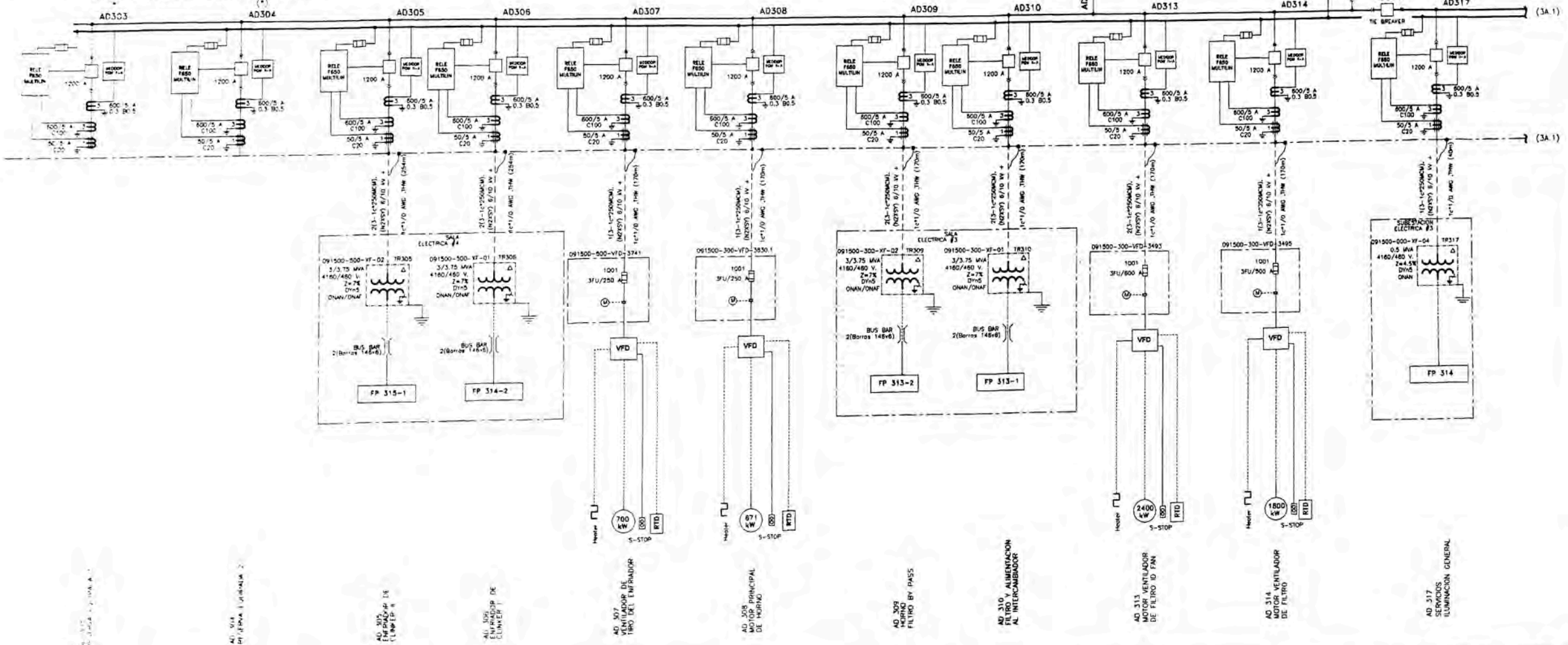
Fuente: Propia

PLANOS

(*) : EQUIPOS ADICIONALES

SALA ELECTRICA N° 3
EN MEDIA TENSION 4,16 kV
FP 300
(091500-SG-01)

BARRA A
4,16 kV 3 PHASES 60 HZ 3000 A 50 KA SYMSC



- AD 303: MOTOR PRINCIPAL DE HORNO
- AD 304: MOTOR PRINCIPAL DE HORNO
- AD 305: MOTOR PRINCIPAL DE HORNO
- AD 306: MOTOR PRINCIPAL DE HORNO
- AD 307: MOTOR PRINCIPAL DE HORNO
- AD 308: MOTOR PRINCIPAL DE HORNO
- AD 309: MOTOR PRINCIPAL DE HORNO
- AD 310: MOTOR PRINCIPAL DE HORNO
- AD 311: MOTOR PRINCIPAL DE HORNO
- AD 312: MOTOR PRINCIPAL DE HORNO
- AD 313: MOTOR PRINCIPAL DE HORNO
- AD 314: MOTOR PRINCIPAL DE HORNO
- AD 317: MOTOR PRINCIPAL DE HORNO

DESCRIPCION

REV. V. B.

EDICION FECHA

DESCRIPCION

REV. V. B.

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA

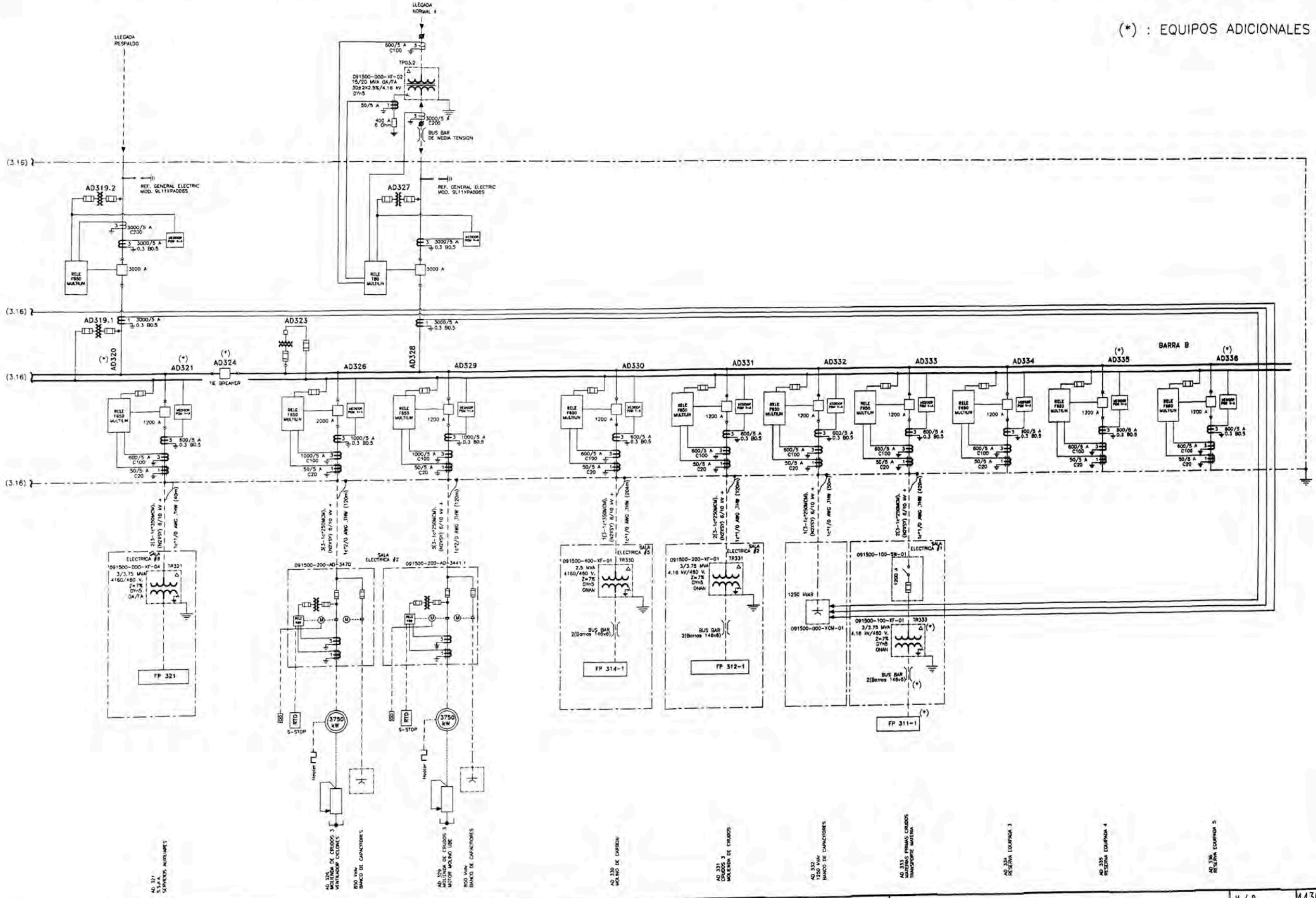
	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DISEÑADO	NOE E. MENEZ	EM	18/02/10
REVISADO	NOE R. PAREDES	RP	18/02/10
APROBADO	NOE A. MARI	AM	18/02/10

DESCRIPCION :
DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL
LINEA III DE PRODUCCION DE 4200 TMPD DE CLINKER
YURA S.A.

USO :
SWITCHGEAR DE MEDIA TENSION
FP 300 (091500-SG-01)
4.16KV-3FASES-60Hz

H / R	4430/4601
CANT/PLANO	3/3A
N° PLANO	PE9000802

(*) : EQUIPOS ADICIONALES



EDICION	FECHA	REV.	V. B.*	DESCRIPCION
1	14/12/10	R.P.	L.M.	EMITIDO CONFORME A OBRA



MANUFACTURAS ELECTRICAS I.A.

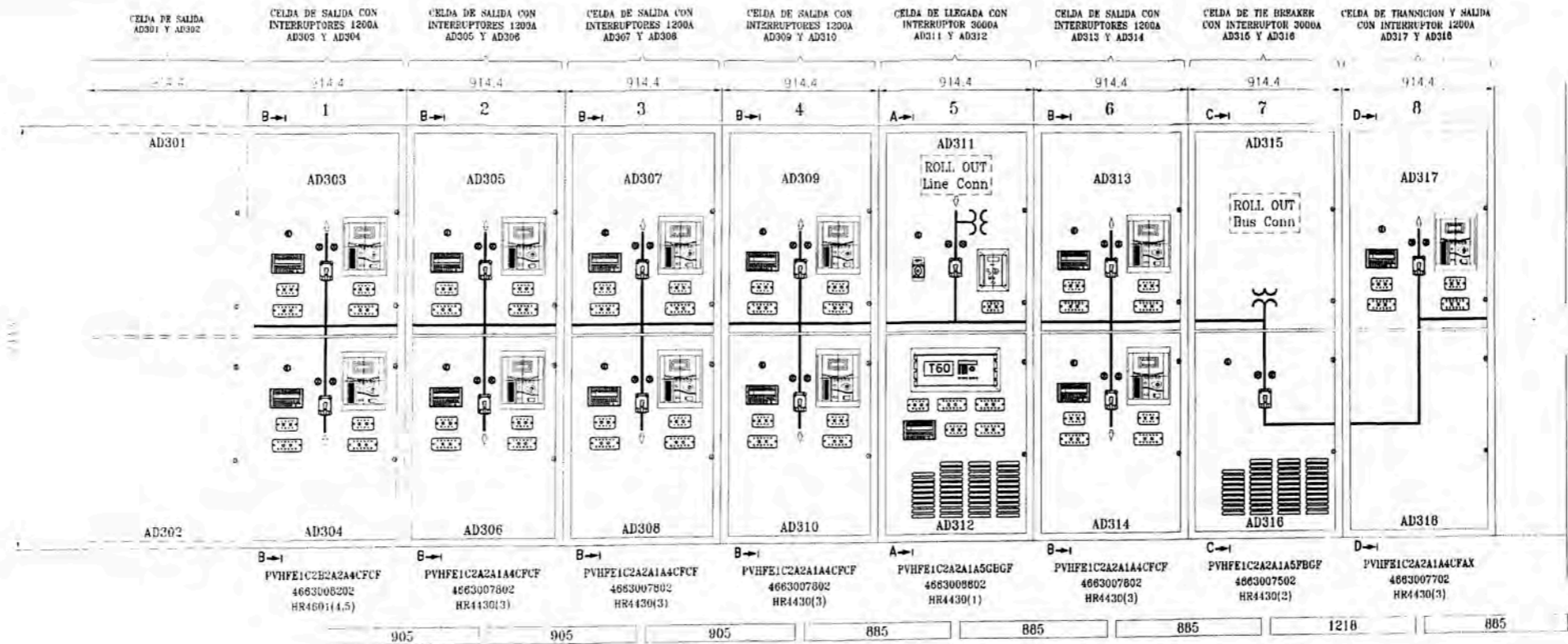
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
LIMA PERU

DISEÑADO	NOMBRE	FIRMA	FECHA
ING. E. JIMENEZ	E.J.		18/02/10
ING. R. PAREDES	R.P.		18/02/10
ING. L. MAS	L.M.		18/02/10

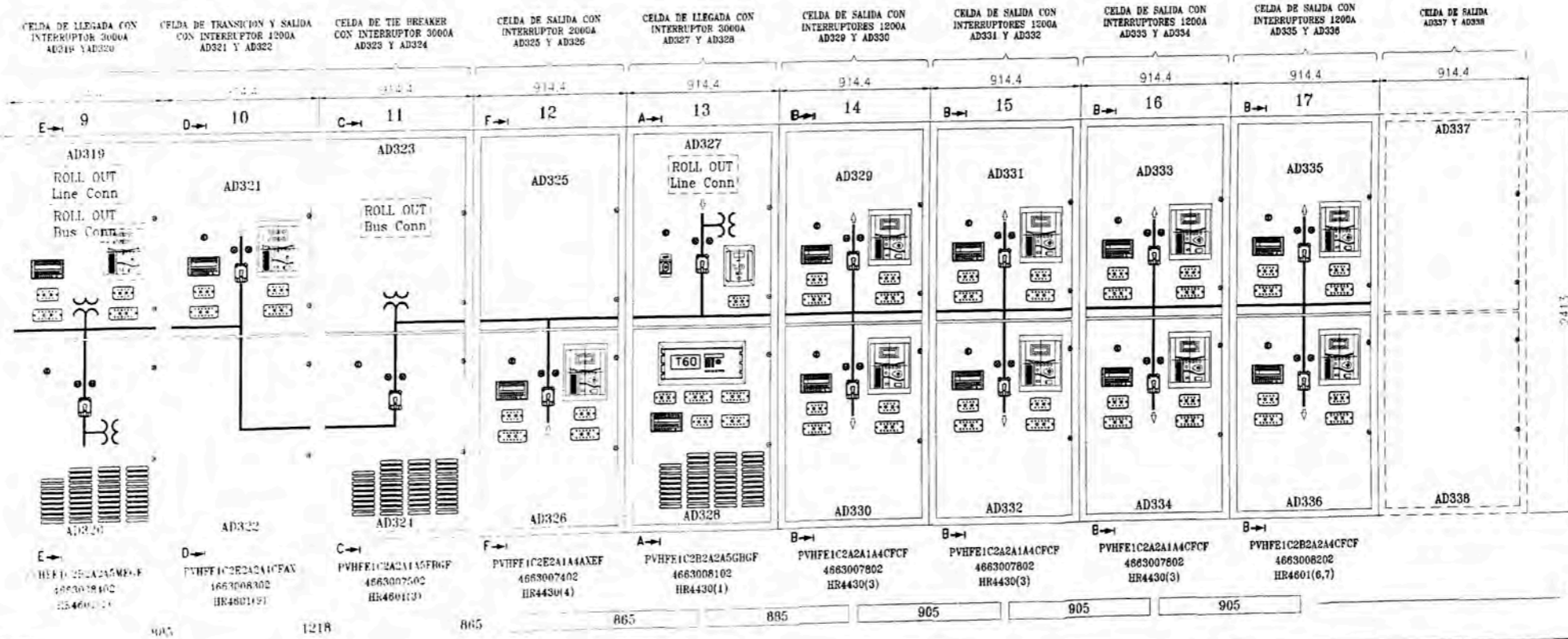
DESCRIPCION :
DIAGRAMA UNIFILAR GENERAL
 LINEA III DE PRODUCCION DE 4200 TMPD DE CLINKER
 YURA S.A.

USO :
SWITCHGEAR DE MEDIA TENSION
 FP 300 (091500-SG-01)
 4.16KV-3FASES-60Hz

H / R	4430/4601
CANT/PLANO	3A/3B
Nº PLANO	PE9000802



VISTA FRONTAL



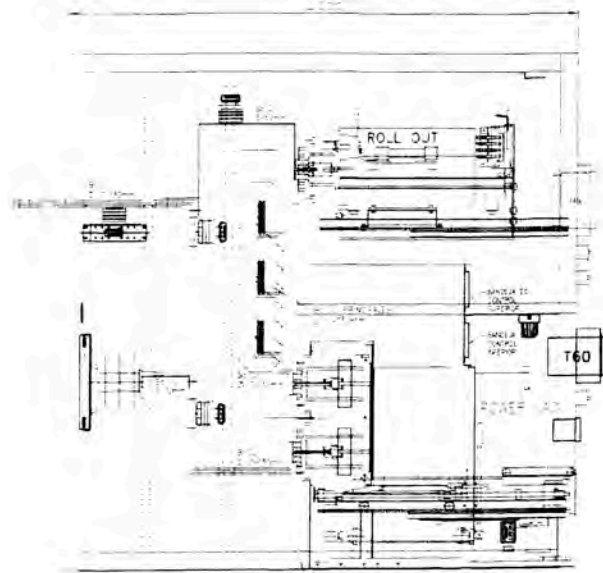
TOLERANCIAS SEGUN NORMA NME01

DESCRIPCION :
SWITCHGEAR DE MEDIA TENSION
FP 300 (091500-SG-01)
DIMENSIONES DE CONTORNO Y UBICACION DE EQUIPOS

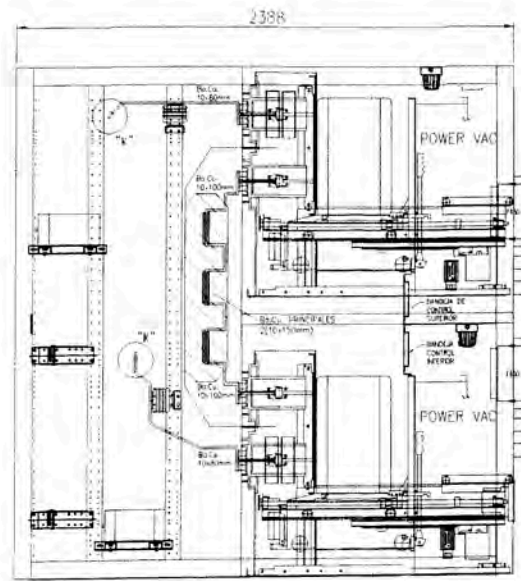
CODIGO :
 PLANO N°
PM443000
 C/PLANO
1/2

VERSION	FECHA	DESCRIPCION	DESIGNADO	REVISADO	APROBADO	NOMBRE	FIRMA	FECHA	MATERIAL	CANTIDAD	ACABADO	PESO(Kg.)	ESC.
01	28/MAY/10	...	F	E	M	E. G.	[Signature]	28/MAY/10	DOBLEZ	01 CONJUNTO			
02	28/MAY/10	...	N	E	M	E. G.	[Signature]	28/MAY/10	DOBLEZ				
03	28/MAY/10	...	N	E	M	E. G.	[Signature]	28/MAY/10	DOBLEZ				

CLIENTE : YURA S.A.
 DEPARTAMENTO DE COMERCIAL
 MA

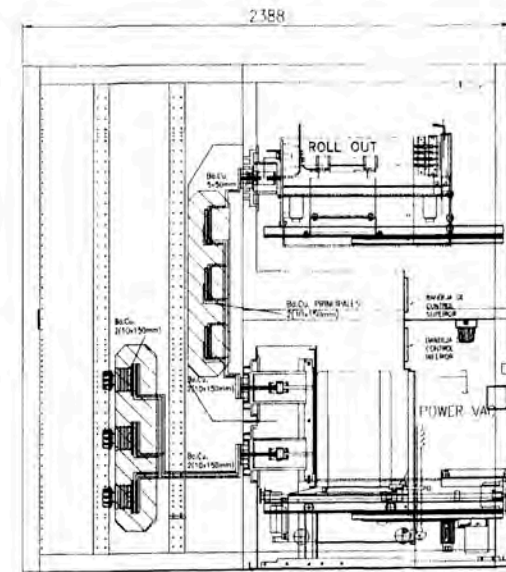


SECCION A-A



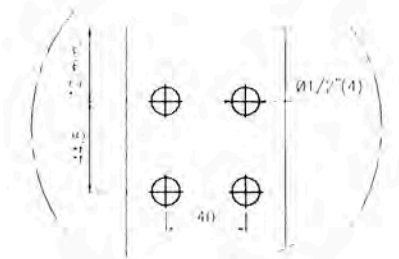
SECCION B-B

2 COLUMNAS
EMPALMES DE BARRA PRINCIPAL
6 PZAS. 150x150mm - 4 AGUJEROS
(CANTIDAD POR COLUMNA)

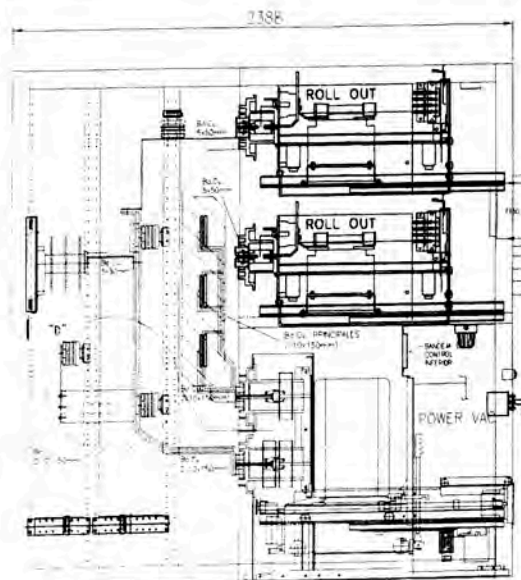
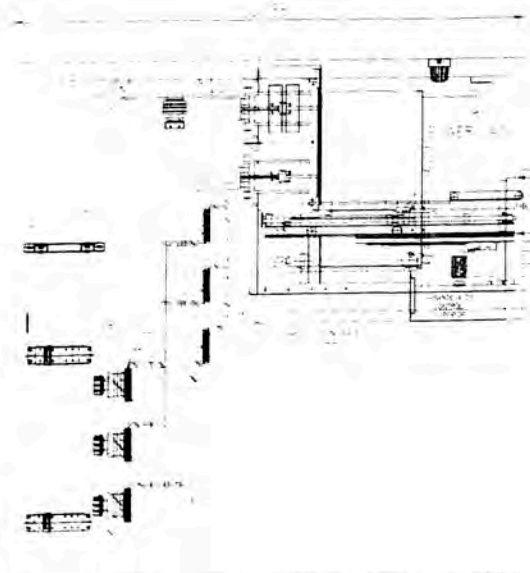


SECCION C-C

2 COLUMNAS
EMPALMES DE BARRA PRINCIPAL
6 PZAS. 150x150mm - 6 AGUJEROS
(CANTIDAD POR COLUMNA)

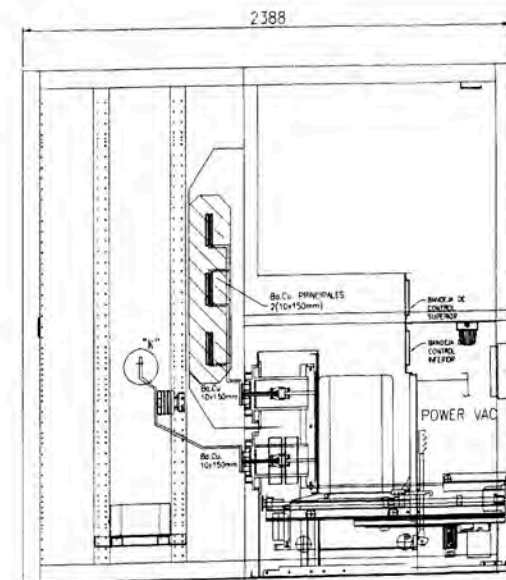


DETALLE "K"



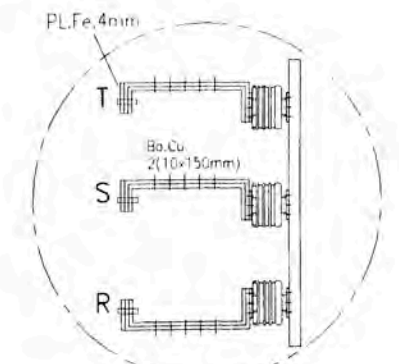
SECCION E-E

2 COLUMNAS
EMPALMES DE BARRA PRINCIPAL
6 PZAS. 150x150mm - 4 AGUJEROS
(CANTIDAD POR COLUMNA)



SECCION F-F

1 COLUMNA
EMPALMES DE BARRA PRINCIPAL
6 PZAS. 150x150mm - 4 AGUJEROS
(CANTIDAD POR COLUMNA)



DETALLE "D"

N. de C. N°

DESCRIPCION

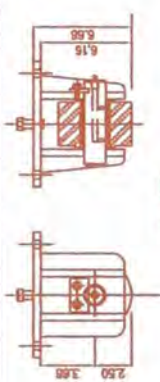
FECHA REV. B'

TOLERANCIAS SEGN NORMA NME01

N.º	FECHA	REV.	FORMA	FECHA	MATERIAL	CANTIDAD: 01 CONJUNTO
1	28/MAY/10		EL	28/MAY/10	DOBLEZ	ACABADO:
2	28/MAY/10		EL	28/MAY/10	DOBLEZ	PESO(Kg):
3	28/MAY/10		LV	28/MAY/10	CLIENTE: YURA S.A.	ESC.:

DESCRIPCION : SWITCHGEAR DE MEDIA TENSION
FP 300 (091500-SG-01)
DIMENSIONES DE CONTORNO Y UBICACION DE EQUIPOS

CODIGO :	
PLANO N°	C/PLANO
PM443000	2/3



LEGEND

- 1- BASE WITH WHEELS
- 2- GROUNDING PADS, 2 HOLE MEDIA DRILLING-FOUR TOTAL-COPPER
- 3- 2 IN ODIAN VALVE-WITH 3/8 IN SAMPLER
- 4- TRANSFORMER MOUNTING PLATE (SEE DRAWING S3043018801)
- 5- MAGNETIC LIQUID LEVEL GAUGE WITH ALARM CONTACTS
- 6- LIQUID TEMPERATURE GAUGE WITH ALARM CONTACTS
- 7- 1 IN VALVE FOR UPPER FILTER PRESS CONNECTION
- 8- N.V. BUSHING 3/4 S IN (SEE FIGURE No. 1)
- 9- L.V. BUSHING 3/4 IN (SEE FIGURE No. 2)
- 10- RADIATORS WITH STOP VALVE
- 11- BOLTED MANHOLE 24X18 IN
- 12- NPLE OF 1/4 IN FOR VACUUM FILLING AND HERMETICITY
- 13- LIFTING HOOPS FOR LIFTING COMPLETE TRANSFORMER
- 14- WELDED COVER WITH LIFTING LOOPS FOR LIFTING COVER ONLY
- 15- AUTOMATED TIP CHANGER
- 16- VACUUM PRESSURE BLEEDER
- 17- PRESSURE TEST VALVE
- 18- HV ATC(SEE DRAWING S3043018801)
- 19- LV RHODAT(SEE DRAWING S3043018801)
- 20- SEALED TANK
- 21- (3) FANS
- 22- PRESSURE RELIEF DEVICE WITH ALARM CONTACTS
- 23- WINDING TEMPERATURE GAUGE WITH ALARM CONTACTS
- 24- CONTROL CABINET MEDIA (STAINLESS STEEL)
- 25- THERMAL CURRENT TRANSFORMER FEEDTHROUGH BOX # 1
- 26- RAPID PRESSURE RELAY
- 27- SUPPORT BRACKETS FOR NBR (NBR NOT PROVIDED)
- 28- TAG PLATE
- 29- SERVICE LOCAL
- 30- CORE GROUND
- 31- ANODING PROVISION
- 32- BASE UNDERCOATING
- 33- IMPACT RESISTOR
- 34- (C) BOLTED MANHOLE 1800 IN
- 35- THERMAL CURRENT TRANSFORMER FEEDTHROUGH BOX # 2

APPROX. WEIGHT IN LB AND POUNDS

TOTAL 30 035 Kg (66 227 Lbs)

CORE & COIL 18 242 Kg (39 815 Lbs)

TANK AND FITTINGS 6 285 Kg (13 847 Lbs)

TYPE 3 INVERTED OL (2012 ONL) 7 502 Kg (16 545 Lbs)

UNTUNING OF HEAVY PIECE 18 242 Kg (39 815 Lbs)

TAPL..... 4 21.25

COLO..... GRAY AND 01

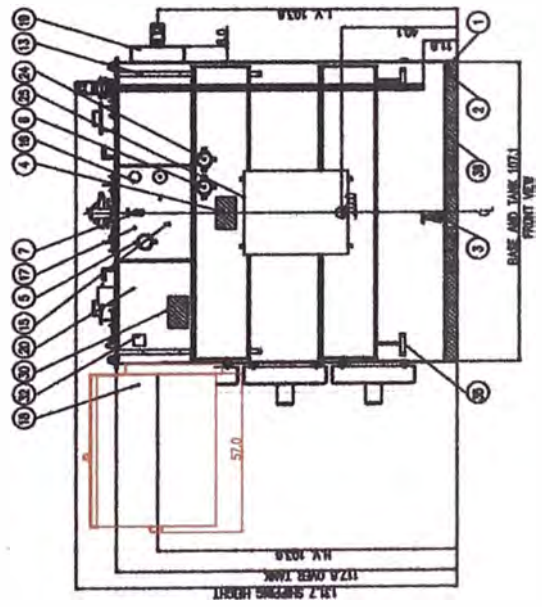
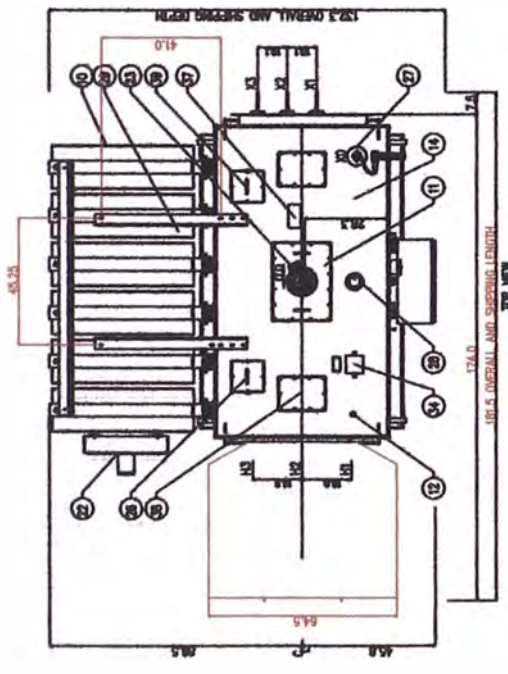
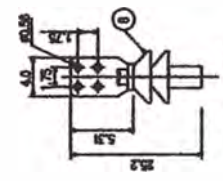
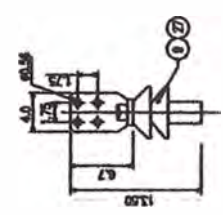
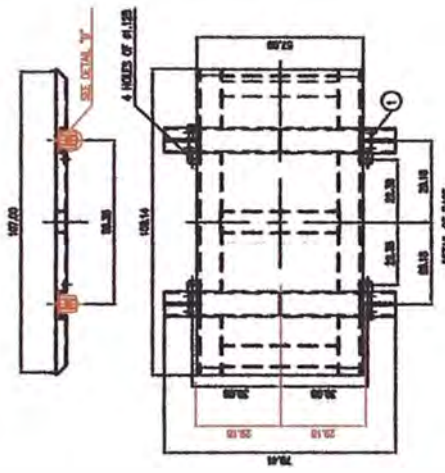
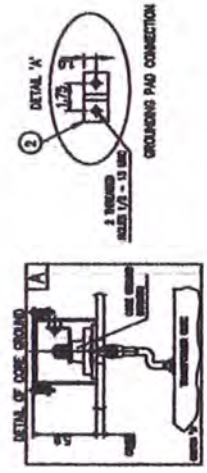
SET..... STANDARD

LOCATOR..... OUTDOOR

NOTES

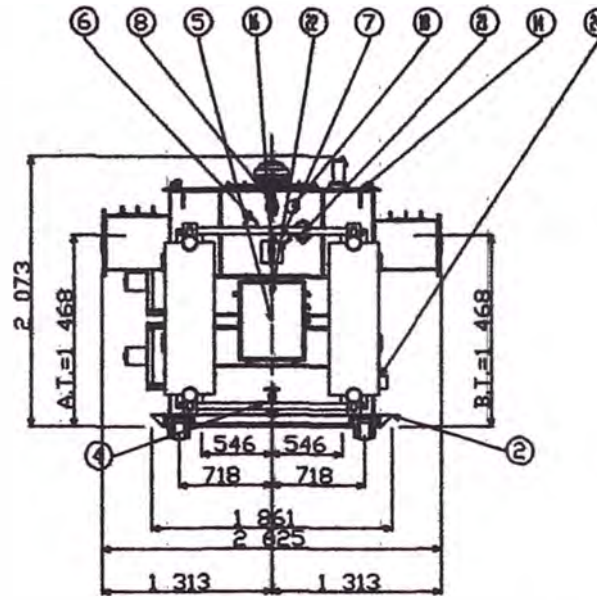
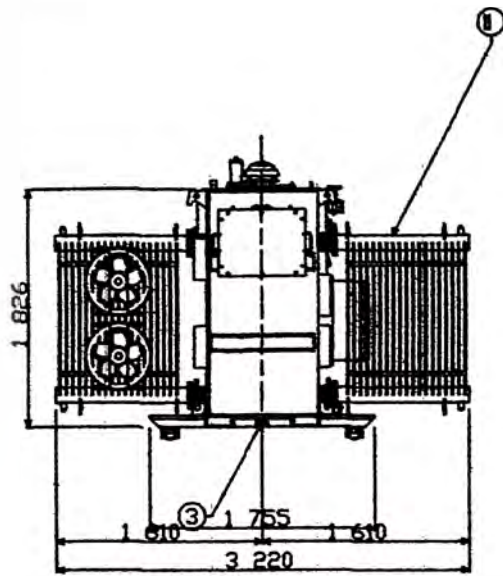
1. THE DIMENSIONS ARE SHOWN WITHIN 1% OF ACTUAL UNLESS OTHERWISE INDICATED

2. GAS SPACE SHOULD BE NITROGEN BLANKET



Part No.	DCM	MANUFACTURER'S ELECTRICIAN
Rev.	001	OFF THE SHELF
Checked by	DCM	100% DIA. 1 HOLE, 1 HOLE, 1 HOLE, 1 HOLE, 1 HOLE, 1 HOLE
Date	1/20/2000	0.5 DIA. - 100% DIA. COMPLETE
Part No.	S3043018801	REV. 2





- 1- GARGANTA DE B.T. SEGUN DIBUJO STA313 Z = 500
- 2- BASE CON RUEDAS ORIENTABLES
- 3- PLACA DE CONEXION A TIERRA
- 4- VALVULA COMBINADA DRENAJE Y MUESTREO DE DIAM 50,8mm Y DIAM 9,5 mm
- 5- PLACA DE CARACTERISTICAS SEGUN DIB. SS04384-1018802
- 6- INDICADOR DE NIVEL DE ACEITE SIN CONTACTOS
- 7- INDICADOR DE TEMPERATURA DEL ACEITE CON CONTACTOS
- 8- VALVULA SUPERIOR FILTRO PRENSA DE DIAM 50,8mm
- 9- BODULLA DE A. T. CLASE 5 kV
- 10- BODULLA DE BAJA TENSION CLASE 1,2 kV
- 11- RADIADORES TIPO COBLEA CON VALVULA DE BLOQUEO
- 12- REGISTRO EN LA TAPA
- 13- NIPLE DE DIAM 25,4mm NOM. PARA LLENADO AL VACIO Y HERMETICIDAD
- 14- OREJAS PARA LEVANTAR EL CONJUNTO
- 15- TAPA PRINCIPAL SOLDADA
- 16- CAMBIADOR DE DERIVACIONES +2, 2,5X
- 17- OREJAS PARA IZAR LA TAPA
- 18- MANOVACUOMETRO DE CARATULA
- 19- GARGANTA DE A.T. SEGUN DIBUJO STA608 Z = 500
- 20- RELEVADOR MECANICO DE SOBREPRESION SIN CONTACTOS
- 21- TERMOMETRO DE DEVANADOS
- 22- CAJA DE CONEXIONES S/D STA835
- 23- RELEVADOR DE PRESION SUBITA
- 24- CALCOMANIA DE SERVICIOS

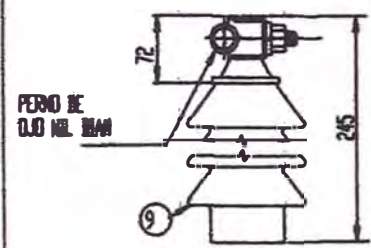
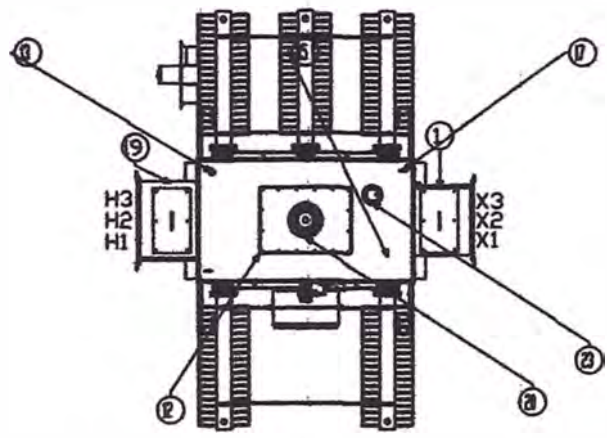


FIGURA No. 1



MASAS EN kg	
NUCLEO Y BOBINAS	3 516
TANQUE Y ACCESORIOS	2 335
ACEITE (1 666 L)	1 500
TOTAL	7 351

DERIVACIONES +2, 2,5X VN
 APARATO 170010010
 COLOR PINT POLI U GRIS ANSI 61

NOTA:
CAMARA DE AIRE

NOTA:
LAS MEDIDAS QUE APARECEN SON APROXIMADAS CON UN 1% DE TOLERANCIA A MENOS QUE OTRA COSA SE INDIQUE

● CENTRO DE GRAVEDAD PARA OPERACION Y EMBARQUE

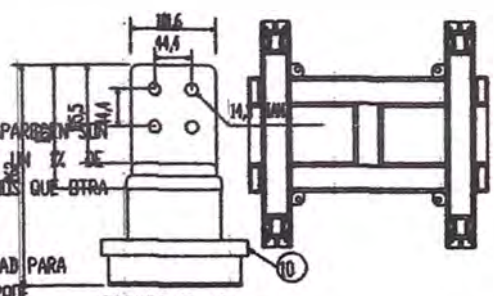
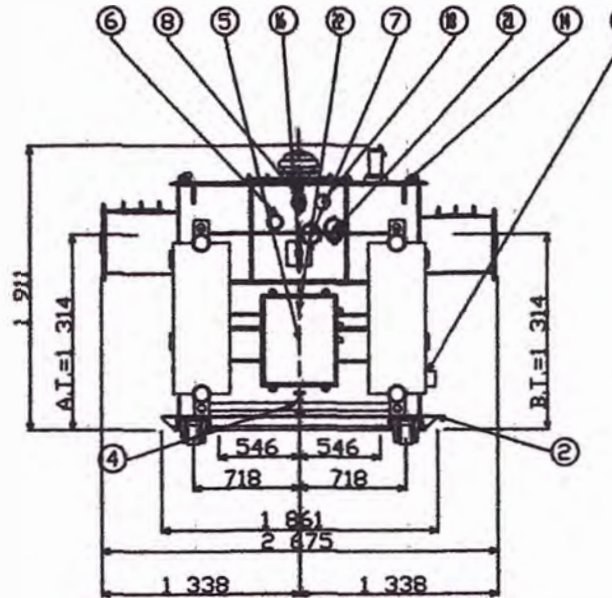
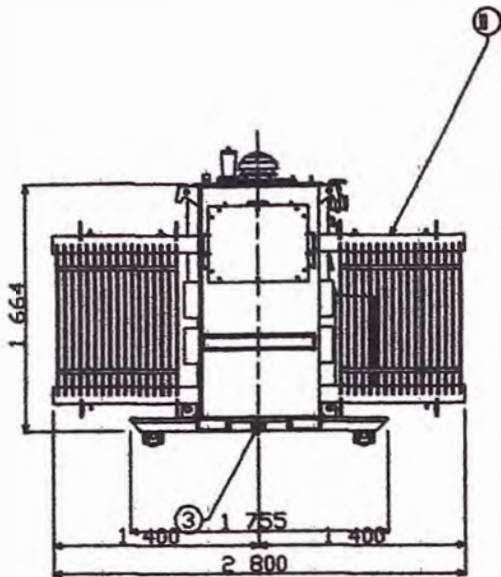


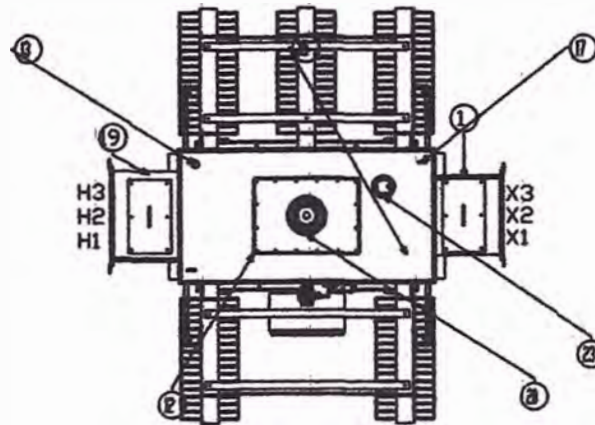
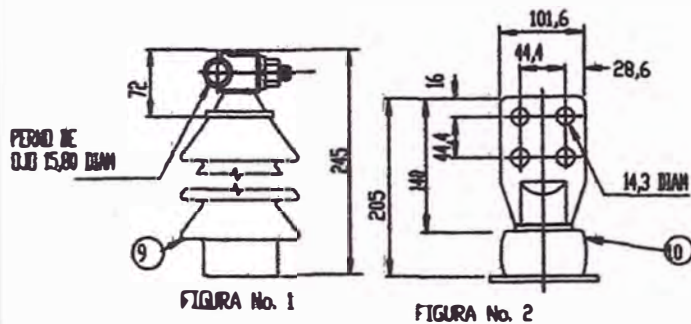
FIGURA No. 2
<http://www.prolecge.com>

Dibujante: JAGE	Departamento de Ingenieria o Cliente:
Reviso: JAGE	
Aproba: JAGE	
Escala: 1:85	Título:
Dimensiones en mm	DIMENSIONES GENERALES DEL TRANSFORMADOR 3 000 kVA, 3 F, 60 Hz, 4 160-480 VOLT 2 577 n s/va, 65 oC, DELTA - DELTA TIPO ONAN/DNAF
Fecha: 8/6/2009	Dibujo
Rev 0	SS04384-1018801





- 1- GARGANTA DE B.T. SEGUN DIBUJO STA313 Z = 500
- 2- BASE CON RUEDAS ORIENTABLES
- 3- PLACA DE CONEXION A TIERRA
- 4- VALVULA COMBINADA BRENJE Y MUESTRO DE DIAM 25,4mm Y DIAM 9,5 mm
- 5- PLACA DE CARACTERISTICAS SEGUN DIB. SSO4385-101B802
- 6- INDICADOR DE NIVEL DE ACEITE SIN CONTACTOS
- 7- INDICADOR DE TEMPERATURA DEL ACEITE CON CONTACTOS
- 8- VALVULA SUPERIOR FILTRO PRENSA DE DIAM 50,8mm
- 9- BUBULLA DE A. T. CLASE 5 KV
- 10- BUBULLA DE BAJA TENSION CLASE 1,2 KV
- 11- RADIADORES TIPO COLEA SOLDADOS
- 12- REGISTRO EN LA TAPA
- 13- NOBLE DE DIAM 25,4mm NOM PARA LLENADO AL VACIO Y HERMETICIDAD
- 14- OREJAS PARA LEVANTAR EL CONJUNTO
- 15- TAPA PRINCIPAL SOLDADA
- 16- CAMBIADOR DE DERIVACIONES +2, 2,5X
- 17- OREJAS PARA IZAR LA TAPA
- 18- MANOVALIOMETRO DE CARATULA
- 19- GARGANTA DE A.T. SEGUN DIBUJO STA608 Z = 500
- 20- RELEVADOR MECANICO DE SOBREPRESION SIN CONTACTOS
- 21- TERMOMETRO DE BEVANADOS
- 22- CAJA DE CONEXIONES S/B STAB35
- 23- RELEVADOR DE PRESION SUBITA
- 24- CALCOMANIA DE SERVICIOS

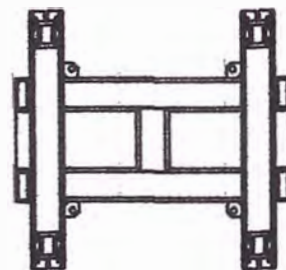


MASAS EN kg	
NUCLEO Y BOBINAS	3 374
TANQUE Y ACCESORIOS	2 055
ACEITE (1 396 L)	1 257
TOTAL	6 686

NOTA:
CAMARA DE AIRE

DERIVACIONES: +2, 2,5X VN
 APARATO: 17201ER10
 COLOR: PINT POLIUR GRIS ANSI 61

NOTA:
LAS MEDIDAS QUE APARECEN SON APROXIMADAS CON UN 1% DE TOLERANCIA A MENOS QUE OTRA COSA SE INDIQUE

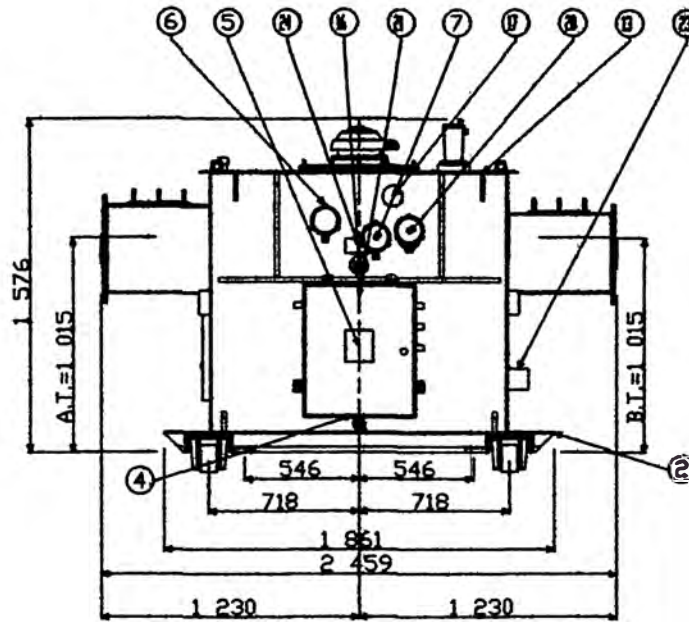
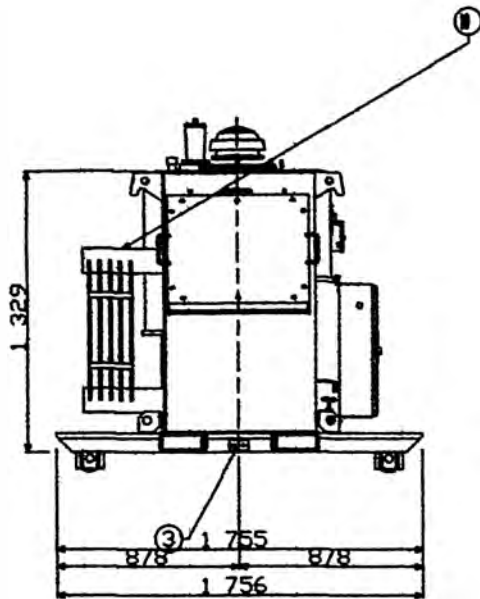


● CENTRO DE GRAVEDAD PARA OPERACION Y EMBARQUE

<http://www.prolecge.com>

Dibujante: JAGE	Departamento de Ingenieria o Cliente:
Revisor: JAGE	
Aprobador: JAGE	
Escala: 1:48	Titulo:
Dimensiones en: mm	DIMENSIONES GENERALES DEL TRANSFORMADOR 2 500 kVA, 3 F, 60 Hz, 4 160-480 VOLT 2 577 m s.n.n., 65 dC, DELTA - DELTA TIPO ONAN
Fecha: 8/6/2009	Dibujo
Rev: 0	SS04385-101B801

PROLEC



- 1- GARGANTA DE B.T. SEGUN DIBUJO STAB313 Z = 500
- 2- BASE CON RUEDAS ORIENTABLES
- 3- PLACA DE CONEXION A TIERRA
- 4- VALVULA CONTROLADA MANEJADA Y MUESTREO DE DIAM 25,4mm Y DIAM 9,5 mm
- 5- PLACA DE CARACTERISTICAS SEGUN DIB. SS04386-101B802
- 6- INDICADOR DE NIVEL DE ACEITE CON CONTACTOS
- 7- INDICADOR DE TEMPERATURA DEL ACEITE CON CONTACTOS
- 8- BOMBUILLA DE A. T. CLASE 5 KV
- 9- BOMBUILLA DE BAJA TENSION CLASE 1,2 KV
- 10- RABIAJORES TIPO COBLEA SOLDADOS
- 11- REGISTRO EN LA TAPA
- 12- NIPLE DE DIAM 25,4mm NOM PARA LLENADO AL VACIO Y HERMETICIDAD
- 13- OREJAS PARA LEVANTAR EL CONJUNTO
- 14- TAPA PRINCIPAL SOLDADA
- 15- OREJAS PARA IZAR LA TAPA
- 16- CAMBIADOR DE DERIVACIONES +2, 2,5%
- 17- MANOVALIOMETRO DE CARATULA
- 18- GARGANTA DE A.T. SEGUN DIBUJO STAB308 Z = 500
- 19- RELEVADOR MECANICO DE SOBREPRESION CON CONTACTOS
- 20- TERMOMETRO DE DEVANADOS
- 21- CAJA DE CONEXIONES S/D STAB39
- 22- RELEVADOR DE PRESION SUBITA
- 23- CALCOMANIA DE SERVICIOS
- 24- CALCOMANIA DE CAMBIADOR

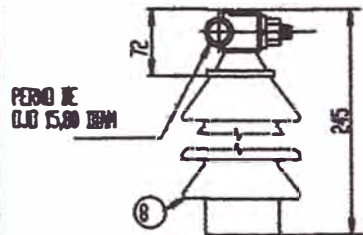
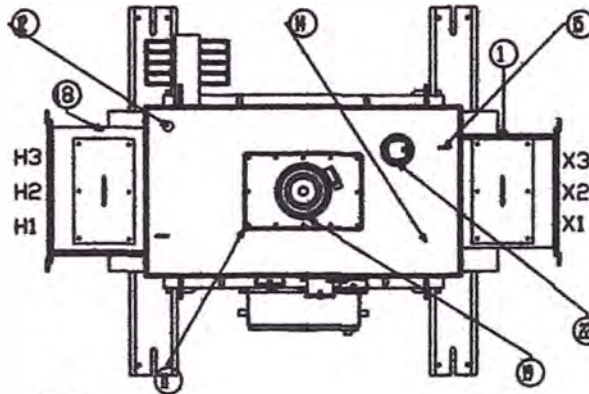


FIGURA No. 1



MASAS EN kg	
NUCLEO Y BOMBAS	1 208
TANQUE Y ACCESORIOS	887
ACEITE (831 L)	748
TOTAL	2 843

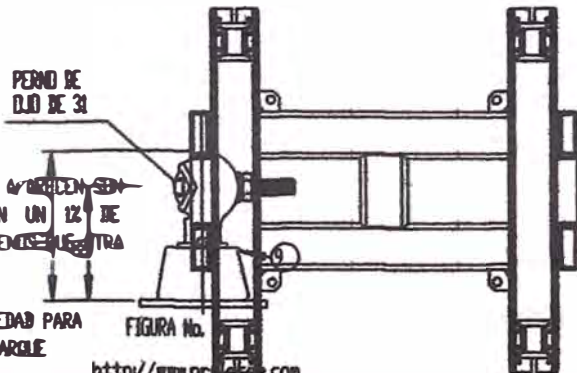


FIGURA No. 2

● CENTRO DE GRAVEDAD PARA OPERACION Y EMBARQUE

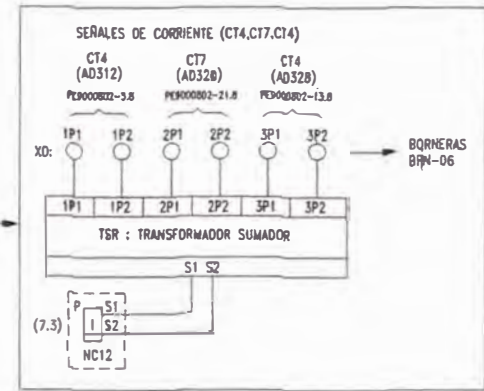
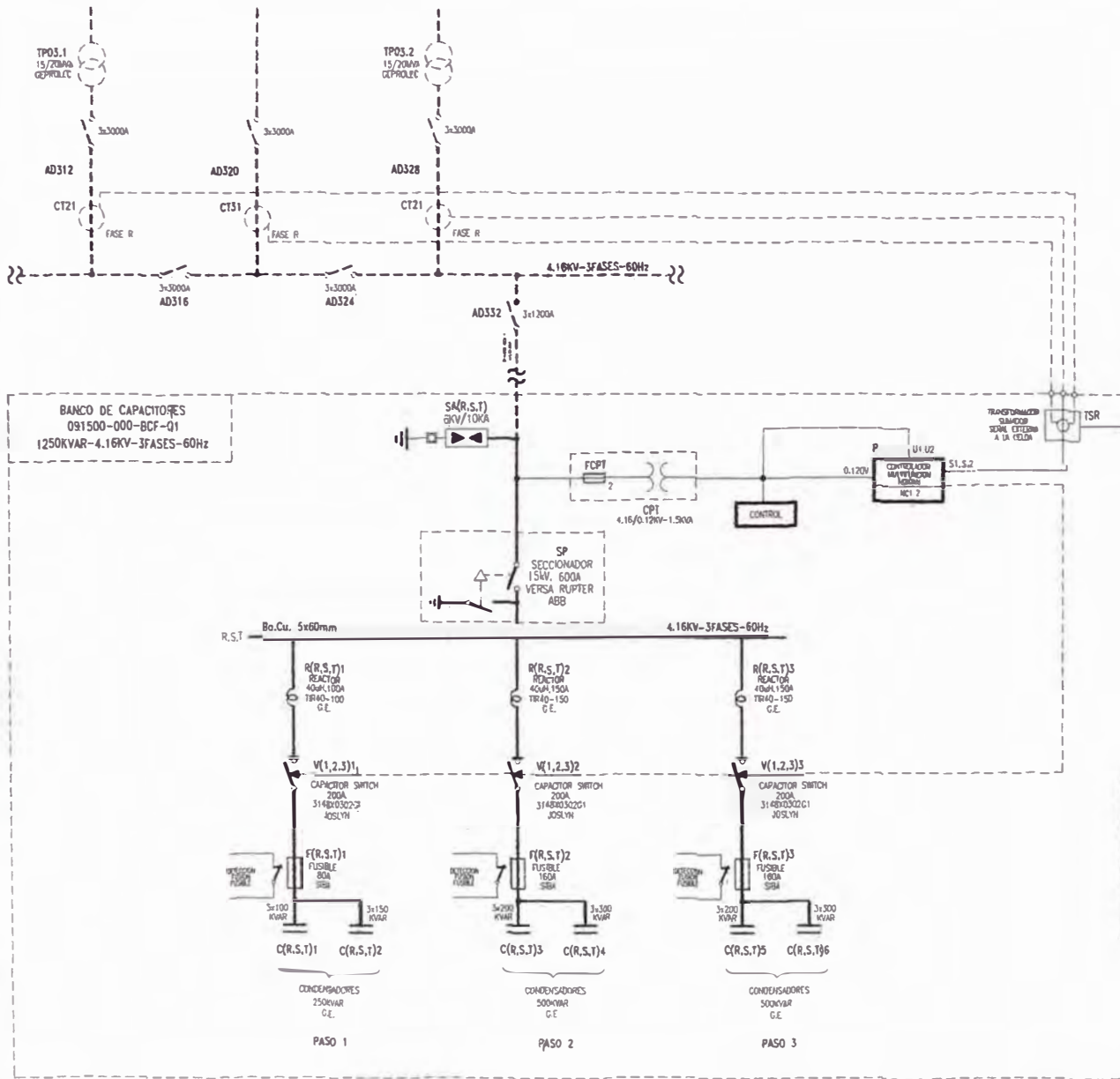
<http://www.prolec.com>

NOTA:
CAMARA DE AJRE

DERIVACIONES: _____ +2, 2,5% VN
 APARATO: _____ IZQUIERDO
 COLOR: _____ PINT POLIU GRIS ANST 61

Dibujante: JAGE	Departamento de Ingenieria o Cliente:
Revisor: JAGE	
Aprobo: JAGE	
Escala: 1/34	Titulo:
Dimensiones en mm	DIMENSIONES GENERALES DEL TRANSFORMADOR 500 kVA, 3 F, 60 Hz, 4 160-480 VDLT 2 577 m s.n.n., 65 oC, DELTA - DELTA TIPO ONAN
Fecha: 8/6/2009	Dibujo
Rev: 0	SS04386-101B801

PROLEC



REV. V. B.

DESCRIPCION

REV. V. B.

19/08/10 R.P. L.M. EMITIDO CONFORME A FABRICADO



MANUFACTURAS ELECTRICAS SA

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA LIMA PERU

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DISENADO	ING. E. JIMENEZ	E.J.	23/03/10
REVISADO	ING. R. PAREDES	R.P.	23/03/10
APROBADO	ING. L. MAS	L.M.	23/03/10

DESCRIPCION : DIAGRAMA UNIFILAR

USO : BANCO DE CAPACITORES 091500-000-BCF-01 1250KVAR-4.16KV-3FASES-60Hz

H / R	4430-06
CANT/PLANO	4/5
N° PLANO	PE2100119

ACOMETIDA

PARARRAYOS

TRANSFORMADOR DE CONTROL

SECCIONADOR DE POTENCIA

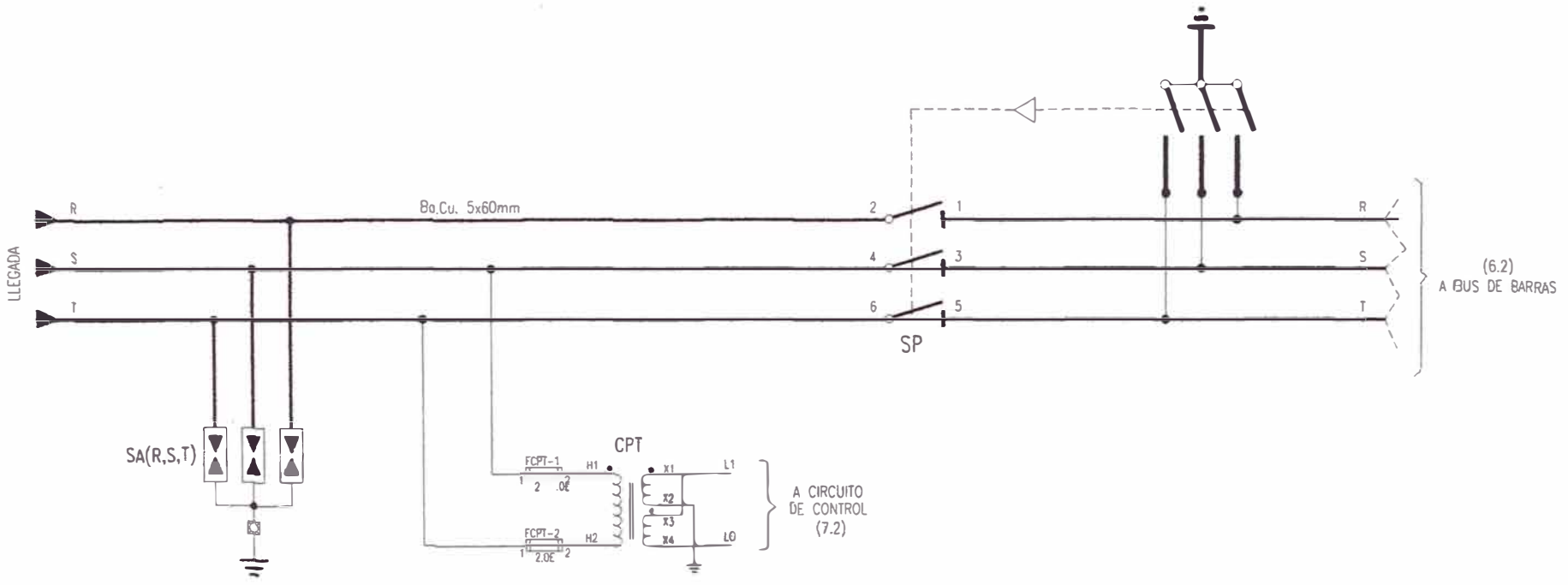
SECCIONADOR DE PUESTA A TIERRA

6KV/10kA
9L11XPA006S
GENERAL ELECTRIC

418Q/120V-1.5KVA
CPT3-60-1.5-4161FF
ITI

15KV, 600A
VA3C1566U06HELC
ABB

CUCHILLA
A TIERRA
ABB



ESTRUCTURA N° 1

0	19/09/10	R.P.	L.M.	EMITIDO CONFORME A FABRICADO
EDICION	FECHA	REV.	V. B.	DESCRIPCION



DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
LIMA PERU

NOMBRE	FIRMA	FECHA
DISEÑADO ING. E. JIMENEZ	E.J.	23/03/10
REVISADO ING. R. PAREDES	R.P.	23/03/10
APROBADO ING. L. MAS	L.M.	23/03/10

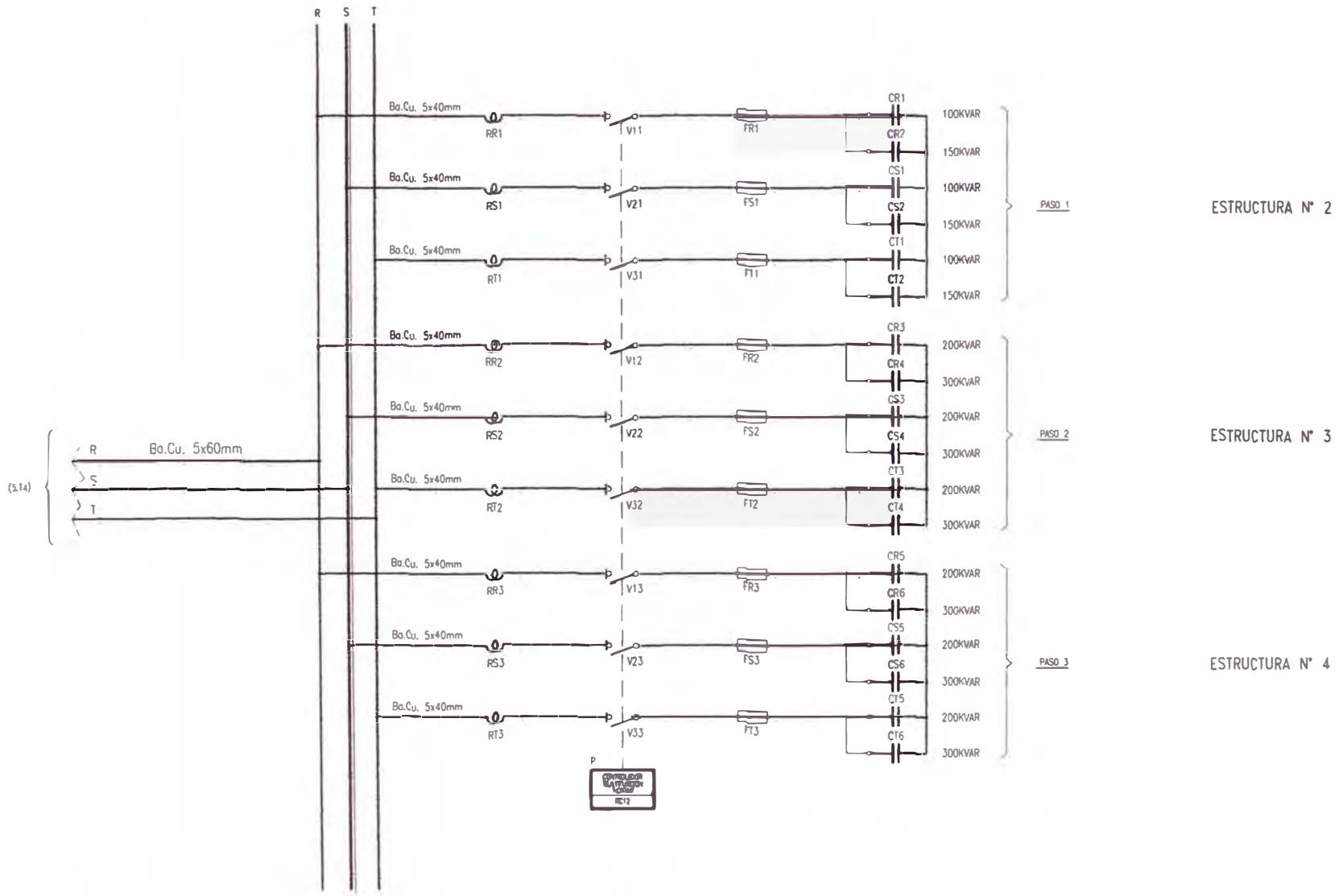
DESCRIPCION : DIAGRAMA TRIFILAR

USO : BANCO DE CAPACITORES
091500-000-BCF-01
1250KVAR-4.16KV-3FASES-60Hz

H / R	4430-06
CANT/PLANO	5/6
N° PLANO	PE2100119

BUS DE BARRAS REACTORES INT. CAPACITIVOS FUSIBLES CONDENSADORES

Ba.Cu. 5x60mm R(R,S,T)1 40mH,100A TIR40-100 R(R,S,T)2 40mH,150A TIR40-150 R(R,S,T)3 40mH,150A TIR40-150 NEPSI
 1P, 200A, 15.5KV J148x0302G1 JOSLYN
 F(R,S,T)1 BDA 7.2KV F(R,S,T)2 160A 7.2KV F(R,S,T)3 160A 7.2KV SIBA
 C(R,S,T)1: 100KVAR; 4.16KV C(R,S,T)2: 150KVAR; 4.16KV C(R,S,T)3, C(R,S,T)5: 200KVAR; 4.16KV C(R,S,T)4, C(R,S,T)6: 300KVAR; 4.16KV GENERAL ELECTRIC



CONDENSADOR 1250KVAR 4.16KV GE12

REV. V. B.

DESCRIPCION

E.S. E.J. REV. V. B.

0 19/08/13 13 E.S. E.J. REV. V. B.



MANUFACTURAS ELECTRICAS SA

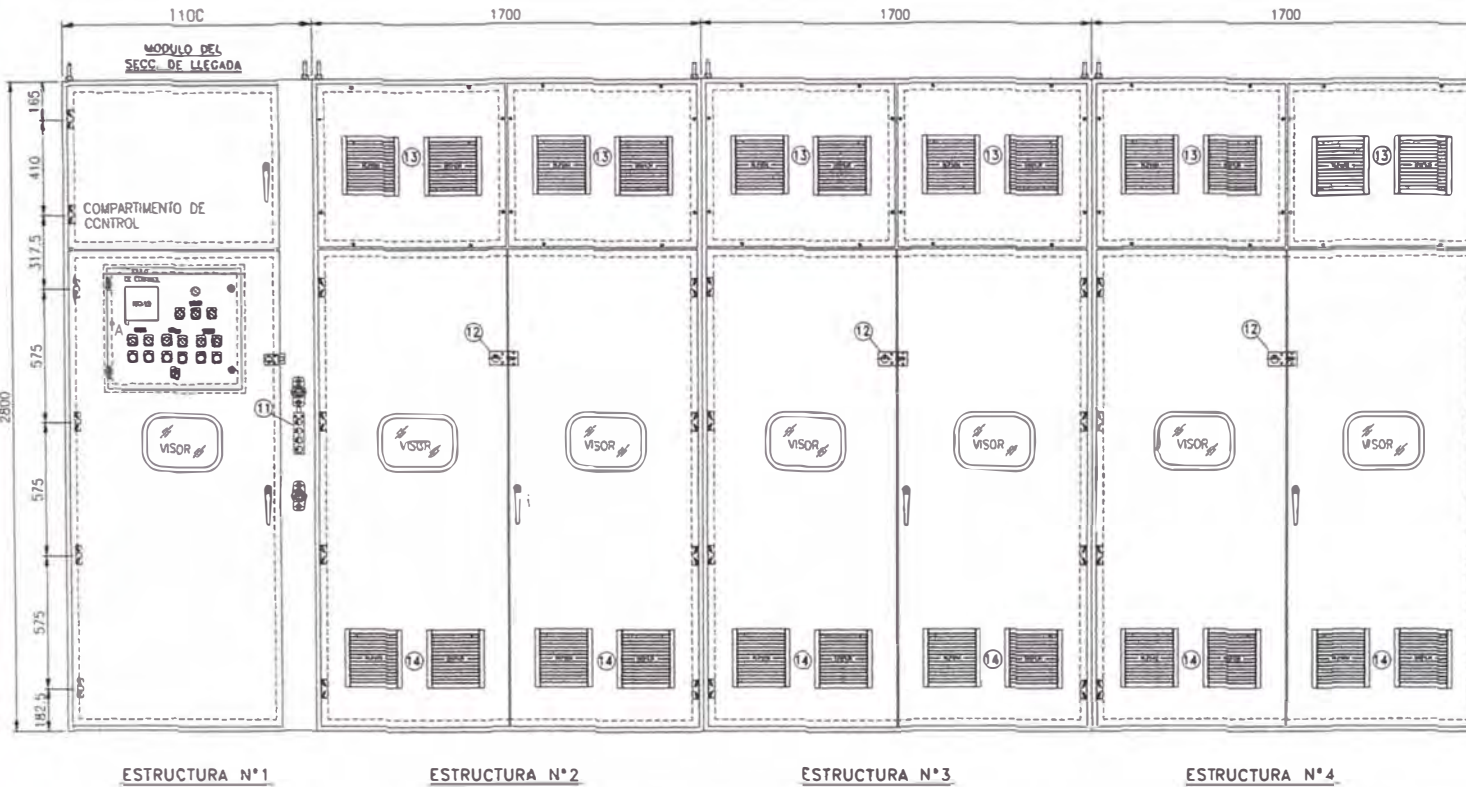
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA LIMA PERU

NOMBRE	FIRMA	FECHA
DISEÑADO ING. E. JIMENEZ	E.J.	17/02/10
REVISADO ING. L. MAS	L.M.	17/02/10
APROBADO ING. E. SALAZAR	E.S.	17/02/10

DESCRIPCION : DIAGRAMA TRIFILAR

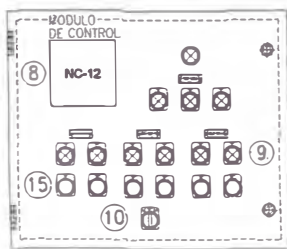
USO : BANCO DE CAPACITORES 091500-000-BCF-01 1250KVAR-4.16KV-3FASES-60Hz

H / R 4430-06
 CANT/PLANO 6/7
 N° PLANO PE2100119

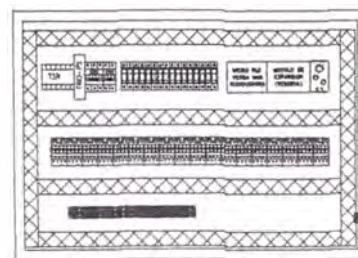


LEYENDA			
POS.	DESCRIPCION	CATALOGO	FABRICANTE
1	CUCHILLA DE PUESTA A TIERRA	-	ABB
2	SECCIONADOR TRIPOLAR 15KV, 600A.	VERSA RUPTER	ABB
3	TRANSFORMADOR DE CONTROL 4160/120V	CTP3	ITI
4	BASE PORTAFUSIBLE 12KV	31 003 102	SIBA
5	CONDENSADOR 4160V	-	G.E.
6	REACTORES INRUSH DE 40uH	TIR-40	NEPSI
7	INTERRUPTOR CAPACITIVO UNIPOLAR, 200A	3148X	JOSLYN
8	REGULADOR DE FACTOR DE POTENCIA	HC-12	WOKIAN
9	PORTALAMPARA Ø30	CR104P	G.E.
10	CONMUTADOR W-0-A	CR104P	G.E.
11	LOCKOUT PARA EL SECCIONADOR	FLAT-LOCK	KIRKKEY
12	LOCKOUT PARA PUERTA	DOOR-LOCK	KIRKKEY
13	REJILLA DE VENTILACION	-	UNIKEY
14	VENTILADOR	-	UNIKEY
15	PULSADOR Ø30	CR104P	G.E.
16	PARARRAYOS 6kV	9L11XA008S	G.E.

VISTA FRONTAL



DETALLE "A"



COMPARTIMENTO DE CONTROL

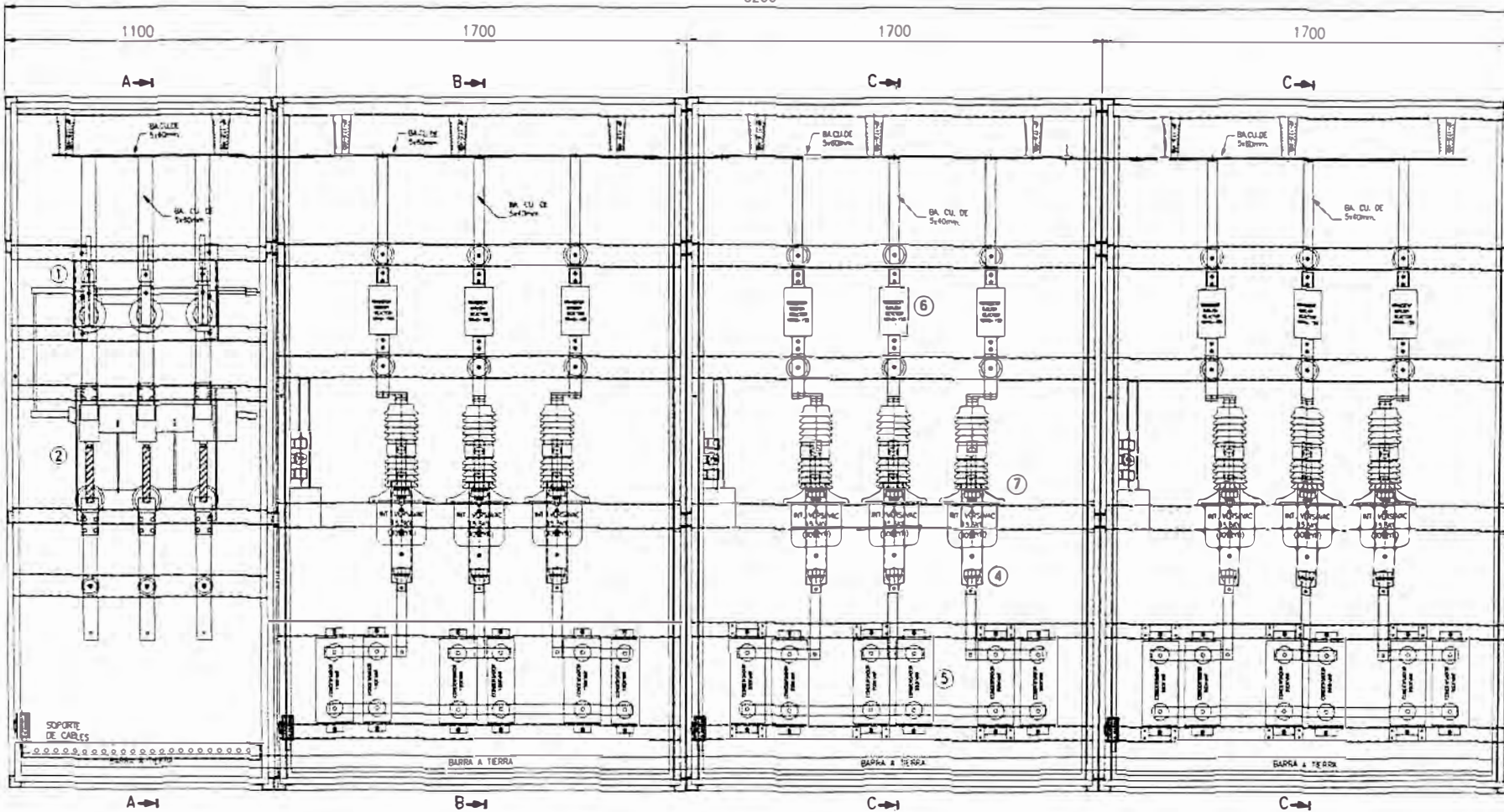
CARACTERISTICAS DE LA ESTRUCTURA

- ESTRUCTURA**
 - PERFILES CON 5 DOBLECES DE PL. Fe. LAC 3 mm, RECUBIERTA CON PANELES METALICOS PL. Fe. LAF 2.5 mm. Y PUERTA METALICA PL. Fe. LAC 2.5 mm.
- ACABADO**
 - PINTURA COLOR GRIS ANSI 61
- GRADO DE HERMETIC.**
 - NEMA 12
- BARRAS PRINCIPALES**
 - BARRA CU. 5x60 mm. - 826 A. PINTADAS: "R"-ROJO, "S" NEGRO, "T" AZUL, EXTREMOS SIN PINTAR.
- BARRA A TIERRA**
 - BARRA CU. 5x50 mm. - 583 A. (PINTADA SOLO UNA FRANJA 20 mm. COLOR VERDE)
- AISLADOR**
 - TIPO RESINA EPOXICA (AP-17.5 KV/400 Kg.)

TOLERANCIAS SEGUN NORMA NME01

	SIMBOLO ISO/DIN 	NOMBRE RENZO J.	FIRMA R.J.	FECHA 14/MAY/10	MATERIAL : DOBLEZ :	CANTIDAD : 01 CONJUNTO ACABADO : COLOR GRIS ANSI 61	DESCRIPCION : BANCO DE CAPACITORES 091500-000-BCF-01 1250KVAR-4.16KV-3FASES-60Hz DIMENSIONES DE CONTORNO Y UBICACION DE EQUIPOS	CODIGO 3152100119

6200



VISTA FRONTAL
(SIN PUERTAS)

N. de C. N°

DESCRIPCION

EMITIDO CONFORME A MAPADO

J. M. REV. V. B°

17/09/10 FECHA

TOLERANCIAS SEGUN NORMA NME01

MANUFACTURAS ELECTRICAS SA
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
LIMA

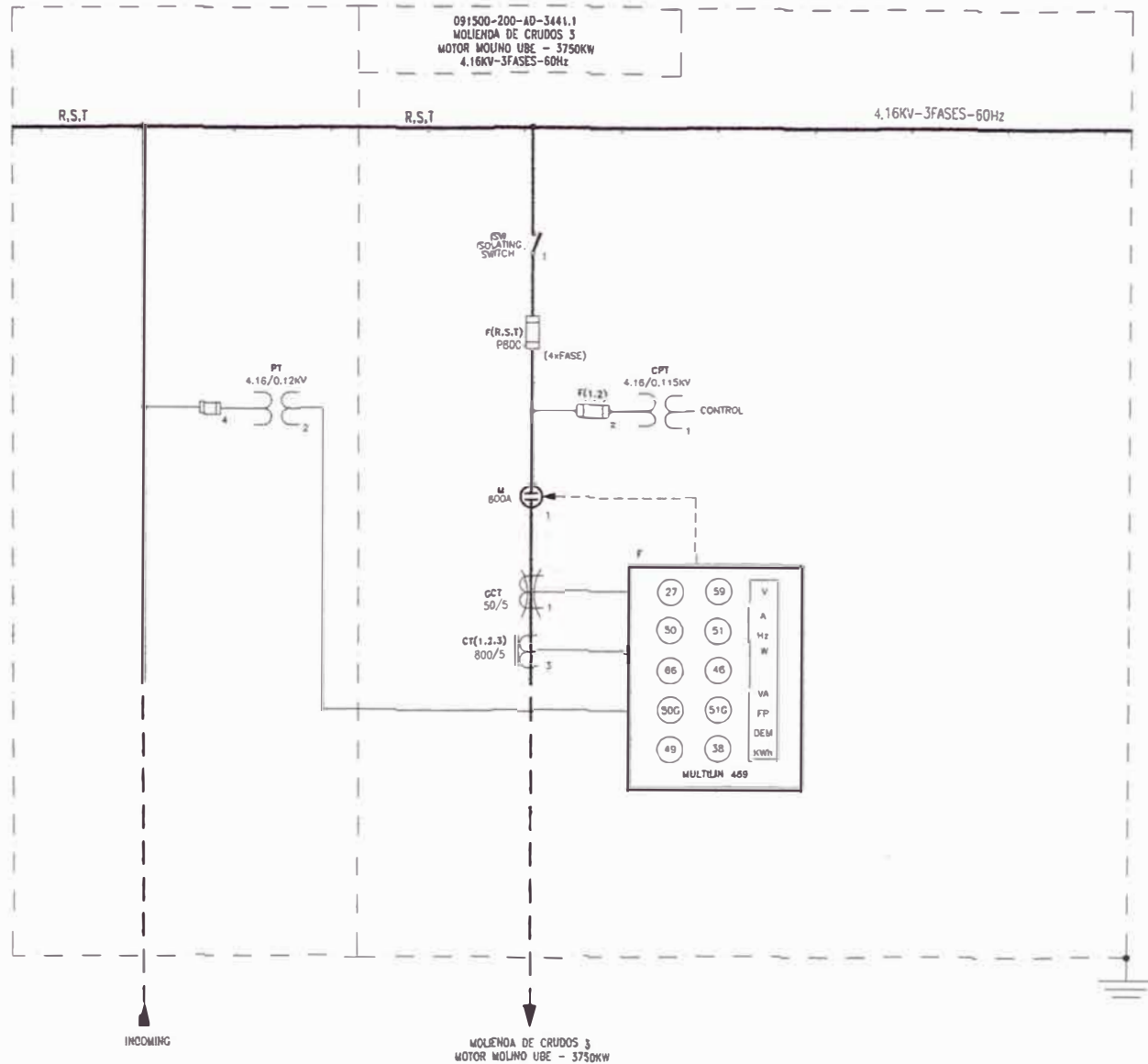
SIMBOLO ISO/DIN
FORMATO A-3

OSERVADO	NOMBRE	FIRMA	FECHA	MATERIAL
RENZO J.	R.J.	14/MAY/10		
ING. E. MUÑEZ	E.J.	14/MAY/10		
ING. L. MAS	L.M.	14/MAY/10		

CANTIDAD	DESCRIPCION
61	CONJUNTO
	ACABADO: COLOR GRIS ANSI 61
	PESO(kg):
	ESC.: 1:15

DESCRIPCION :
BANCO DE CAPACITORES 091500-000-BCF-01
1250KVAR-4.16KV-3FASES-60Hz
DIMENSIONES DE CONTORNO Y UBICACION DE EQUIPOS

CCDICO :	3152100119
PLANO N°	PM443006
C/PLANO	2/3



091500-200-AD-3441.1
MOLIENDA DE CRUDOS 3
MOTOR MOLINO UBE - 3750KW
4.16KV-3FASES-60Hz

R,S,T R,S,T 4.16KV-3FASES-60Hz

INCOMING

MOLIENDA DE CRUDOS 3
MOTOR MOLINO UBE - 3750KW

EDICION	FECHA	REV.	V. B.	DESCRIPCION
0	22/09/10	R.P.		EMITIDO CONFORME A FABRICADO
		L.M.		



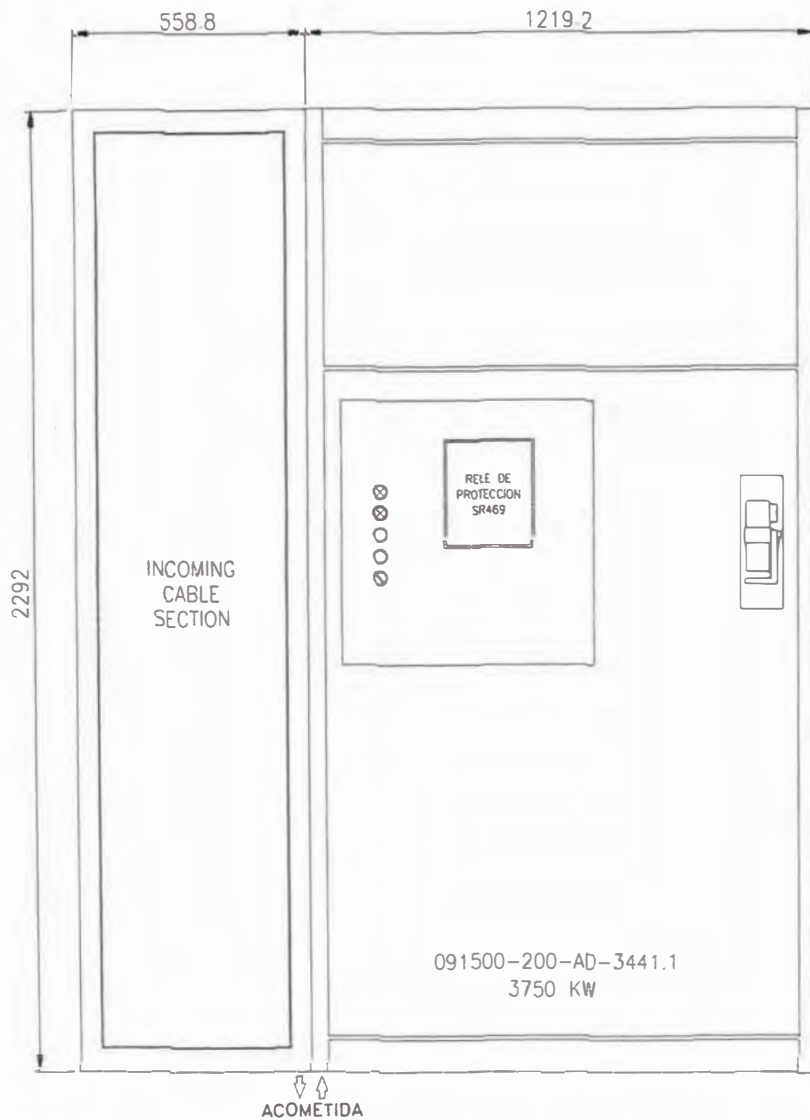
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
LIMA PERU

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
DESIGNADO	ING. E. JIMENEZ	E.J.	03/02/10
REVISADO	ING. R. PAREDES	R.P.	03/02/10
APROBADO	ING. L. MAS	L.M.	03/02/10

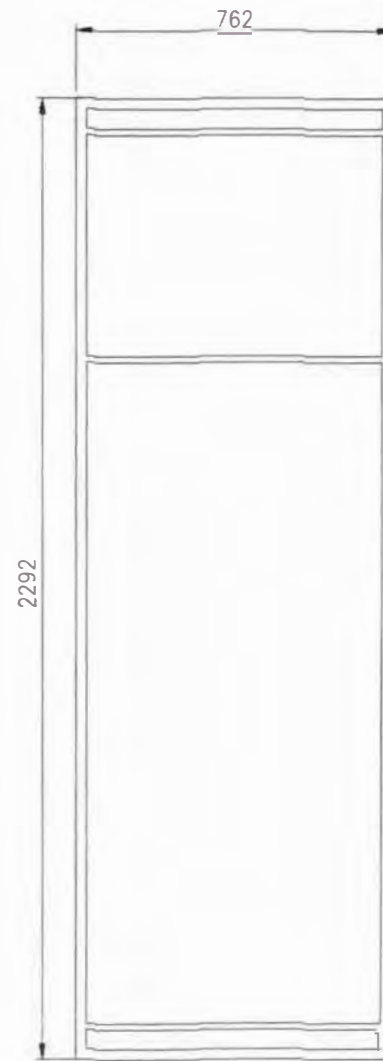
DESCRIPCION :
DIAGRAMA UNIFILAR
YURA S.A

USO :
MOLIENDA DE CRUDOS 3
MOTOR MOLINO UBE - 3750KW
4.16KV-3FASES-60Hz

H / R	4430-08
CANT/PLANO	1/2
Nº PLANO	PE0000113



VISTA FRONTAL



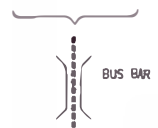
VISTA LATERAL

EDICION	0	FECHA	23/09/10	E.J.	L.M.	EMITIDO CONFORME A FABRICADO	N.de C. N°
				REV.	V° B°	DESCRIPCION	

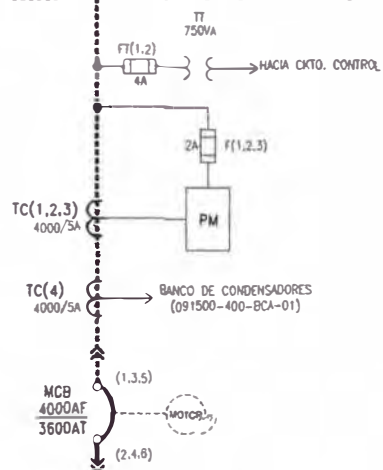
TOLERANCIAS SEGUN NORMA NME01

<p>MANUFACTURAS ELECTRICAS SA DEPARTAMENTO DE INGENIERIA LIMA PERU</p>		NOMBRE P / E.J.	FIRMA E.J.	FECHA 14/01/10	MATERIAL:	CANTIDAD: 01 CONJUNTO	DESCRIPCION : ARRANCADORES DE 4.16 KV 091500-200-AD-3441.1, 091500-200-AD-3470 DIMENSIONES DE CONTORNO Y UBICACION DE EQUIPOS	CODIGO 3150000113	
	REVISADO ING. E. JIMENEZ	E.J.	14/01/10	DOBLEZ :	PESO(Kg):	ESC.:		PLANO N° PM443008	C/PLANO 1/2
	APROBADO ING. E. SALAZAR	L.M.	14/01/10	CUENTE : YURA S.A.					
	FORMATO: A-3								

091500-400-XF-01
PE9000802

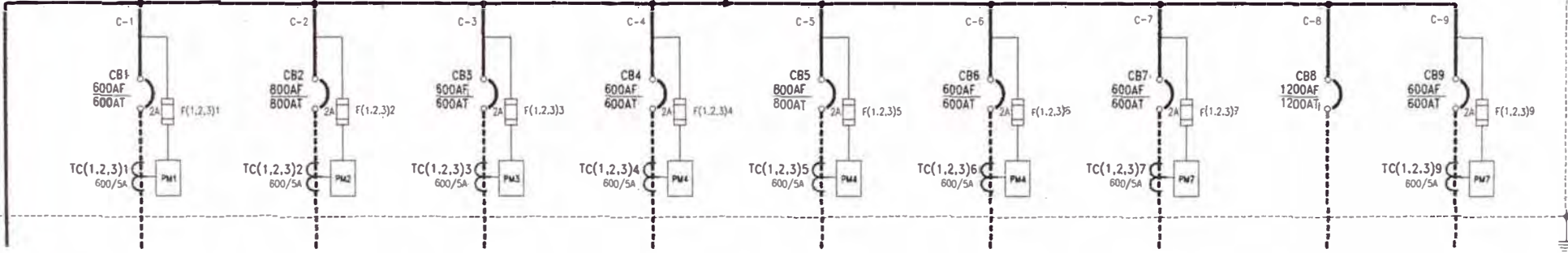


SALA ELECTRICA N°4
(091500-400-SG-01)
FP-315-1



L1,L2,L3 4270A-460V-60Hz-3Ø

3BACU 3(1ØX120mm)



Ba.C4
5x50mm

MCC 315-1

MCC 315-2

RESERVA

RESERVA

VFD 3141

VFD 3170

RESERVA

RESERVA

PB 315-1

EMITIDO CONFORME A FABRICACION

R.F.

L.M.

FECHA

EDICION

091500-100-BCA-01
HACIA BANCO DE CONDENSADORES
550KVAR (PE2100114)



MANUFACTURER
ELECTRICAS SA

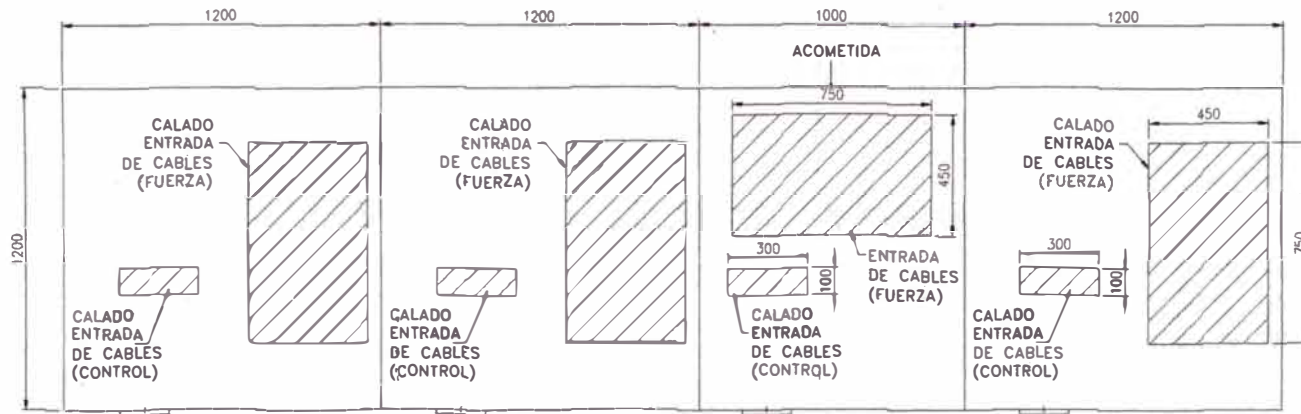
DEPARTAMENTO DE INGENIERIA
LIMA PERU

INGENIERO	FECHA	FECHA
ING. R. P. ORANGES R.P.	12/07/10	12/07/10
ING. L. MAS	L.M.	12/07/10

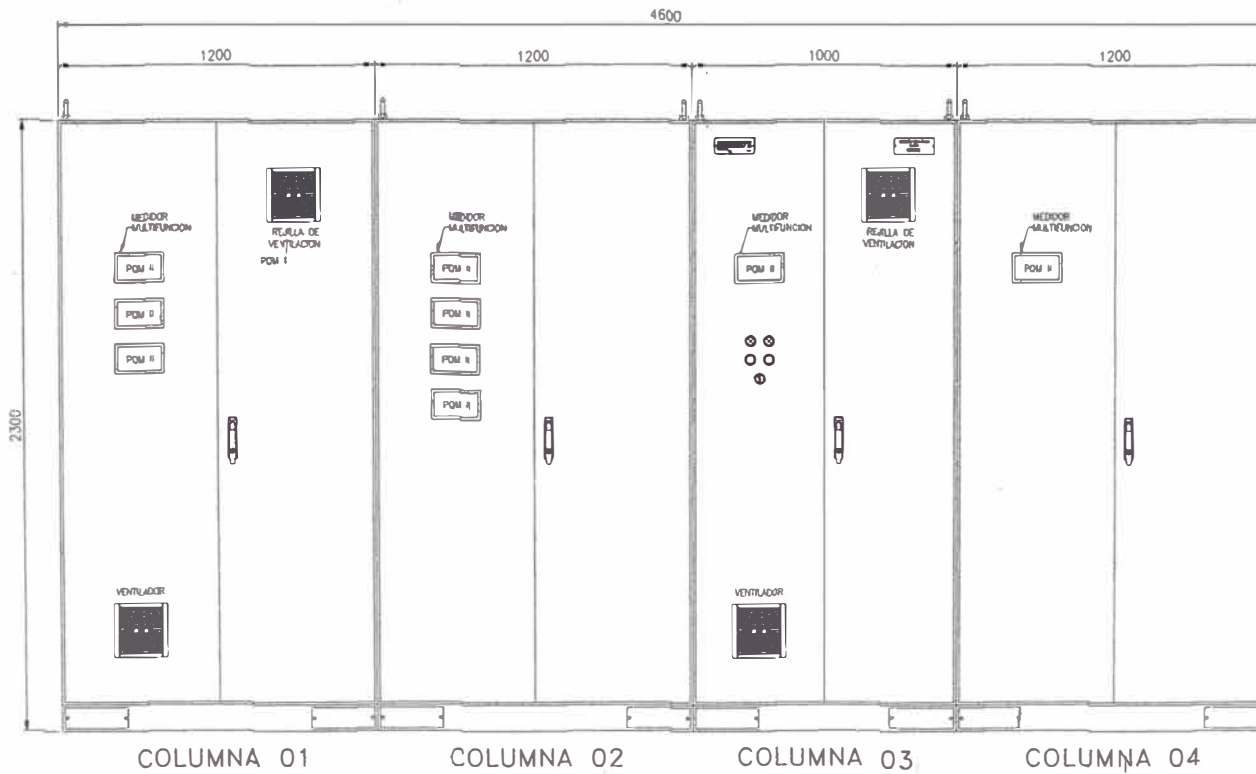
DESCRIPCION :
DIAGRAMA UNIFILAR

USO :
TABLERO DE DISTRIBUCION FP-315-1
460V-60Hz-3Ø
YURA S.A.

M / R	4431-01
CANT/PLANO	2/3
N° PLANO	PE9000793



VISTA SUPERIOR

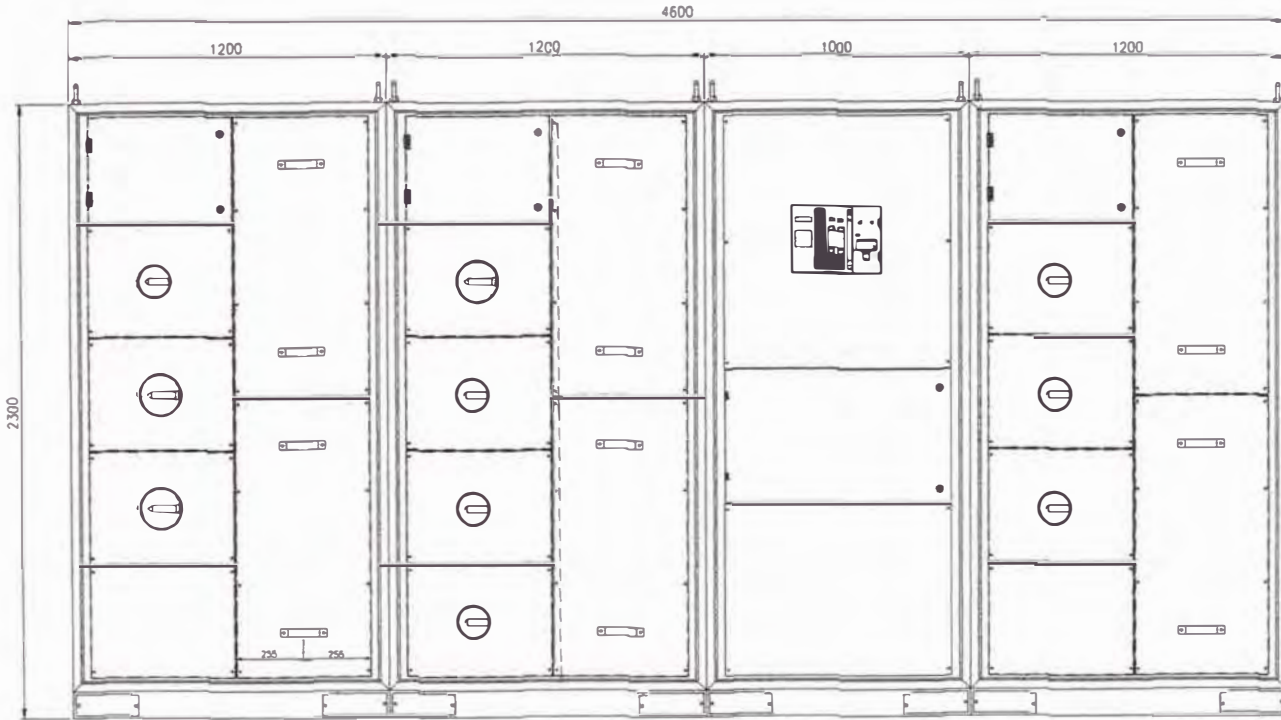


VISTA FRONTAL

N. de C. N°
 EMITIDO CONFORME A FABRICADO
 DESCRIPCION
 L.M. L.M.
 REV. v B'
 R.F. REV.
 02/02/11
 FECHA

TOLERANCIAS SEGUN NORMA NME01

	SIMBOLO ISO/DIN 	NOMBRE	FIRMA	FECHA	MATERIAL: TABLERO T&S	CANTIDAD: 1 TABLERO	DESCRIPCION: TABLERO DE DISTRIBUCION FP-311-1 460V-60Hz-3Ø DIMENSION DE CONTORNOS Y UBICACION DE EQUIPOS	CODIGO: 3159000794 PLANO N°: PM443102 / C/PLANO: 3/4
	DISEÑADO ING. R. FLORES	C.PAREDES C.P.	R.F. 06/09/10	DOBLEZ: NO APLICABLE	ACABADO: PINTADO	PESO(Kg): --- ESC.: S/E		
	REVISADO ING. L. MAS	L.M. 06/09/10	CLIENTE: YURA S.A.					
	FORMATO: A-3 APROBADO							



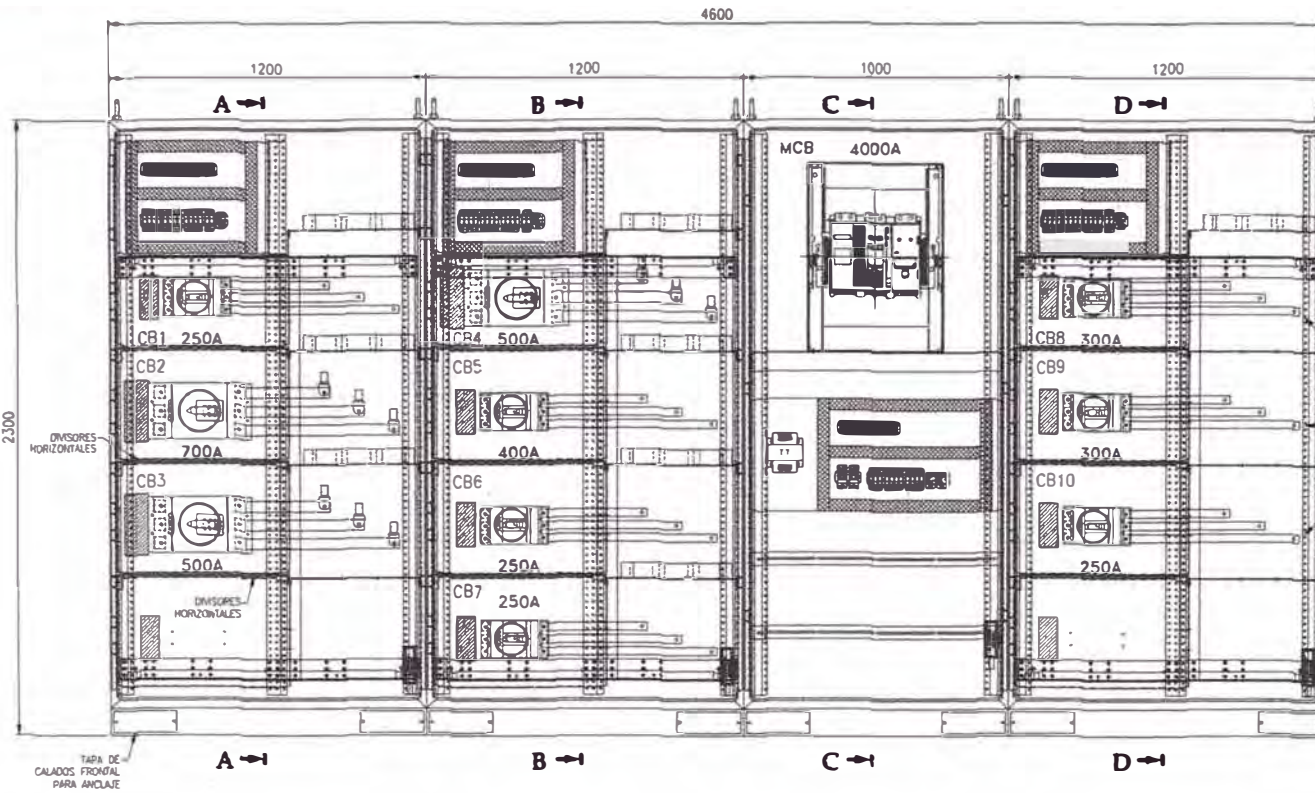
VISTA FRONTAL SIN PUERTA

* FRENTE MUERTO FORMADO POR BANDEJAS ATORNILLADAS

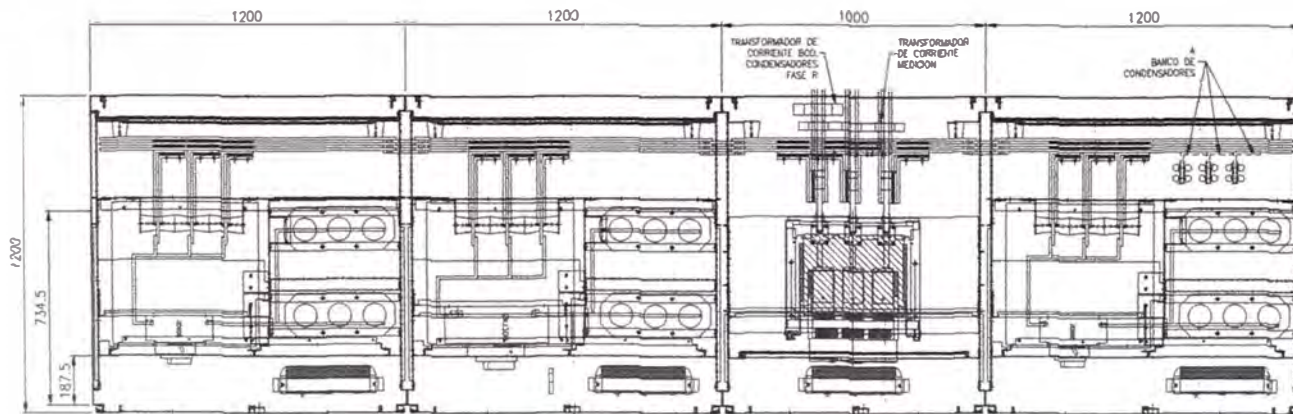
TODOS LOS INTERRUPTORES DERIVADOS TIENEN MANIJA ROTATIVA PREVISTA PARA CANDADO

TOLERANCIAS SEGUN NORMA NME01

	MANUFACTURAS ELECTRICAS SA DEPARTAMENTO D&E LIMA PERU	SIMBOLO ISO/DIN 	NOMBRE C.PAREDES	FIRMA C.P.	FECHA 06/09/10	MATERIAL: TABLERO T&S ---	CANTIDAD: 1 TABLERO ACABADO: PINTADO	DESCRIPCION TABLERO DE DISTRIBUCION FP-311-1 460V~60Hz-3Ø DIMENSION DE CONTORNOS Y UBICACION DE EQUIPOS	CODIGO 3159000794
	FORMATO: A-3	DISEÑADO ING. R. FLORES	R.F.	FECHA 06/09/10	DOBLEZ: NO APLICABLE	PESO(Kg): --- ESC.: S/E	PLANO N° PM443102		C/PLANO 4/5
	APROBADO ING. L. MAS	L.M.	FECHA 06/09/10	CUENTE: YURA S.A.					



VER NOTA 01



NOTA:

1.- HACER UN AGUJERO DE 1/2" POR FASE, DE SER REQUERIDO MAS AGUJEROS, SERAN HABILITADOS POR EL CLIENTE.

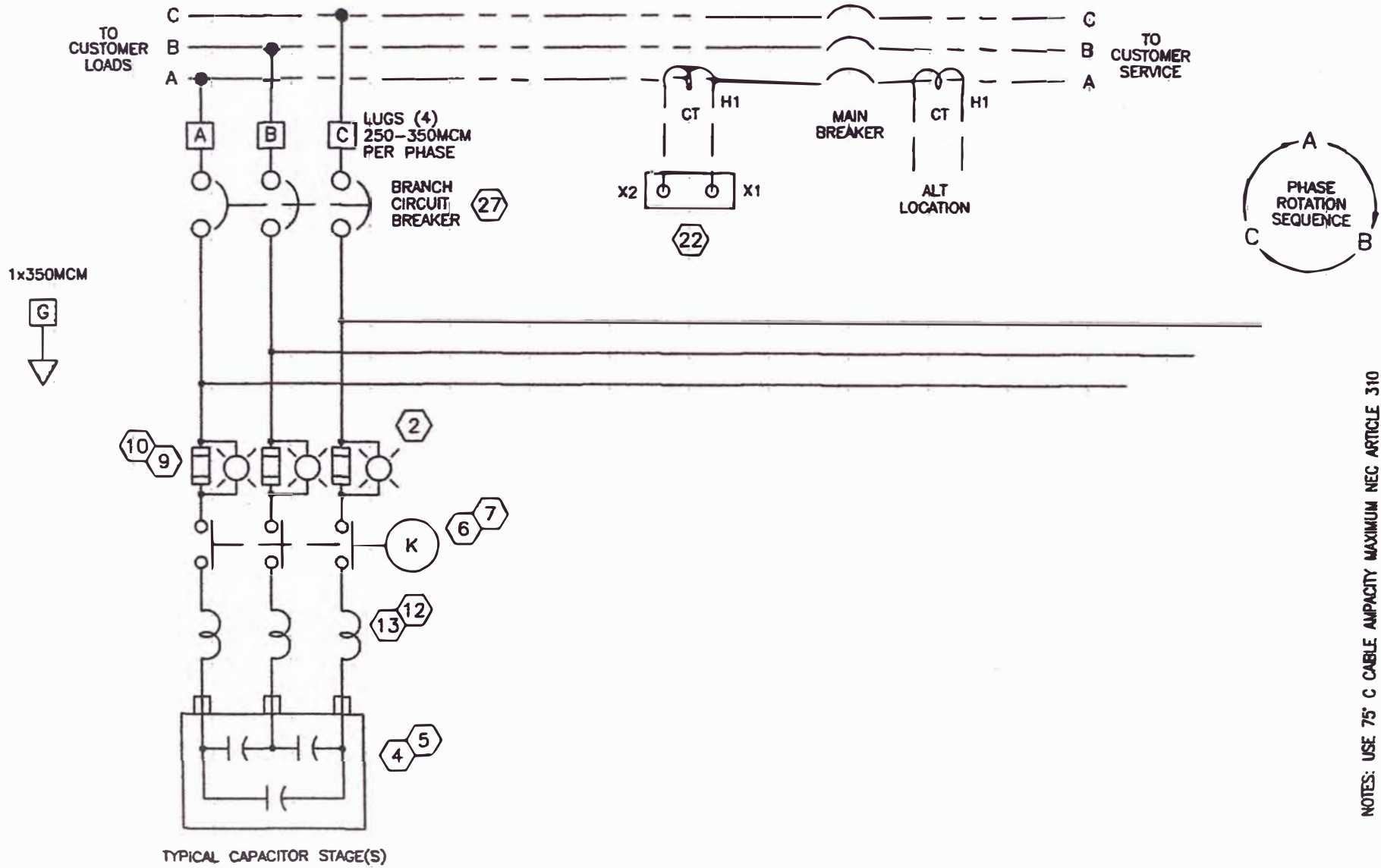
EDICION	02/02/11	FECHA
	L.M.	REV. V° B°
EMITIDO CONFORME A FABRICADO		DESCRIPCION
N. de C. N°		

TOLERANCIAS SEGUN NORMA NME01

MANUFACTURAS ELECTRICAS SA
DEPARTAMENTO OBE
LMA PERU

	SIMBOLO ISO/DIN	NOMBRE	FIRMA	FECHA	MATERIAL: TABLERO T&S	CANTIDAD: 1 TABLERO	DESCRIPCION :
		DISEÑADO C.PAREDES	C.P.	06/09/10	---	ACABADO: PINTADO	TABLERO DE DISTRIBUCION FP-311-1 460V~60Hz-3Ø DIMENSION DE CONTORNOS Y UBICACION DE EQUIPOS
		REVISADO ING. R. FLORES	R.F.	06/09/10	NOBLEZ: NO APLICABLE	PESO(Kg): --- ESC.: S/E	
		APROBADO ING. L. MAS	L.M.	06/09/10	CLIENTE: YURA S.A.		

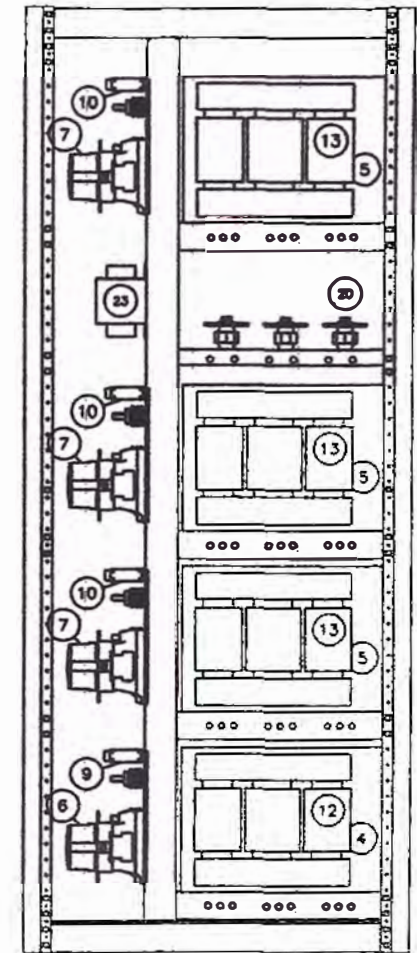
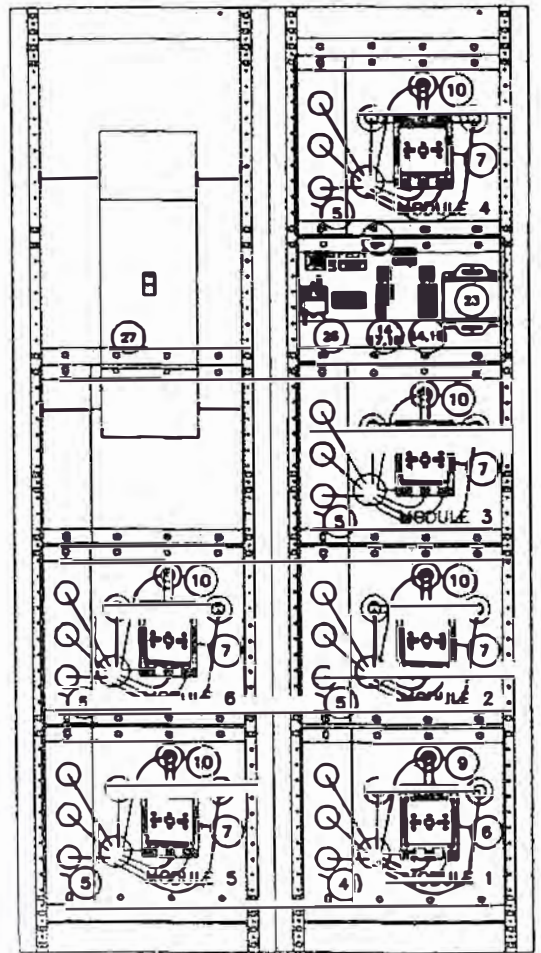
CODIGO		3159000794
PLANO N°	C/PLANO	
PM443102	5/6	



NOTES: USE 75' C CABLE AMPACITY MAXIMUM NEC ARTICLE 310
 CONDUCTOR AMPACITY NOT LESS THAN 135% OF THE
 NOMINAL CURRENT SHOWN FOR RATED KVAR, NEC ARTICLE 460
 (CABLE AMPACITY SHOULD BE >= BREAKER RATING IF INCLUDED.)

e TRANSMISSION, DISTRIBUTION & INDUSTRIAL SYSTEMS FORT EDWARD, NEW YORK, USA		SIZE A	POWER DRAWING 38FP6550F507W0200C	
DRAWN JPA	DATE 10/26/11	SCALE NONE	INTERNAL	SHEET 1 CONT
ISSUED JPA	DATE 10/26/11			

REV	DATE	APPROVED
A	10/26/11	JPA



e	TRANSMISSION, DISTRIBUTION & INDUSTRIAL SYSTEMS FORT EDWARD, NEW YORK, USA		SIZE A	ASSEMBLY DRAWING 38FP6550F507W0200C		
	DRAWN JPA	DATE 10/26/11	SCALE NONE	INTERNAL	SHEET	CONT
ISSUED JPA	DATE 10/26/11					