Nº	DESCRIPCIÓN	REVISOR(ES)	APROBACIÓN	FECHA

REVISIONES

ITAIPU BINACIONAL

EMISIÓN INICIAL

ÁREA RESPONSABLE

SMIE.DT

División de Ingeniería de Mantenimiento Eléctrico

DIRECCIÓN TÉCNICA

PROYECTO/AUTOR

RGCAC

VERIFICACIÓN

QUOIRIN

APROBACIÓN DIVISIÓN

MGDM

APROBACIÓN DEPARTAMENTO

KLEBER

MODERNIZACIÓN DEL TABLERO CTM DE LA COMPUERTA DE SERVICIO

TOMA DE AGUA Y CONDUCTO FORZADO DE LAS UNIDADES GENERADORAS

TABLERO CTM DE LA COMPUERTA DE SERVICIO DE LA UNIDAD GENERADORA

SUSTITUCIÓN DE 18 TABLEROS DE COMANDO DE LA CENTRAL HIDRAULICA DE LA COMPUERTA DE LA TOMA DE AGUA

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

FECHA	CONTROL DEL EMITENTE	FORMATO	CÓDIGO DE ITAIPU	PÁGINA	REVISIÓN
06/04/2021	-	A4	6000-20-19002-E	1/50	R0

ÍNDICE

1 INTRODUCCIÓN 4

2 OBJETIVO 4

3 ALCANCE DEL SUMINISTRO 4

3.1 EQUIPOS Y MATERIALES SUMINISTRADOS POR EL CONTRATISTA 4
3.2 SERVICIOS REALIZADOS POR EL CONTRATISTA 5

4 FILOSOFIA DE OPERACIÓN ACTUAL DEL TABLERO CTM 5

5 CRITÉRIOS TÉCNICOS 6

5.1 CRITERIOS GENERALES 7
5.2 CRITERIOS TÉCNICOS DE LOS COMPONENTES Y ESTRUCTURAS 8
5.2.1 Estructura del tablero 8
5.2.1.1 Seguridad 10
5.2.1.2 Ergonomía 11
5.2.1.3 Pintura 11
5.2.1.4 Criterios con respecto al cableado externo 12
5.2.1.5 Cableado y Canaletas internas 13
5.2.1.6 Borneras 17
5.2.1.7 Aterramiento 18
5.2.1.8 Identificación del tablero y componentes 19
5.2.1.9 Identificación de los conductores 20
5.2.2 Dispositivos de maniobra, medición y transformador auxiliar 22
5.2.2.1 Interruptor Seccionador - Circuito de fuerza (460 Vca) 22
5.2.2.2 Disyuntores - Circuito de fuerza (460 Vca) 23
5.2.2.3 Contactores - Circuito de fuerza (460 Vca) 23
5.2.2.4 Circuito de medición de tensión y corriente - Circuito de fuerza (460 Vca) 24
5.2.2.5 Transformador auxiliar 460 / 220 Vca - Estructura de fuerza (460 Vca) 24
5.2.2.6 Disyuntores - Circuito auxiliar (460 Vca o 220 Vca) 25
5.2.2.7 Disyuntores - Circuito de control (Corriente continua) 26
5.2.3 Toma eléctrica, Iluminación y Resistencia de Calentamiento 26
5.2.4 Circuito de alimentación auxiliar, automatización y control 27
5.2.4.1 Fuentes de alimentación 125 / 24 Vcc 28
5.2.4.2 Fuente de alimentación 460 Vca / 24 Vcc 29
5.2.4.3 Fuente de alimentación 460 Vca / 125 Vcc 29
5.2.4.4 Controlador lógico programable (PLC), interfaz hombre máquina (IHM) y Switch 29
5.2.4.5 Relés de interfaz 37
5.2.4.6 Supervisor de las electroválvulas 37
5.2.4.7 Supervisor de tensión de las barras 38
5.2.4.8 Botoneras y selectoras 38
5.2.4.9 Señalización local 38
5.2.5 Tablero de fuerza móvil 39
5.2.6 Bancada de prueba para simulación 39
5.2.7 Notebooks y Software del sistema 39

5.3 INSPECCIONES, ENSAYOS Y FISCALIZACIONES DEL SERVICIO 40

5.3.1 Ensayos en Fábrica 40
5.3.2 Ensayos en Campo 42
5.4 WORK STATEMENT 42
5.5 ENTRENAMIENTO 43
5.6 DOCUMENTACIÓN 44
5.6.1 Manual de Operación, Mantenimiento y Configuración 45
5.6.2 Planos eléctricos y constructivos 45
5.6.3 Lista de piezas sobresalientes y suministros 46
5.6.4 Plan de inspección y test 47
5.6.5 Memorial de cálculo 47
5.6.6 Procedimiento para aprobación de documentos 48
5.6.7 Data Book 48
5.7 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO 48
5.8 CONCLUSIÓN Y ACEPTACIÓN 49
6 LOCAL DE EJECUCIÓN DEL SERVICIO 49
7 TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL SERVICIO / TIEMPO DE SUMINISTRO 49
8 ANEXO 50

1 INTRODUCCIÓN

El área industrial de la ITAIPU cuenta actualmente con 20 centrales hidráulicas a aceite quien junto a un servomotor vertical independiente para cada una, permite la maniobra de la compuerta de servicio de cada una de las 20 unidades generadoras (U01 a U18A). Esta compuerta tiene las funciones de liberar el paso del agua (almacenada aguas arriba de la presa) hacia el conducto forzado y la turbina durante la operación normal de la unidad generadora, o contener la misma para permitir el drenaje del agua en el conducto forzado durante un mantenimiento o en situaciones anormales que comprometa con la seguridad de la presa de la ITAIPU.

Para presurizar el aceite al servomotor son utilizadas dos moto-bombas hidráulicas quienes junto con el tanque acumulador de aceite, instrumentaciones, componentes electro-hidráulicos, direccionamiento y control del caudal hidráulico forman la central hidráulica que se encuentra localizada en la cota 214.0 m de la presa. El servomotor, localizado en la cota 225.0 m de la presa, tiene la función de amplificar esa presión proveniente de la central hidráulica para permitir el movimiento vertical de la compuerta de servicio.

El comando para cada moto-bomba, válvulas eléctricas direccionales, supervisión del circuito hidráulico y del servomotor es realizado actualmente por un único tablero eléctrico denominado CTM, instalado uno en cada unidad generadora.

Cada tablero posee actualmente todos los circuitos electromecánicos de fuerza para la alimentación y protección de cada moto-bomba, así como el circuito de control y supervisión para el comando de abertura o cierre de la compuerta. Los tableros de las unidades generadoras U01 a U18 poseen aproximadamente 40 años de operación, por lo que sus componentes y accesorios ya se encuentran obsoletos, con elevada tasa de fallas. Los tableros correspondientes a las unidades generadoras 9A y 18A poseen el mismo principio de funcionamiento pero con componentes más nuevos y disponibles en el mercado.

2 OBJETIVO

Sustituir 18 tableros eléctricos de la compuerta de servicio (U01 a U18), junto con toda su estructura envolvente por un sistema tecnológicamente moderno y robusto que cumpla con la misma función, filosofía operacional y con todos los requisitos de las normas técnicas y de seguridad vigentes de manera a poder mejorar la confiabilidad, seguridad y mantenibilidad del mismo.

3 ALCANCE DEL SUMINISTRO

Esta especificación técnica establece las condiciones mínimas necesarias para la fabricación, suministro, ensayos en fábrica de 18 tableros eléctricos de la compuerta de servicio y acompañamiento de la puesta en marcha en las primeras dos unidades generadoras, incluyendo en el suministro un tablero de comando local móvil y bancada de simulación.

El alcance del proyecto no incluye la fabricación de nuevos tableros para las unidades generadoras 9A y 18A, ni el montaje del nuevo tablero e infraestructuras en el local y tampoco la sustitución de los conductores eléctricos de fuerza, comando y de toda la instrumentación o componentes instalados en la central hidráulica y en el servomotor. Todo el cableado e instrumentos actuales permanecerán según el proyecto original.

3.1 EQUIPOS Y MATERIALES SUMINISTRADOS POR EL CONTRATISTA

a) Suministro de 18 conjuntos de tableros de fuerza y control que cumpla con las características indicadas en el ítem 5;
b) Suministro de un tablero eléctrico móvil que cumpla con las características indicadas en el ítem 5.2.5;
c) Desarrollo, suministro e instalación del software aplicativo del PLC, IHM y otros componentes en la versión más actual del FABRICANTE con las licencias correspondientes de cada componente instalado según su requerimiento, conforme se especifica en el ítem 5;
d) Suministro de una notebook con el software, licencias y aplicativos necesarios, archivos de configuración, etc., atendiendo las indicaciones del ítem 5.2.7;
e) Suministro de una bancada de prueba para simulación de entradas y salidas, conforme indicado en el ítem 5.2.6;
f) Suministro de piezas de reposición para sobresalientes, atendiendo a la cantidad de materiales solicitados, que deberán ser conforme se detalla en el ítem 5.6.3;

3.2 SERVICIOS REALIZADOS POR EL CONTRATISTA

a) Servicio de montaje interno en fabrica de los 18 conjuntos de tableros de fuerza y control, incluyendo la configuración, ajustes y transporte desde la misma hasta el almacén de la ITAIPU;
b) Servicio de montaje interno en fabrica del tablero de comando móvil, incluyendo el transporte desde la misma hasta el almacén de la ITAIPU;
c) Elaboración de nuevos diagramas eléctricos funcionales y lógicos, layout, memorial de cálculo del circuito de fuerza interno, Work statement, PIT (plan de inspección y test), manual de operación y mantenimiento, lista de materiales sobresalientes, etc., según las necesidades de modo a contemplar y detallar el proyecto ejecutivo en su totalidad, atendiendo lo indicado en el ítem 5.6.
d) El servicio incluye el acompañamiento del CONTRATISTA durante el proceso completo de la puesta en marcha en las dos primeras unidades generadoras y soporte técnico para la configuración del sistema de modo a agilizar la corrección de posibles anormalidades encontradas en el tablero;
e) Servicio de adiestramiento teórico y práctico antes del montaje del primer tablero eléctrico, siguiendo como mínimo lo dispuesto en el ítem 5.5;
f) Ensayo en los 18 conjuntos de tableros de fuerza y control, incluyendo las gestiones y cronogramas para realizar las inspecciones en fábrica que será acompañada por la ITAIPU, conforme indicado en el ítem 5.3.1.

4 FILOSOFIA DE OPERACIÓN ACTUAL DEL TABLERO CTM

La filosofía de operación actual, secuencia de comandos, supervisiones y protecciones deberán mantenerse o mejorarse en función al proyecto elaborado y recursos disponibles en los componentes suministrados.

Para la elaboración del proyecto, el CONTRATISTA deberá guiarse por los documentos 5116-80-B3000-P (Manual de operación y mantenimiento - Unidad 9A), DDF.EQ.003 (Descripción de funcionamiento), 6160-DF-70007-P (diagrama funcional del fabricante – Unidades 01 a 18), 6109-DC-06023-P y 6109-DC-06192-P (diagramas de interconexiones – Unidad 09), anexados a esta especificación técnica y que serán utilizados únicamente como referencias para la elaboración de la lógica de comandos y la previsión de puntos de conexión con equipos y componentes externos. Los demás detalles necesarios para cada unidad generadora deberán ser levantados antes de la elaboración del Work statement de manera a elaborar un proyecto más preciso y que se adapte a cualquier unidad generadora.

El ajuste de los dispositivos temporizados deberá incluirse dentro de la lógica de control del nuevo tablero, conforme al proyecto original y como referencia utilizar los siguientes ajustes de tiempo, tensión y temperatura para réplica del nuevo tablero:

Dispositivo	Función	Ajuste
KAC	Relé supervisor trifásico	Subtensión: 400V Tiempo: 4 s.
KSD3T	Relé temporizado comando solenoide SD3	Tiempo: 20 s.
KFV5T	Relé temporizado cierre de emergencia	Tiempo: 10 s.
KTC1	Relé temporizado abertura inicial	Tiempo: 24 s.
KTC2	Relé temporizado abertura inicial	Tiempo: 24 s.
KFV3A	Relé temporizado auxiliar cierre normal	Tiempo: 2 s.
KFV3	Relé temporizado cierre normal	Tiempo: 10 s.
KTB	Relé temporizado auxiliar partida bomba 2	Tiempo: 5 s.
KM1T	Relé temporizado partida bomba 1	Tiempo: 10 s.
KM2T	Relé temporizado partida bomba 2	Tiempo: 10 s.
KFC2T	Relé temporizado límite de compuerta a deriva	Tiempo: 2 s.
KX	Relé temporizado del sistema de reposición y deriva	Tiempo: 2 s.
KPMX	Relé temporizado de baja presión	Tiempo: 20 s.
KCDX	Relé temporizado del circuito de deriva fuera de operación	Tiempo: 2 s.
KTA	Relé temporizado del anunciador de alarma	Tiempo: 3 s.
TH	Termostato de control de resistencia de calentamiento del tablero	Conecta: 30°C

Tabla 1 - Ajustes de tiempo, tensión y temperatura

En complemento a los documentos de referencia citados arriba, este proyecto debe prever la instalación de todos los componentes especificados y adecuarse a la fabricación del tablero según lo solicitado y adicionalmente incluir todas las adaptaciones necesarias indicadas en esta especificación técnica. Cualquier ajuste o modificación necesaria para mejorar el sistema se podrá realizar junto con el CONTRATISTA hasta la instalación del segundo tablero en el local de la ITAIPU, en caso que hubiere necesidades.

5 CRITÉRIOS TÉCNICOS

A seguir, presentamos los criterios técnicos mínimos que el CONTRATISTA deberá seguir para el suministro y servicios a realizar. En caso de que algún componente a suministrar no se encuentre contemplado en esta especificación, el CONTRATISTA deberá informar claramente con las recomendaciones y propuestas que correspondan a la ITAIPU, quien deberá analizar y aprobar antes de la implementación del mismo.

El proyecto, simbología, materiales, fabricación, ensayos en fábrica y los ensayos de recepción de los equipos, componentes y demás accesorios, además de satisfacer esta especificación, debe cumplir prioritariamente con las últimas revisiones de las normas o reportes técnicos:

a) NP-2028: instalaciones eléctricas de baja tensión;
b) ABNT NBR 5410: Instalações elétricas de baixa tensão;
c) IEC 61439-1: low-voltage switchgear and controlgear assemblies - part 1: general rules;
d) IEC 61439-2: low-voltage switchgear and controlgear assemblies - Part 2: Power switchgear and controlgear assemblies;
e) IEC 60947-1: low-voltage switchgear and controlgear - part 1: general rules;
f) IEC 60947-2: low-voltage switchgear and controlgear - part 2: circuit-breakers;
g) IEC 60947-3: low-voltage switchgear and controlgear - part 3: switches, disconnectors, switch-disconnectors and fuse-combination units;
h) IEC 60947-4-1: low-voltage switchgear and controlgear - part 4-1: contactors and motor-starters - electromechanical contactors and motor-starters;
i) IEC-62262: degrees of protection provided by enclosures for electrical equipment against external mechanical impacts (ik code);
j) IEC/TR 61641: enclosed low-voltage switchgear and controlgear assemblies - guide for testing under conditions of arcing due to internal fault;
k) NBR 16680: sistemas e revestimentos protetores de invólucros para conjuntos de manobra e controle - requisitos;
l) NBR 15158: limpeza de superfícies de aço por produtos químicos;
m) NBR 13248: cabos de potência e condutores isolados sem cobertura, não halogenados e com baixa emissão de fumaça, para tensões até 1 kV - requisitos de desempenho;
n) NBR-16442: cabos de controle não halogenados e com baixa emissão de fumaça para tensões até 1 kV - requisitos de desempenho;
o) NBR-NM 274: cabos flexíveis isolados com borracha de silicone unipolares sem cobertura e multipolares com cobertura, resistentes ao calor, para tensões nominais até 450/750 V, inclusive;
p) ABNT NBR 15977: cabo flexível, isolado com borracha etilenopropileno (EPR ou HEPR) e coberto com PVC STF, para 90 °C e tensões até 750 V - especificação;
q) NBR 14136: plugues e tomadas para uso doméstico e análogo até 20 A/250 V em corrente alternada - padronização;
r) NBR-10443: tintas e vernizes - determinação da espessura da película seca sobre superfícies rugosas - método de ensaio;
s) NBR-11003: tintas - determinação da aderência;
t) IEC 60529: degrees of protection provided by enclosures (IP code);
u) IEC 61131-2: industrial-process measurement and control - programmable controllers - part 2: equipment requirements and tests;
v) IEC 61131-3: programmable controllers - part 3: programming languages;
w) ABNT NBR 6855: transformador de potencial indutivo - requisitos e ensaios;
x) ABNT NBR 6856: transformador de corrente - especificação e ensaios;
y) IEC 61000: electromagnetic compatibility (EMC).

Las normas específicas citadas en esta especificación técnica son referencias con la que el CONTRATISTA deberá guiarse para elaboración del proyecto y con la cual la ITAIPU aprobará dicho proyecto, permitiéndose la utilización de otras normas locales o internacionales que sean similares. En caso de necesidad de utilizar otras normas el CONTRATISTA deberá declarar la misma con su justificativa para análisis, recomendaciones y aprobación por parte de la ITAIPU.

5.1 CRITERIOS GENERALES

Todos los componentes a ser suministrados por el CONTRATISTA deberán ser nuevos y apropiados a su función. Los componentes con la misma función deberán ser todos de la misma versión y modelos para que los tableros sean 100% similares, de tal forma que los mismos sean intercambiables y

que reduzcan la cantidad de stock en el almacén de la ITAIPU. No serán aceptados componentes y/o versiones de software que ya no se fabrican o desarrollen y que ya posean un tiempo límite de fabricación o uso por parte del FABRICANTE, por lo que deberá suministrarse el modelo o versión más reciente disponible del mercado.

Deberán ser detallados en el Work statement (ítem 5.4) los criterios técnicos adoptados para la elección de los modelos de cada componente que justifique su instalación incluyendo todos los recursos disponibles de cada uno.

Las características eléctricas y condiciones ambientales que deberá soportar cada tablero eléctrico a suministrar y sus componentes según su función son las siguientes:

- Tensión nominal del circuito principal …….. 460 Vca;
- Número de fases…….. 3
- Tensión de comando…….. 125 Vcc;
- Tensión nominal del servicio auxiliar …… 220 Vca
- Tensión nominal de aislación…….. ≥600 Vca;
- Frecuencia nominal……. 50/60 Hz;
- Corriente nominal…… Valor calculado en proyecto;
- Corriente nominal de corta duración Icw (1 s)……Valor declarado en proyecto;
- Capacidad nominal de interrupción (CA)…… ≥20 kA (440 Vca);
- Capacidad nominal de interrupción (CC)…… ≥15 kA (125 Vcc);
- Temperatura de operación…… - 5°C a 40°C;
- Humedad relativa del ambiente……~ 50% a 90%;
- Ambiente de instalación…… Abrigado*;
- Grado de contaminación……. 3
- Altitud…… < 1000 m.

Todos los componentes instalados deberán soportar como mínimo las condiciones citadas arriba, salvo fuere especificado claramente otras necesidades.

Obs: *Debe ser considerado que a pesar de que el ambiente de instalación de los tableros es cerrado, este está sujeto a las condiciones ambientales externas debido a que existen aberturas en la presa principal, estando expuesto a vientos, suciedad, polvo, humedad, gotas de lluvia, etc.

5.2 CRITERIOS TÉCNICOS DE LOS COMPONENTES Y ESTRUCTURAS

Para la fabricación de todos los tableros a suministrar, deberá cumplirse lo establecido por las normas IEC-61439-1, IEC-61439-2 y como mínimo lo indicado a continuación:

5.2.1 Estructura del tablero

Para cada unidad generadora se requiere la fabricación de dos estructuras separadas, una que servirá para todo el circuito de fuerza (460 Vca, 220 Vca) y la otra para el circuito de automatización y control del sistema (125 Vcc, 24 Vcc, 220 Vca), de manera a segregar los compartimientos de fuerza y control.

Los tableros deberán ser proyectados y construidos mediante chapas metálicas de acero para soportar esfuerzos mecánicos, eléctricos, térmicos y efectos de la humedad en condiciones normales de servicio. Las caras externas e internas del tablero deberán ser exentas de rugosidad, fisuras y manchas. No deberán ser agujereadas o soldadas en partes visibles para la fijación de conductores o equipos.

Las 18 estructuras de fuerza deberán estar diseñadas y certificadas para garantizar la protección pasiva contra arco eléctrico interno, conforme al reporte técnico IEC/TR 61641 e impactos mecánicos con factor IK08 como mínimo, según la norma IEC-62262. La estructura deberá ser completamente rígida sin presentar deformaciones en ninguna de las paredes del mismo. La certificación deberá ser entregada a la ITAIPU junto con las demás documentaciones técnicas del proyecto, antes de la fabricación de los tableros.

Las 18 estructuras de control suministradas deberán ser del mismo FABRICANTE de la estructura de fuerza con chapa de acero de buena calidad, que garanticen la protección de los componentes internos, robustez y larga vida útil del mismo. En caso de que esta estructura no posea certificación contra impacto mecánico (grado IK) declarado por el FABRICANTE, entonces las chapas de la envoltura deberán tener espesor mínimo de 3 mm, con excepción de las puertas que deberán tener espesor mínimo de 2 mm. Las extremidades del tablero deberán ser dobladas en un radio de 6 mm.

En caso de utilizar componentes o accesorios que sean sensibles a la temperatura, entonces el CONTRATISTA deberá prever la instalación de grillas de ventilación con tela metálica compatible con el grado IP 55, con capacidad para limitar la temperatura interna del tablero.

La fabricación de los tableros solo podrá iniciarse después de la aprobación de los documentos técnicos por parte de la ITAIPU. Si así no lo hiciere, el CONTRATISTA, bajo su entera responsabilidad y asumiendo los costos asociados, deberá readecuar y/o rehacer los tableros conforme comentarios y directrices de la ITAIPU.

Los tableros serán fijados en pared de concreto mediante riel metálico y perforado en el lado trasero, próximo a los cuatro vértices de la envoltura. Para estos cuatro orificios se deberá prever el suministro de algún tipo de arandela de goma o accesorios similares que serán utilizados durante el montaje de los tableros que impidan la entrada de agua o polvo.

La puerta de cada tablero debe ser provista con bisagras metálicas de acero inoxidable (incluido los pasadores y arandelas) que permita una fácil extracción de la puerta durante las actividades de montaje y ensayos de puesta en marcha. Las bisagras deberán ser del tipo invisible permitiendo la abertura de la puerta en ángulo de no menos de 105° a partir de la posición cerrada. La puerta deberá poseer limitadores con traba que eviten daños a las bisagras (no serán permitidos limitadores del tipo telescópico). Este limitador deberá incluir un bloqueo para la puerta en posición abierta para evitar el cierre durante cualquier maniobra o mantenimiento. Únicamente se deberá tener acceso al tablero por la parte frontal del mismo.

La abertura de la puerta deberá ser con cerradura metálica en formato de “T” similar al de la Figura 1, apropiada para el uso con llave removible del tipo Yale estando la puerta abierta o cerrada. Las llaves deberán ser idénticas y provistas en dos copias para cada tablero.

Figura 1 – Modelo de cerradura para la puerta

El grado de protección mínimo para ambas estructuras deberá ser el IP-55, que atienda a la norma IEC-60529 que se encuentre vigente. La certificación deberá ser entregada a la ITAIPU junto con las demás documentaciones técnicas antes de la fabricación de los tableros.

La ubicación interna de los componentes eléctricos y/o electrónicos y sus accesorios deberán satisfacer todos los criterios de seguridad y ergonomía para los usuarios, de manera a que no se dificulte la

operación y mantenimiento de los tableros. No se aceptará la instalación de ningún componente en las laterales del tablero.

Fijada a la puerta de la estructura de control deberá preverse la instalación de un porta documentos, el cual debe poseer dimensiones aproximadas de al menos 153 mm (alto) x 225 mm (ancho). La fijación de este porta documento deberá ser mediante un pegamento apto para metales que garantice alta durabilidad.

El layout de los componentes internos deberá ser presentado en la documentación técnica y deberá ser sometido a la aprobación de la ITAIPU antes de la fabricación de los tableros.

Cada estructura (fuerza y control) debe tener dispositivos para izamiento del conjunto con ojales de suspensión removibles, atornillados en la parte superior del conjunto que garantice el balance, estabilidad y la no deformación de la estructura durante el izamiento. También se solicita incluir las recomendaciones de transporte y seguridad de izamiento del conjunto, que podrá ser incluida en el Work statement o en el Manual de Operación y Mantenimiento a criterio del CONTRATISTA, de manera a facilitar el transporte desde el almacén hasta el punto de instalación, que será realizada por la ITAIPU.

Los tableros deberán poseer una placa de montaje interna removible, en donde serán fijados todos los componentes eléctricos, electrónicos y accesorios internos, con excepción de la llave fin de curso de la iluminación y componentes fijados en la puerta (IHM, llaves selectoras, botoneras, señalizadores, etc.). Esta placa deberá estar fijada a una distancia (D) superior a 200 mm desde la parte inferior y superior del tablero (contados a partir de la base interna y techo del tablero), para permitir y facilitar la entrada de los conductores externos correspondientes tanto en la parte superior e inferior, según indicado en la Figura 2. Se debe prever el espacio para la entrada de conductores en la parte superior e inferior del tablero, por lo que conductores internos no deberán distribuirse en estos espacios.

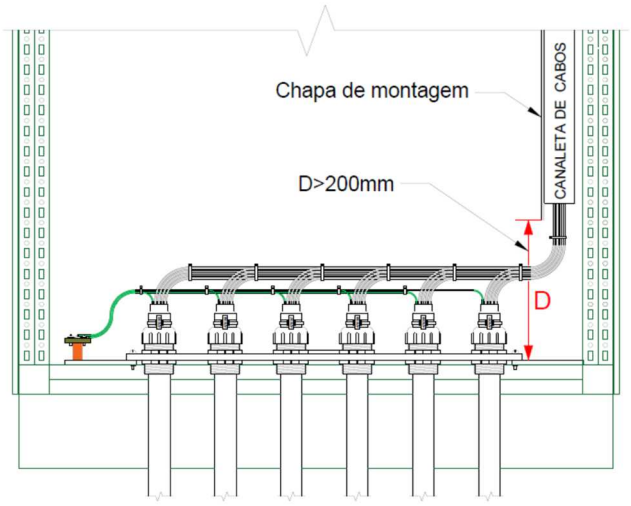

Figura 2 - Posición de la chapa de montaje

5.2.1.1 Seguridad

Todas las partes energizadas accesibles que sean pasibles de contacto accidental deberán incluir una barrera u obstáculo que impida cualquier aproximación no intencional con el circuito. Esto se aplica para los circuitos alimentados en 460 Vca, 220 Vca y 125 Vcc. En caso que el componente, bornera o accesorio que posea un potencial eléctrico y que de por si no provea dicha protección, el CONTRATISTA deberá instalar dicha barrera u obstáculo, siendo que la misma deberá ser extraíble para facilitar el mantenimiento. El material deberá ser transparente, no inflamable y aislante que facilite la inspección visual.

En caso de instalarse dicha barrera, la misma deberá constar en el diagrama del layout interno del tablero.

Preferencialmente el tablero no debe poseer ningún material con borde o esquinas cortantes, pero en situaciones que esto ocurra de manera inevitable, entonces se deberá prever la colocación de protectores de goma u otro material suave para dicho borde o esquina, de manera a prevenir accidentes y no dañar la aislación de los conjuntos de conductores amarrados que podrían distribuirse en las cercanía de estos bordes. Estos detalles serán verificados en fábrica junto con el inspector de la ITAIPU. Para detalles observar la Figura 3.

Figura 3 - Protección de bordes cortantes

5.2.1.2 Ergonomía

Todas las borneras, seccionador, disyuntores, relés de interfaz, y otros componentes deben ser fijados en rieles DIN TH35-75, que deberán ser remachados a la placa de montaje interna del tablero, con las excepciones citadas en el ítem 5.2.1.

Cada estructura debe poseer altura máxima de 1400 mm y profundidad máxima de 350 mm. El tablero de fuerza puede poseer ancho de 1000 mm y el tablero de control ancho de 1700 mm como dimensiones deseables. El ancho de cada estructura puede variar pero en ningún caso la suma de ambas debe superar los 2700 mm. Estas medidas deben respetarse debido a las limitaciones físicas en el local de instalación.

No será aceptada la fijación de componentes en las laterales del tablero o en cualquier espacio que dificulte la intervención en dicho componente, siendo que todos sus puntos de accesos no deben ser obstruidos por otros componentes, conductores o accesorios del tablero.

5.2.1.3 Pintura

Todas las chapas y estructuras metálicas que serán utilizadas para la fabricación de los compartimientos del tablero deben recibir una limpieza y tratamiento destinados a la remoción de grasa, aceite o cualquier otra impureza, siendo luego protegidas contra la oxidación para finalmente recibir el recubrimiento con pintura en polvo con acabado interno y externo en color gris RAL-7032 / RAL-7035 o similar sometido a la aprobación de la ITAIPU, con espesor mínimo de 80 µm, atendiendo a la norma NBR-16680 o similar.

La placa de montaje interna removible deberá pasar por el mismo proceso de limpieza, tratamiento, pintura y acabado en color naranja RAL 2004.

Piezas metálicas pequeñas como tornillos, tuercas, arandelas y accesorios no pintados deberán ser resistentes a la corrosión.

Tanto el proceso de limpieza como de pintura deberá ser detallado en el proyecto ejecutivo (documentos técnicos), siendo aceptados apenas los procesos identificados como de mejor práctica del área.

El color, espesor y acabado de la pintura de cada parte serán verificados en fabrica junto con el inspector designado por la ITAIPU, y deberán realizarse en el 100% de todas las estructuras. Este ensayo deberá constar de forma explícita en el PIT, según indicado en el ítem 5.6.4.

En caso que hubiere defectos o daños en la pintura, tanto durante la fabricación, inspección o transporte hasta el almacén de la ITAIPU, quedará a cargo del CONTRATISTA prever el retocado de la pintura, atendiendo a la norma NBR-16680, que indica la necesidad de someter a la superficie a ser pintada al proceso de limpieza por acción físico-química, de acuerdo a la ABNT-NBR-15158, para la remoción de grasa, aceite o cualquier otra impureza de manera a asegurar la adherencia satisfactoria de la nueva pintura. Posterior al retoque de la superficie, la misma deberá presentar coloración y tonalidad uniforme y buena apariencia, que será sometida a la aprobación de la ITAIPU.

5.2.1.4 Criterios con respecto al cableado externo

El cableado externo será lanzado y conectado por la ITAIPU, siendo que el CONTRATISTA deberá prever la instalación de la chapa removible en la parte superior e inferior del tablero. Esta chapa deberá poseer área mínima de 600x200 mm^2 disponible en cada estructura para perforación y fijación de electroductos, que también serán realizados por la ITAIPU. Esta dimensión deberá ser verificada en fábrica junto con el inspector designado por la ITAIPU en el 100% de los tableros. Estas verificaciones deberán constar de forma explícita en el PIT, según indicado en el ítem 5.6.4.

El CONTRATISTA deberá prever la instalación de borneras específicas para la conexión del cableado externo teniendo en cuenta la función dentro del circuito y el nivel de tensión.

A continuación se indican las dimensiones de los conductores existentes y el punto de entrada (superior o inferior del tablero) que serán conectados al tablero y las cantidades de bornes requeridos para la estructura de fuerza y control en las 18 unidades generadoras.

Estructura	**Función**	**Dimensión de Conductor (mm^2)**	**Cantidad de bornes requeridos**	**Punto de entrada**
Fuerza	Alimentación entrada 460 Vca	253	0 (cero)	Superior
	Alimentación motor 1 - 460 Vca	85	6	Inferior
	Alimentación motor 2 - 460 Vca	85	6	Inferior
	Calentamiento Motor 1 - 220 Vca	2,5	2	Inferior
	Calentamiento Motor 2 - 220 Vca	2,5	2	Inferior
	Alimentación entrada 220 Vca	6	3	Superior
	Alimentación salida 220 Vca	10	3	Superior
	Alimentación salida 220 Vca	2,5	2	Inferior
Control	Alimentación entrada 1 - 125 Vcc	35	2	Superior
	Alimentación entrada 2 - 125 Vcc	10	4	Superior
	Alimentación entrada 220 Vca	2,5	2	Inferior
	Alimentación Electroválvulas SD1/2/3/4 - 125 Vcc	2,5	8	Inferior

	Alimentación Electroválvulas S1/2/3 - 125 Vcc	2,5	6	Inferior
	Presostatos de la central hidráulica	2,5	14	Inferior
	Llave de nivel del servomotor	2,5	2	Inferior
	Llave de nivel de la central hidráulica	2,5	2	Inferior
	Presostatos del by-pass	2,5	2	Superior
	Fines de curso servomotor	2,5	12	Inferior
	Fines de curso central hidráulica	2,5	6	Inferior
	Fines de curso del by-pass + DPT	2,5	2	Superior
	Comando externo y/o protección – 125 Vcc	2,5	8	Superior
	Alarma externa (ULP) – 125 Vcc	2,5	16	Superior
	Supervisión y alarma SCADA	0,5*	52	Superior

Tabla 2 - Conductores externos

*Usar bornes de 2,5mm2 como mínimo

Las borneras deberán ir distribuidas, separadas y ubicadas según la localización de entrada de los conductores, teniendo en cuenta la función y el nivel de tensión. No será aceptado una arquitectura o layout de la regla de bornes que pudiera inducir a errores o confusiones en cuanto a su identificación o función dentro del circuito. Las mismas deberán ser claramente identificadas y deberán poseer todos sus accesorios correspondientes. Las características técnicas de los bornes deberán ser conforme al ítem 5.2.1.6 de esta especificación técnica.

Únicamente será aceptada la no inclusión de la bornera de entrada para el circuito de 460 Vca, el cual será conectado directamente al interruptor seccionador de entrada.

La interconexión entre la estructura de fuerza y control será realizado por la ITAIPU, y para ello el CONTRATISTA deberá prever borneras exclusivas para la conexión de ambos tableros. Estas borneras podrán estar o en la parte superior o en la parte inferior de ambas estructuras. Se deberá suministrar también los conductores de longitud mínima de 7 metros para facilitar dicha interconexión, que ya deberá estar conectado en una de las estructuras. Estos cables deberán ser apropiados para ambiente externo, con cobertura para protección mecánica y podrán ser del tipo multi-conductor según el circuito a ser interconectado. Las demás características técnicas de estos conductores deberán estar de acuerdo al ítem 5.2.1.5. Las características, modelos y dimensiones deberán constar explícitamente en el proyecto ejecutivo (documentos técnicos), indicado en el ítem 5.6. El cumplimiento de estas características serán verificadas en fabrica junto con el inspector designado por la ITAIPU, conforme al ítem 5.3.1. Se deberán prever conductores distintos según el nivel de tensión y/o función dentro del tablero.

5.2.1.5 Cableado y Canaletas internas

Todo el cableado interno de los tableros debe ser instalado y conectado en la fábrica, luego verificado y ensayado antes del embarque junto con el inspector de la ITAIPU. En caso que deban desconectarse algunos cableados para el transporte, entonces el CONTRATISTA deberá informar previamente e identificar todos los conductores para facilitar la interpretación de las conexiones del cableado por la ITAIPU.

Para el cableado de comando, control y señalización interno debe ser utilizado cables de cobre multifilares flexibles, clase 4 de acordonamiento como mínimo, aislamiento en PVC 70ºC no propagante de llama (BWF) con auto extinción del fuego y gases tóxicos, libre de halógeno, que atienda a la norma NBR-13248 o NBR-16442. La tensión de aislamiento mínimo debe ser para 750 V con sección mínima de 1 mm² para circuitos de control, entradas al PLC y señalización. Para circuitos de transformadores de corriente (TC) utilizar mínimo de 4 mm², y 2,5 mm² para los demás circuitos auxiliares.

Los cables para las resistencias de calentamiento del tablero deberán tener una sección mínima de 2,5 mm² y aislamiento especial para soportar altas temperaturas (200ºC). Mínimo clase 4 de acordonamiento, no propagante de llama, libre de halógeno y tensión de aislamiento mínimo de 750V. Debe atender a las normas NBR-13248 y NBR-NM 274 para conductores resistentes al calor.

Los conductores de fuerza en la parte interna deberán ser dimensionados en función a la carga instalada, teniendo en cuenta los criterios técnicos generales de dimensionamiento. La justificativa y criterios adoptados deberán constar explícitamente en el memorial de cálculo a ser elaborado por el CONTRATISTA, conforme al ítem 5.6.5 y que luego deberá ser previamente aprobado por la ITAIPU antes de la fabricación de los tableros. De preferencia el conductor de fuerza interno deberá ser del tipo flexible de sección circular que atienda a la norma ABNT-NBR-15977. Pero por razones técnicas, en caso que se justifique la utilización de barra rígida para este circuito, esta deberá ser aislada con manta termo contraíble y sus conexiones bañadas en plata para obtener baja resistencia y buen contacto eléctrico. Además deberá ser de cobre electrolítico, con alto grado de pureza (99,9% de pureza certificada), de sección rectangular. La fijación de la barra rígida deberá ser efectuada por medio de soportes aislantes, adecuados para soportar esfuerzos electrodinámicos y térmicos causados por la corriente de cortocircuito declarado.

Todos los conductores especiales para la comunicación de red y otros circuitos deberán ser declarados en el Work statement y lista de materiales junto con su modelo y características. Terminales especiales también deberán constar en estos dos documentos.

Los criterios, modelos o características técnicas garantizadas de los conductores deberán constar claramente en el Work statement según indicado en el ítem 5.4. Durante la fase de revisión de las documentaciones técnicas, el CONTRATISTA deberá entregar a la ITAIPU un certificado de conformidad por un órgano o empresa calificada en cuanto al comportamiento del conductor en cuanto a las emisiones de gases y extinción del fuego, que deberán ser ensayados según la norma NBR-13248.

La sección nominal de los conductores para cada circuito deberá ser verificada en fábrica junto con el inspector de la ITAIPU en el 100% de los tableros, junto con la verificación del conductor de alta temperatura de manera que atienda a lo solicitado.

Con respecto al montaje, no serán aceptadas enmiendas en ningún punto del trayecto de los conductores, debiendo ser conectados en borneras o directamente en los terminales de los componentes eléctricos. Las borneras serán utilizadas únicamente para interconectar cableado interno con cableado externo que entren o salgan del tablero o en caso de que algún componente eléctrico ya incluya su propio cableado integrado y su longitud no sea la adecuada y requiera del uso de borne auxiliar para su extensión y conexión. Únicamente el circuito de 460 Vca no requerirá borne de entrada, en cuyo caso el conductor de entrada será conectado directamente al interruptor seccionador, indicado en el ítem 5.2.2.1.

Los conductores del circuito de control y auxiliar deberán poseer en cada extremo terminales de cobre estañado con protección aislante de PVC pudiendo ser del tipo ojal (redondo) o del tipo tubular respetando cada terminal el calibre del conductor y que servirá para facilitar la conexión a los bornes o terminales de los componentes eléctricos. Terminales especiales únicamente serán aceptados en función al componente eléctrico o electrónico instalado (como PLC, IHM, módulos, relés, bornes, etc.). Para cada par de conductores unipolares que deba ser conectado a un mismo punto terminal, ambos deberán ser unidos

mediante un único terminal especial de compresión o tipo tubular para dos conductores. Cada conductor que no comparta conexión terminal con otro conductor debe tener su propio terminal de compresión. No será permitido el agrupamiento de más de dos conductores en un mismo terminal y en el mismo punto de conexión, siendo permitido únicamente el agrupamiento de hasta dos cables en un único terminal (en caso que la sección del conductor y terminal lo permita) para conexión de los componentes del tablero. No se aceptarán cables mal prensados o con material conductor fuera del plástico de protección del terminal, que comprometa la seguridad del personal y de todos los componentes.

Todo el cableado interno debe ser agrupado y protegido en canaletas y tapas plásticas no propagantes de llamas, de material PVC color gris para temperatura de trabajo entre -20°C a 70°C, teniendo en cuenta que las laterales de las canaletas deberán permitir la salida de los conductores hasta su destino de conexión final. La cantidad de conductores para cada canaleta no debe exceder la tasa de ocupación del 60% del espacio total disponible en cada trecho de canaleta. Las dimensiones del ancho de cada canaleta deben ser superior a 50 mm e inferior a 150 mm. Las canaletas con grandes dimensiones y gran cantidad de conductores deben utilizar soportes exclusivos para conductores y fijados lateralmente, conforme indicado en la Figura 4.

Figura 4 - Fijación de conductores en canaletas

Las canaletas deben ser agrupadas de manera a separar los conductores de fuerza y control, incluyendo la segregación de conductor externo con conductor interno al tablero. No serán aceptadas canaletas en donde se ocupe mucho espacio en cableado y que dificulte el acceso o la colocación de las tapas. Cada conductor interno en la salida de cada borne o terminal de algún componente eléctrico deberá necesariamente entrar y recorrer por el interior de las canaletas hasta su correspondiente punto de conexión final.

No se admitirán conductores tensados en ningún punto de su trayectoria dentro de la canaleta, debiendo dejar un huelgo (reserva técnica de conductor) en cada extremo de modo a no dañar al conductor y que pueda facilitar el mantenimiento o posible reposicionamiento del conductor en el futuro. Esta reserva técnica de conductor debe poseer una longitud mínima de 200 mm. Los conductores deben ser instalados dentro de la canaleta de manera organizada, facilitando de esta manera la retirada de cualquier otro conductor sin necesidad de desconexión de cualquier otro conductor o intervenir excesivamente en dichos conductores. Se aceptará una distancia mínima (D) de 50 mm de espacio físico entre borne o terminal de componente hasta la entrada del conductor a la canaleta, de modo a que facilite las inspecciones y desconexiones de todos los cableados. Para detalles observar la Figura 5. Estas dimensiones deberán ser verificadas en fábrica en el 100% de los tableros (en ambas estructuras) junto con el inspector designado por la ITAIPU, únicamente cuando todos los componentes y accesorios se encuentren montados

dentro del mismo. Estas verificaciones deberán constar explícitamente en el PIT, según indicado en el ítem 5.6.4.

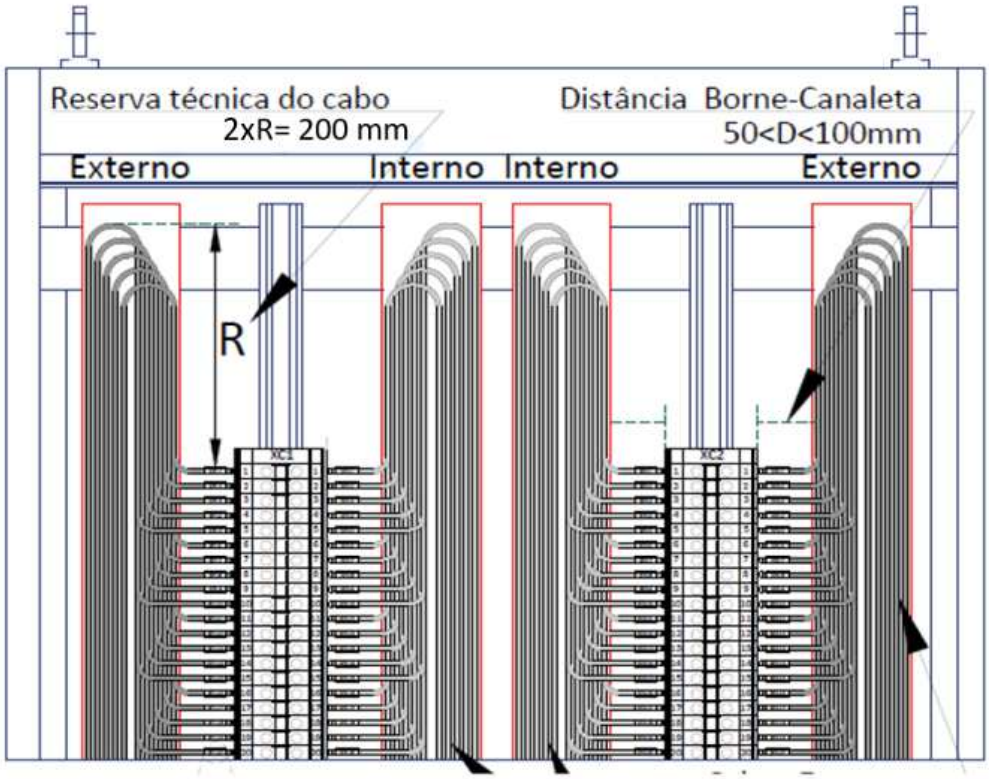

Figura 5 - Requisitos de montaje interno

En cada canaleta únicamente serán aceptados hasta tres intervalos sucesivos de sección de conductores normalizados. Como ejemplo, una canaleta solo debe poseer conductores con secciones de 1 mm², 1,5 mm² y 2,5 mm², u otra canaleta con secciones sucesivas de 1,5 mm², 2,5 mm² y 4 mm².

Para los conductores que deban recorrer el trayecto hasta la puerta del tablero para conectar con los componentes fijados en el mismo (como el caso de los señalizadores, selectoras, IHM, etc), este trayecto deberá ser de tal forma que, al abrir la puerta, la misma no comprometa la integridad de los conductores ni queden tensados, por lo que deberán tener longitud suficiente, y al cerrar la puerta el conductor deberá formar una curvatura. El conjunto de cables que deban ir a los componentes de la puerta deben ser protegidos por articulaciones proyectadas para este fin o por una malla expansible de poliéster. Para cortar esta malla deber ser utilizada una herramienta de corte en caliente de manera a evitar el desprendimiento en los extremos de la malla. Para detalles observar la Figura 6. No será permitido el uso de tubo en espiral para protección del conjunto de conductores que irán a los componentes fijados a la puerta del tablero.

Figura 6 - Protección de conductor

5.2.1.6 Borneras

Las borneras serán utilizadas únicamente para interconectar cableado interno con cableado externo que entren o salgan del tablero o en caso de que algún componente eléctrico ya incluya su propio cableado y su longitud no sea la adecuada y requiera del uso de borne auxiliar para su extensión y conexión, con excepción del circuito de fuerza de 460 Vca o circuitos de comunicación por red, que no requerirán una bornera de entrada.

Todos los bornes deben ser simples, unipolares, de material termofijo, nivel de tensión 800V, caída de tensión menor a 4mV, conexión push-in en la parte frontal apta para terminal tipo tubular que facilite la inserción y extracción del conductor mediante uso de herramienta, de dos conexiones, no propagador de llamas (libre de halógeno), clase de combustibilidad V0, grado de polución 3, categoría de sobretensión III, rango de temperatura que atienda a la condiciones ambientales indicadas en el ítem 5.1, para montaje en riel DIN de 35 mm, organizados únicamente en forma horizontal para la parte superior, y agrupados o en horizontal o en vertical para la parte inferior del tablero, formando una única regla de borne según el circuito. Cada regla de borne deberá ser separada en función al nivel de tensión (460 Vca, 125 Vcc, 220 Vca y 24 Vcc formarán grupos de borneras distintas) y función dentro del circuito (entrada de instrumentos, alarmas externas, circuitos auxiliares formarán grupos de borneras distintas). Los bornes con alimentación en CA o CC deben estar físicamente separados y bien identificados de manera a no provocar cualquier tipo de confusión y errores durante el mantenimiento.

Los bornes con conexión en dos o más niveles superpuestos (bornes de dos o más pisos) no serán aceptados en ninguno de los circuitos del tablero. Los bornes de tierra deberán ser diferenciados utilizando el borne color verde/amarillo para cualquiera de los circuitos del tablero.

Cada regla de borne deberá ser suministrada con todos sus accesorios (separadores, postes, puentes enchufables, etc.). El sistema de fijación y conexión de los bornes debe garantizar buena presión de contacto eléctrico con los terminales de los conductores.

Las reglas de bornes deben ser montadas en posición de fácil acceso y proporcionar espacio suficiente para que el cableado interno y externo sea realizado de forma ordenada y sin dificultades. Las reglas de bornes deben estar localizadas muy próximas a la entrada de los conductores externos, evitando un largo trayecto de conductores con grandes secciones o acumulaciones en el interior del tablero.

Se reitera que la distancia mínima libre entre cada borne y canaleta deberá ser como mínimo de 50 mm, conforme Figura 5.

Los bornes destinados a los circuitos de corriente deben ser para conexión por tornillo o pino pasante, apto para terminal tipo ojal con aleta articulada con tuerca ciega, similar al indicado en la Figura 7.

Figura 7 - Borne para circuito de corriente

Los bornes destinados para el circuito de fuerza pueden ser del tipo para conexión con terminal ojal (anillo) con aleta articulada con tuerca ciega con protección contra torque simultaneo, o pueden utilizarse bornes con conexión por tornillo y también bornes con conexión con tornillo y tuerca. Cualquier borne seleccionado deberá ser del tipo para circuitos de potencia. Caso hubiere partes expuestas deberán ser protegidas con material aislante exclusivo para el tipo de borne suministrado.

Las conexiones entre bornes adyacentes para puntos con potencial en común deben ser realizadas con puentes enchufables con protección aislante, específico y adecuado para el borne suministrado. Todos los bornes que posean el mismo potencial y requieran del uso de puentes enchufables deberán estar localizados uno a lado de otro y no de forma intercalada. No se permitirá la conexión entre bornes por medio de cable conductor, para evitar sobrecargar las canaletas plásticas.

Las borneras deberán ser identificadas y enumeradas en secuencia en el tablero conforme se indiquen en los diseños eléctricos aprobados. Estos deberán quedar bien visibles de manera inequívoca en ambos lados y con identificador en las dimensiones adecuadas al tamaño y tipo de borne, fijado firmemente.

Los bornes del tablero deberán ser como mínimo de 2,5 mm² pudiendo ser superior según el tipo de conductor que conecta, conforme indicado en la Tabla 2. Deberá ser respetada la cantidad de bornes indicadas en dicha tabla. La corriente nominal deberá ser en función a cada circuito.

5.2.1.7 Aterramiento

Los tableros (ambas estructuras) deberán ser puestos a tierra a través de la malla de tierra de la ITAIPU. Para ello cada tablero deberá disponer de un conector de tierra en la parte lateral inferior externa de modo a recibir al conductor de tierra. Este conector deberá ser para conductores de tierra desnudo de 70 mm^2. La ITAIPU se encargará de suministrar y conectar externamente este conductor y la CONTRATISTA de suministrar y fijar el conector externo que ya deberá ser instalado en fábrica.

Por otra parte, un conductor de tierra de cobre desnudo de mismas dimensiones (70 mm^2), deberá estar conectada en el lado interno del tablero, desde la estructura donde llega el cable externo hasta una barra de tierra interna al tablero. Los conductores internos que llegan a la barra de tierra deberán estar conectados con terminales a compresión de cobre tipo ojal (anillo) apropiado para estos tipos de conductores. Esta conexión ya deberá ser realizada en fábrica por el CONTRATISTA.

Esta barra de puesta a tierra deberá ser de cobre electrolítico de geometría plana, sección mínima de 120 mm^2, sin pintura, fijada sólidamente mediante tornillos con soporte aislante en la placa de montaje en la parte inferior del tablero. Cada estructura deberá poseer su propia barra de tierra principal.

Todas las chapas metálicas y componentes con puestas a tierra deberán estar conectadas a esta barra de tierra. El conductor de aterramiento deberá ser mínimo de 2,5 mm^2 de color verde con línea amarilla o únicamente verde, del tipo flexible de clase 4 como mínimo para los componentes y estructuras internas. Para la puerta de la estructura de control y fuerza sujeta a interferencias electromagnéticas, deber ser conectada una malla de tierra flexible trenzada apta para soportar altas frecuencias.

El terminal permitido para conectar a la barra de tierra deberá ser de cobre estañado del tipo “ojal” apto para conductores de 2,5 mm^2 de sección, conectados mediante tornillos con aleación de cobre

resistentes a la corrosión. La propia barra deberá poseer orificios roscados apropiados para facilitar la colocación de estos tornillos y terminales. No se aceptarán tuercas como medio de fijación de los tornillos.

El CONTRATISTA deberá detallar en el proyecto ejecutivo (documentos técnicos) el tipo de material y dimensiones seleccionados para el aterramiento del tablero, justificando los mismos.

5.2.1.8 Identificación del tablero y componentes

Las placas de identificación para los tableros, componentes internos y borneras deben ser hechas en poliéster u otro material plástico laminado no inflamable que no contenga silicona ni halógenos, que soporte las condiciones ambientales indicadas en el ítem 5.1, con letras grabadas en blanco sobre fondo negro o viceversa, que permitan una fácil visualización. El texto de las placas de identificación debe ser en el idioma español o portugués. La identificación con el nombre de los componentes debe estar localizada en una posición que facilite la visualización del mismo, fijada en la placa de montaje. Cada componente también deberá poseer una identificación adjunta y fijada al mismo, utilizando la misma placa laminada o bien algunos tipos recomendados en la Figura 8. Todos los componentes fijados a la puerta deberán ser identificados tanto en la parte frontal externa y en la parte interna junto al componente.

La identificación del tablero “CTM-XX” (CTM-01 al CTM-18) deberá ser con la misma placa en poliéster o similar del mismo color utilizado en los componentes, pero entregada como suministro por separado, el cual será fijado por la ITAIPU en el propio local según el orden en que fueran instaladas. Deberán ser suministradas 36 placas (una para cada estructura con el mismo nombre), y cada par con el nombre identificador del tablero correspondiente.

Figura 8 - Modelos de identificación de componentes aceptados

Las placas de identificación deberán ser pegadas firmemente al tablero para su fijación, utilizando algún tipo de sellador que soporte las condiciones ambientales citadas en el ítem 5.1, de modo que no se desprendan a lo largo de su vida útil.

El texto grabado deberá ser el mismo según consten en los diagramas eléctricos y constructivos, de modo a facilitar la identificación de los mismos. El tamaño de las placas debe estar en función al contenido del mismo para acomodar las informaciones en hileras de letras y/o números.

Por otra parte, cada tablero deberá poseer una placa de identificación característica, con información del fabricante, tipo, número de identificación o de serie, año de fabricación, tensión nominal, tensión máxima de operación, corriente nominal, frecuencia nominal, corriente nominal de corta duración Icw (1 s), grado de protección IP, masa del tablero. Para fijar esta placa podrá utilizarse pegamento o tornillos, siendo que para este caso la punta de los tornillos no debe aparecer de modo a no comprometer la seguridad de ningún personal y ni la estética del tablero, garantizándose una buena terminación en los

mismos. Esta placa debe ser de acero inoxidable, espesura de 0,5mm, con letra en color negro, siendo fijada en la parte lateral inferior interna.

Placas con logotipo o nombres del fabricante o representante de alguna marca no deben ser fijadas en los tableros, con excepción de la placa característica que debe poseer los datos del fabricante.

El contenido y dimensiones de todas las placas de identificación fabricadas, de los componentes y muestras de placas grabadas deberán constar en los diagramas del layout y ser sometidas a la aprobación de la ITAIPU antes del inicio de fabricación de las identificaciones.

5.2.1.9 Identificación de los conductores

Todos los conductores internos, en sus extremos conectados a los componentes internos o bornes, deberán poseer identificación con etiquetas de plásticos instaladas en porta-etiquetas tipo anillo firmemente fijados al conductor, que puedan ser reutilizables y uniformes (mismo color y patrón para todos) con marcaciones en textos permanentes y resistentes, que deban indicar el punto de conexión. Los porta-etiquetas deberán posibilitar la sustitución de las etiquetas sin la desconexión de los conductores y deberán poseer dimensiones adecuadas al conductor de forma a que queden firmemente sujetas al cable, y también las etiquetas deberán quedar firmemente fijadas dentro de las porta-etiquetas. Los tipos de identificaciones recomendados se muestran en la Figura 9.

Figura 9 - Modelos de identificación de conductores aceptados

No está permitido el uso de identificaciones del tipo a presión, termo-contraíbles o adhesivas, como se muestra en la Figura 10.

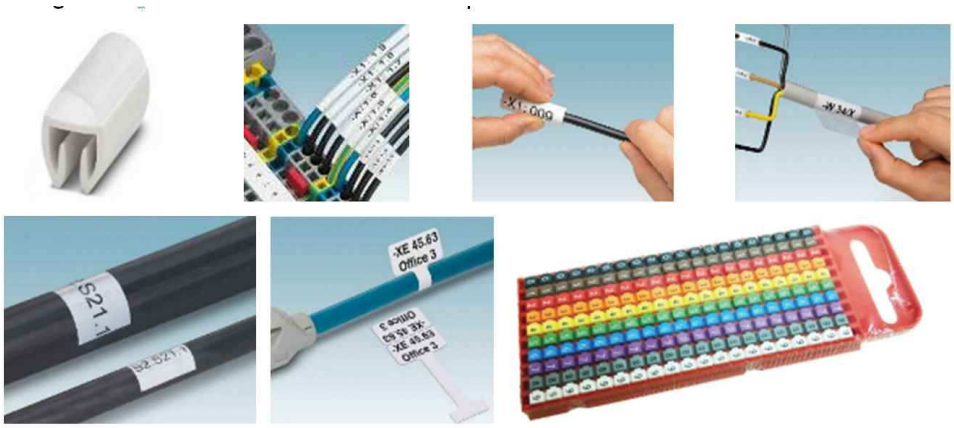

Figura 10 - Modelos de identificación de conductores no permitidos

La identificación de cada conductor debe seguir los siguientes criterios: la primera parte es la identificación del componente al que está conectado el cable y la segunda parte, separada por un guion, es la identificación del terminal del componente.

La Figura 11 ilustra la identificación de cables conectados a una regleta de bornes, en la cual el componente es la regleta de terminales (identificación: X1).

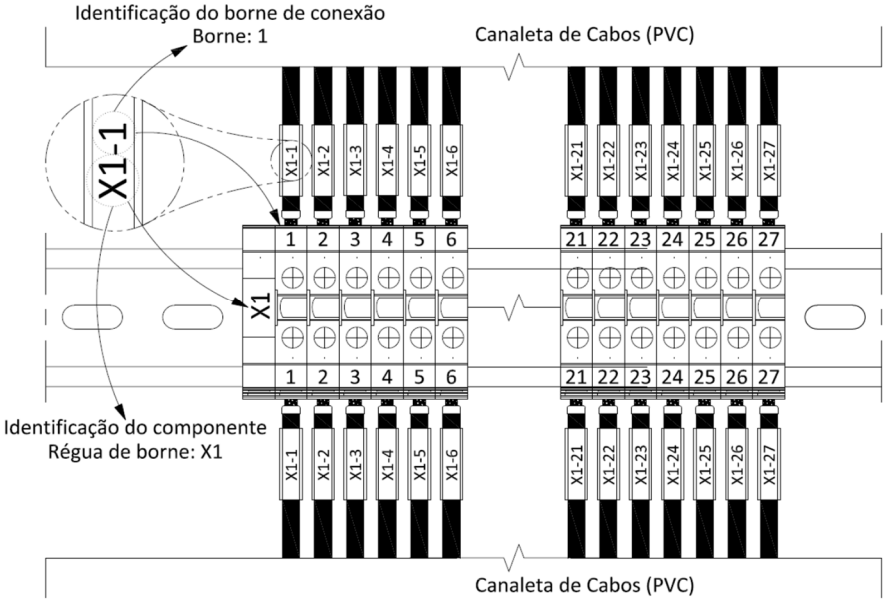

Figura 11 - Criterio de identificación de conductores en borneras

En el segundo ejemplo, Figura 12, tenemos la identificación de los cables conectados a tres contactores, que se identifican por K1, K2 y K3. Estos contactores tienen terminales identificados de fábrica 1, 2, 3, 4, 5 y 6.

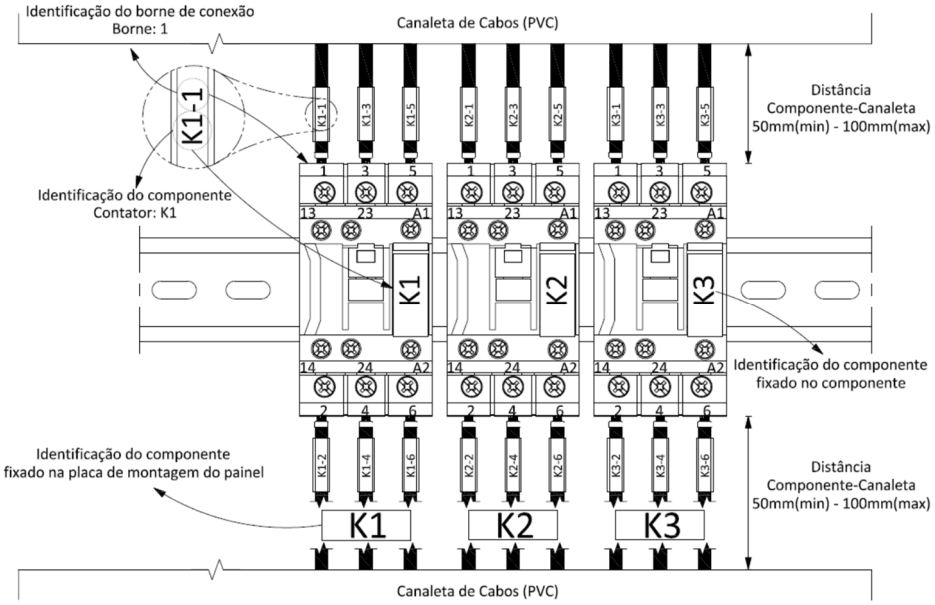

Figura 12 - Criterio de identificación de conductores en componentes

La identificación del conductor en el tablero debe estar orientada de izquierda a derecha y de abajo hacia arriba, conforme a los ejemplos mostrados. Cada etiqueta de identificación deberá indicar únicamente el tag del borne o terminal al que está conectado ese extremo del conductor.

5.2.2 Dispositivos de maniobra, medición y transformador auxiliar

Todos los componentes citados y especificados en este ítem, deberán estar montados dentro de la estructura de fuerza, de manera a evitar la entrada y/o salida de conductores de mayor tensión (460 Vca) dentro del tablero de control.

5.2.2.1 Interruptor Seccionador - Circuito de fuerza (460 Vca)

Cada tablero de fuerza deberá poseer un interruptor seccionador general denominado “SG”, quien deberá tener capacidad para alimentar todo el circuito en 460 Vca. Este interruptor deberá ser del mismo modelo para todos los tableros.

Este equipo deberá ser tripolar (debe incluir posibilidad de abertura con función de aterramiento temporal en el lado de la carga sin riesgo de cortocircuitar la fuente principal), para utilización en corriente alternada trifásica de 50/60 Hz, de caja moldeada y que atienda todas las características eléctricas del ítem 5.1 de esta especificación técnica y a todos los criterios de la norma IEC 60947-3 en su última versión. La corriente nominal de régimen continuo (Iu) del seccionador deberá ser superior a la máxima corriente de carga instalada y deberá ser capaz de establecer o interrumpir las cargas del tablero.

La resistencia mecánica de maniobras mínima requerida es para 8.000 (ocho mil) ciclos, con capacidad de establecimiento de corriente de cortocircuito (Icm) mínimo de 25kA a tensión nominal de 460 Vca sin necesidad de fusible limitador.

En la entrada de cada polo de la seccionadora se deberá permitir la conexión del conductor de fuerza de 253 mm^2 de sección circular existente, conforme indicado en la Tabla 2.

Para el lado de aterramiento temporal se deberá conectar un conductor con sección mínima de 70 mm^2 con derivación hasta la barra de aterramiento principal del tablero de fuerza.

Esta seccionadora deberá tener incorporado su respectivo accesorio que permita la operación manual sin necesidad de abertura del tablero y que incorpore manoplas que posibiliten la inserción de candados de seguridad y bloqueo mecánico que impida abrir la puerta con el interruptor cerrado.

Deberá acoplarse al seccionador sus respectivos bloques auxiliares de indicación de posición, debiendo preverse la instalación de un contacto normalmente abierto (1 NA) y un contacto normalmente cerrado (1 NC) como mínimo.

5.2.2.2 Disyuntores - Circuito de fuerza (460 Vca)

Cada tablero de fuerza deberá poseer dos disyuntores denominados “DJ1” y “DJ2” apropiados para protección de motores, del mismo modelo para todas las unidades generadoras, quienes deberán tener capacidad para alimentar de forma individual a cada motor del sistema.

Estos equipos deberán ser tripolares para corriente alternada trifásica de 50/60 Hz, de caja moldeada y que atienda todas las características eléctricas del ítem 5.1 de esta especificación técnica y a todos los criterios de la norma IEC 60947-2 en su última versión. El poder de corte de servicio (Ics) deberá estar proyectado para 75% de la capacidad de corte máxima (Icu) como mínimo.

La protección térmica deberá ser ajustable según la corriente nominal del motor y la protección por cortocircuito deberá estar en función para soportar la corriente de partida de cada motor.

La vida útil mecánica deberá ser como mínimo para 20.000 (veinte mil) ciclos y la vida útil eléctrica deberá garantizar un valor de 8.000 (ocho mil) ciclos como mínimo.

Cada disyuntor deberá tener incorporado su respectivo accesorio que permita la operación manual sin necesidad de abertura del tablero y que incorpore manoplas que posibiliten la inserción de candados de seguridad y bloqueo mecánico que impida abrir la puerta con el disyuntor cerrado.

Deberá acoplarse a cada disyuntor sus respectivos bloques auxiliares de indicación de posición, debiendo preverse la instalación de un contacto normalmente abierto (1 NA) y un contacto normalmente cerrado (1 NC) como mínimo.

El registro de maniobras de cada disyuntor deberá estar claramente indicado en el histórico de eventos del IHM, para fines de diagnóstico de fallas en caso de disparo en uno de ellos, con indicación del día y horario del evento.

El dimensionamiento y ajuste de cada disyuntor deberá establecerse en función a la sección nominal del conductor de salida de los motores indicados en la Tabla 2, a la capacidad nominal de los contactos del contactor principal y a los siguientes datos de los motores:

	Motores 1/2 (U01-U09)	Motores 1/2 (U10-U18)
Tensión nominal (Vca)	440	440
Frecuencia (Hz)	50	60
Corriente nominal (A)	152	150
Corriente de partida (Ip/In)	8,0	6,7
Tiempo de rotor bloqueado (s)	9	12
Tiempo de partida (s)	6	6
Factor de servicio	1,0	1,0
Sección nominal del conductor (mm^2)	$2x85mm^2$	$2x85mm^2$

Tabla 3 - Características de los motores

Para el dimensionamiento también deberá tenerse en cuenta la sobrecorriente por falta de fase y rotor bloqueado. En el memorial de cálculo deberán estar de forma explícita los criterios adoptados para el dimensionamiento y recomendación de ajuste de cada disyuntor, conforme indicado en el ítem 5.6.5.

5.2.2.3 Contactores - Circuito de fuerza (460 Vca)

Cada tablero de fuerza deberá poseer dos contactores denominados “KM1” y “KM2” del mismo modelo para todas las unidades generadoras, quienes deberán tener capacidad para alimentar de forma individual a cada motor del sistema en régimen continuo.

Estos componentes deberán ser tripolares para corriente alternada trifásica de 50/60 Hz, para partida directa de los motores, categoría AC-3, de accionamiento electromagnético y que atiendan todas las características eléctricas del ítem 5.1 de esta especificación técnica y a todos los criterios de la norma IEC 60947-4-1 en su última versión.

La vida útil mecánica deberá ser como mínimo para 5.000.000 (cinco millones) de ciclos.

Deberá acoplarse a cada contactor sus respectivos bloques auxiliares de indicación de posición, debiendo preverse la instalación de un contacto normalmente abierto (1 NA) y un contacto normalmente cerrado (1 NC) independiente, como mínimo. El contacto NC deberá ser utilizado para accionar a la resistencia de calentamiento del motor, cuyo accionamiento no tendrá que depender del PLC.

El registro de accionamiento de cada contactor deberá estar claramente indicado en el histórico de eventos del IHM, para fines de diagnóstico, con indicación del día y horario del accionamiento.

La alimentación de la bobina del contactor podrá ser realizada con tensión de 125 Vcc o 24 Vcc desde el PLC o vía relé de interfaz.

5.2.2.4 Circuito de medición de tensión y corriente - Circuito de fuerza (460 Vca)

El CONTRATISTA deberá proyectar e instalar un sistema de medición continua de tensión entre fases de la barra principal de 460 Vca y corriente de fase de ambos motores, instalados en la salida del contactor principal o incorporado en el propio disyuntor de cada motor. Este sistema deberá estar conectado al PLC y al IHM, de manera a que puedan ser visualizadas las informaciones de estas variables, para evitar la necesidad de utilizar instrumentos portátiles de medición.

El rango de medición de tensión debe estar como mínimo entre 0 a 460 Vca para medición entre fases de la barra principal, conectada en la salida del interruptor “SG” indicado en el ítem 5.2.2.1, y el rango de medición de corriente debe ser superior a la corriente nominal del motor. La corriente de cada motor se deberá medir en cada fase. El rango de medición deberá seleccionarse de manera a obtener el mínimo error hasta el valor nominal de medición.

En caso de utilizar transformador de potencial (TP) y de corriente (TC), estos deberán atender a las normas ABNT NBR 6855 y ABNT NBR 6856 respectivamente, y ambos deberán ser exclusivos para medición. Estos transformadores deberán tener clase de aislación mínima para 600 V, clase de exactitud 0,6% o mejor para el TP y 1,2% o mejor para el TC. Ambos transformadores deben incluir sus respectivas placas características con las informaciones mínimas indicadas en las respectivas normas.

La información de tensión CA de la barra de 460 Vca será utilizada en la lógica de comando para señalización de falta de tensión.

El CONTRATISTA deberá declarar en el Work statement el tipo de sistema adoptado e indicar las normas que este equipo atiende y su correspondiente ensayo de precisión y exactitud, conforme indicado en el ítem 5.4.

El ensayo de precisión, exactitud y otros tipos de ensayos deberán estar de forma explícita en el PIT y ser realizados en fábrica, con acompañamiento del inspector designado por la ITAIPU, conforme indicado en el ítem 5.3.1.

5.2.2.5 Transformador auxiliar 460 / 220 Vca - Estructura de fuerza (460 Vca)

El CONTRATISTA deberá dimensionar un transformador monofásico a seco fijado en la estructura de fuerza en cada tablero, con relación de tensión de 460 / 220 Vca, que será utilizado para alimentar al circuito de resistencia de calentamiento de ambos motores. Cada motor posee una resistencia de calentamiento de 125 W, totalizando una carga para ambos motores de 250W. El transformador deberá poseer una capacidad superior, como mínimo 20% por encima de la carga total a ser alimentada.

El CONTRATISTA deberá declarar en el proyecto ejecutivo (documentos técnicos) las características eléctricas de este transformador e indicar las normas que este equipo atiende y sus correspondientes ensayos. Estos ensayos deberán constar de forma explícita en el PIT y ser realizados en fábrica, con acompañamiento del inspector designado por la ITAIPU, conforme indicado en el ítem 5.3.1.

Se solicita la fijación de una placa característica para el transformador, indicando como mínimo la marca, modelo, tensión, potencia, tipo, norma aplicable, factor de sobrecarga, factor de potencia y otros datos relevantes a criterio del CONTRATISTA.

5.2.2.6 Disyuntores - Circuito auxiliar (460 Vca o 220 Vca)

Cada tablero deberá poseer un disyuntor termo-magnético para el circuito auxiliar de 220 Vca, un disyuntor termo-magnético para el primario del transformador auxiliar 460 / 220 Vca del ítem 5.2.2.5, un disyuntor para la fuente 460 Vca / 125 Vcc especificada en el ítem 5.2.4.3 y un disyuntor para la fuente 460 Vca / 24 Vcc especificada en el ítem 5.2.4.2, quienes deberán tener capacidad para alimentar sus cargas respectivas. Todos estos disyuntores deberán estar dentro de la estructura de fuerza, que es por donde ingresarán sus respectivos conductores de alimentación.

Un disyuntor deberá ser exclusivo para el circuito de 220 Vca de iluminación, resistencia de calentamiento y toma eléctrica de las estructuras. Este disyuntor deberá ser de 10 A, curva C, bipolar y fijado en la estructura de fuerza. Deberá preverse la instalación de bornes exclusivos para este circuito, tanto para la estructura de fuerza y control, conforme indicado en la Tabla 2, que facilite la interconexión de las cargas. La interconexión será realizada por la ITAIPU durante el montaje.

Un disyuntor deberá ser exclusivo para alimentar el primario del transformador 460 / 220 Vca. Este disyuntor deberá ser dimensionado según la carga a alimentar (indicado en el ítem 5.2.2.5) y tener capacidad para soportar la corriente de arranque del transformador, pudiendo utilizarse un disyuntor de curva C o D. Este deberá ser fijado en la estructura de fuerza y no tendrá interconexión con el tablero de control.

Los disyuntores de las fuentes de 460 Vca / 125 Vcc y 460 Vca / 24 Vcc deberán ser dimensionados según la carga instalada dentro del tablero y/o potencia de la fuente, cuya tensión de operación es de 460 Vca. Estos disyuntores deberán soportar la corriente inrush de cada fuente a plena carga.

Los disyuntores deberán ser bipolares o tripolares (según las características de las fuentes y/o transformador) para corriente alternada trifásica de 50/60 Hz, de caja moldeada y que atiendan todas las características eléctricas del ítem 5.1 de esta especificación técnica y a todos los criterios de la norma IEC 60947-2 en su última versión. El poder de corte de servicio (Ics) deberá estar proyectado para 75% de la capacidad de corte máxima (Icu) como mínimo. La vida útil mecánica deberá ser como mínimo para 10.000 (diez mil) ciclos de maniobra.

Deberá acoplarse a cada disyuntor sus respectivos bloques auxiliares de indicación de posición, debiendo preverse la instalación de mínimo un contacto normalmente abierto (1NA) y un contacto normalmente cerrado (1NC).

El dimensionamiento de cada disyuntor deberá establecerse en función a la sección nominal del conductor y la corriente nominal de cada circuito. En el memorial de cálculo deberá estar de forma explícita los criterios adoptados para el dimensionamiento y selección de cada disyuntor, conforme indicado en el ítem 5.6.5.

El registro de maniobras de cada disyuntor deberá estar claramente indicada en el histórico de eventos del IHM, para fines de diagnóstico de fallas en caso de disparo en uno de ellos, con indicación del día y horario del evento.

La nomenclatura de identificación de los disyuntores será similar al proyecto original, conforme indicado a continuación:

- Disyuntor 220 Vca: “52A”;
- Disyuntor entrada del transformador 460 / 220 Vca: “SEC”;

- Disyuntor fuente 460 Vca / 125 Vcc: “SC1”;
- Disyuntor fuente 460 Vca / 24 Vcc: “SC2”;

5.2.2.7 Disyuntores - Circuito de control (Corriente continua)

El tablero de control deberá poseer la cantidad de disyuntores necesarios para cada fuente 125 / 24 Vcc (especificado en el ítem 5.2.4.1) en corriente continua del sistema y para cada electroválvula (citados en el ítem 5.2.4.3). Estos disyuntores deberán ser aptos para operar con tensión en 125 Vcc y 24 Vcc.

Todos los disyuntores deberán ser bipolares para corriente continua, de caja moldeada y que atiendan todas las características eléctricas del ítem 5.1 de esta especificación técnica y a todos los criterios de la norma IEC 60947-2 en su última versión. El poder de corte de servicio (Ics) deberá estar proyectado para 75% de la capacidad de corte máxima (Icu) como mínimo. La vida útil mecánica deberá ser como mínimo para 10.000 (diez mil) ciclos de maniobra. Estos disyuntores deberán estar fijados en la estructura de control. Deberá preverse bornes exclusivos para ambas estructuras para alimentar cualquier carga en corriente continua en la estructura de fuerza. La interconexión será realizada por la ITAIPU y los conductores serán suministrados por el CONTRATISTA, conforme detallado en el ítem 5.2.1.4.

Deberá acoplarse a cada disyuntor sus respectivos bloques auxiliares de indicación de posición, debiendo preverse la instalación de mínimo un contacto normalmente abierto (1NA) y un contacto normalmente cerrado (1NC).

El dimensionamiento de cada disyuntor deberá establecerse en función a la sección nominal del conductor y la corriente nominal de cada circuito. En el memorial de cálculo deberá estar de forma explícita los criterios adoptados para el dimensionamiento y selección de cada disyuntor, conforme indicado en el ítem 5.6.5.

El registro de maniobras de cada disyuntor deberá estar claramente indicado en el histórico de eventos del IHM, para fines de diagnóstico de fallas en caso de disparo en uno de ellos, con indicación del día y horario del evento.

La nomenclatura de identificación de los disyuntores será similar al proyecto original, conforme indicado a continuación:

- Disyuntor Fuente 1: “SEC2A”;
- Disyuntor Fuente 2: “SEC2B”;
- Disyuntor electro-válvulas: “72A/B/C/D/E/F/G”;
- Disyuntor Fuente 125 / 24 Vcc: 72H/I.

5.2.3 Toma eléctrica, Iluminación y Resistencia de Calentamiento

Cada tablero deberá contar con una toma eléctrica, iluminación y resistencia de calentamiento que serán alimentadas mediante un circuito auxiliar externo en 220Vca y por medio del disyuntor “52A”. Deberá ser prevista la instalación de bornes para este circuito, con las cantidades especificadas para cada estructura en la Tabla 2.

La resistencia de calentamiento deberá ser del tipo con aletas disipadoras con caja de protección metálica incorporada y fijada en la placa de montaje en la parte inferior mediante tornillos y soporte aislante, que no comprometa térmicamente a los demás componentes y accesorios del tablero. La misma deberá ser correctamente dimensionada en función a las dimensiones físicas del tablero para evitar condensación dentro del mismo, siendo controlada mediante un termostato ajustable. El termostato deberá poseer terminales atornillados para recibir conductores con terminales del tipo “punta” o tubular. El termostato deberá estar instalado en la parte superior del tablero con fácil acceso a sus puntos de conexión y fijado en la placa de montaje mediante riel DIN. En caso de que el conductor que venga de fábrica en la resistencia de calentamiento sea muy corto, deberán preverse tres bornes cercanos (que atienda a las características del ítem 5.2.1.6) para interconectar al conductor y permitir su prolongamiento

hasta su destino final de conexión. Deberá preverse la instalación de termostatos y resistencias de calentamiento para cada estructura.

La iluminación del tablero deberá ser con luminaria del tipo cerrado, que incluya un deflector que direccione la luz únicamente en la parte interna del tablero. La lámpara deberá ser del tipo bulbo LED de bajo consumo y conectada mediante base E27. El accionamiento de la iluminación deberá ser mediante un fin de curso montado en lugar estratégico de fácil acceso a sus terminales de conexión y que permitan facilidad de montaje/desmontaje en caso de futuras sustituciones. El fin de curso podrá ser conectado mediante terminales del tipo “punta” o “hembra” según el modelo a utilizar, siempre y cuando se garantice un buen contacto eléctrico en los terminales del fin de curso. Deberá preverse el mismo tipo de luminaria para cada estructura. Cada estructura deberá poseer dicha iluminación con el fin de curso respectivo para cada uno.

La toma eléctrica deberá ser del tipo 2P+T para conexión bifásica con terminal de tierra disponible. La toma deberá ser de 10 A y aceptar conectores o enchufes del tipo pino redondo. La misma deberá ser fijada únicamente en la estructura de control, en la placa de montaje mediante tornillos con fácil acceso de los mismos para el montaje/desmontaje. La toma deberá estar ubicada en la mitad para abajo del tablero de modo a no dificultar la conexión de cualquier aparato o carga eléctrica. La toma deber ser de fabricación para instalación en tableros y los terminales de conexión de los conductores deben ser protegidos para contacto directo. Esta toma deberá atender las especificaciones de la norma NBR-14136.

5.2.4 Circuito de alimentación auxiliar, automatización y control

El tablero dispone actualmente de dos fuentes externas en 125 Vcc y una fuente externa en 460 Vca a 50 o 60 Hz. Mediante estas fuentes deberá ser alimentado el nuevo tablero, siendo que para ello deberán preverse la instalación de las fuentes indicadas más abajo con sus respectivos supervisores de tensión para cada fuente. Como mínimo se solicita la implementación de la siguiente topología de alimentación del tablero (Figura 13), que podría mejorarse durante la fase del proyecto ejecutivo en función a los recursos y componentes instalados en el tablero.

Se deberá prever la instalación de mínimo un puente de diodos para permitir la aislación de las fuentes principales en 125 Vcc y la instalación de los diodos necesarios conforme proyecto original para los supervisores de tensión de las electroválvulas de cierre.

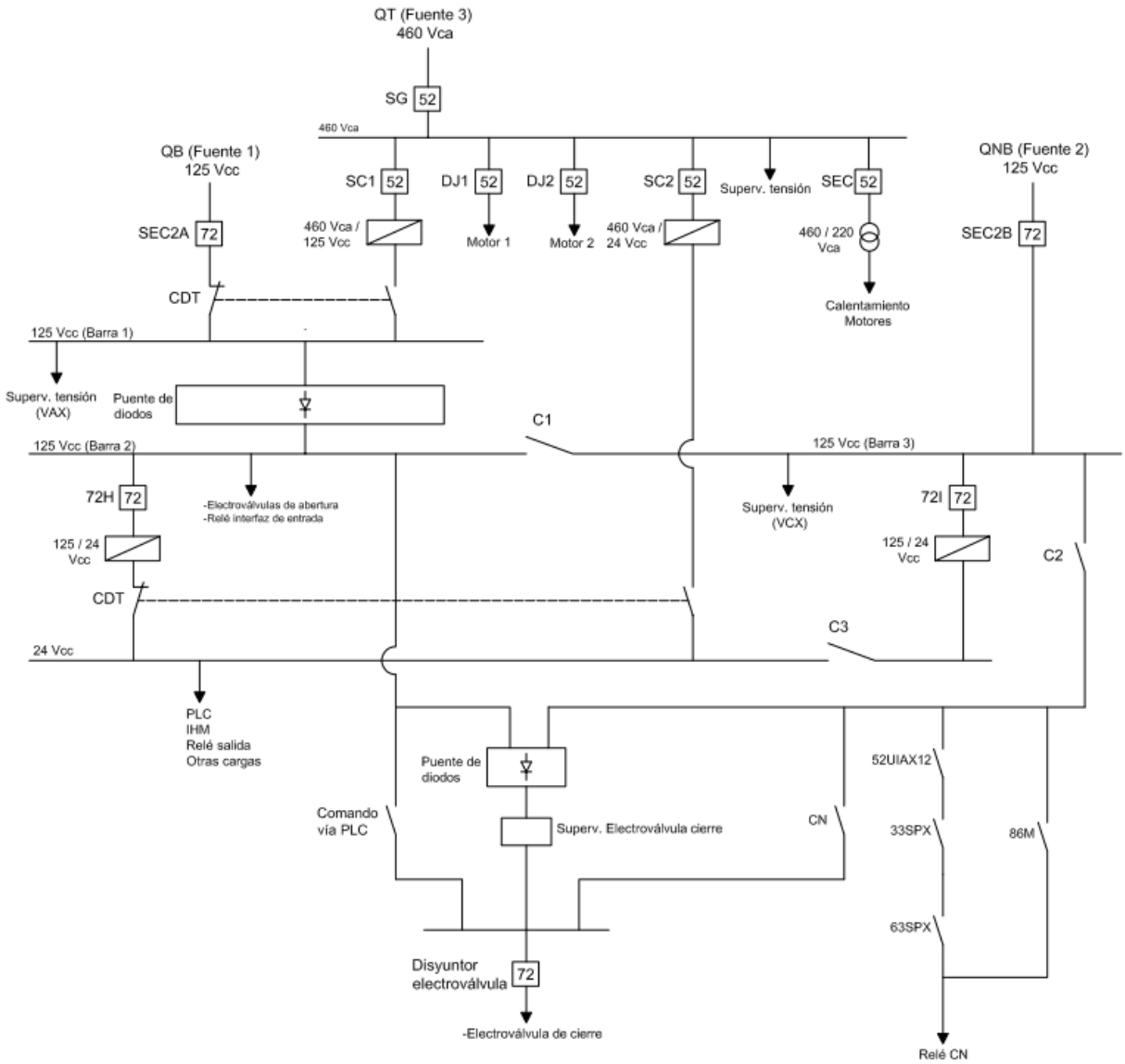

Figura 13 - Topología de alimentación del tablero

5.2.4.1 Fuentes de alimentación 125 / 24 Vcc

Deberá preverse la instalación de dos fuentes de tensión 125 / 24 Vcc del mismo modelo para alimentar el circuito de control del tablero. La tensión de salida deberá ser de 24 Vcc ± 5 %. Estas fuentes deberán tener capacidad de operación en paralelo en la salida, por lo que deberán tener esa posibilidad de conexión, de manera a que la falla de una fuente no interfiera en la operación de la otra fuente. Cada fuente por si sola deberá tener capacidad de alimentar todas las cargas del circuito.

Además deberán poseer protección interna contra cortocircuito, supervisión interna de estado, con posibilidad de indicación de falta de tensión de salida para supervisión de cada fuente mediante contactos internos y deberán soportar las condiciones ambientales indicadas en el ítem 5.1. Para garantizar la confiabilidad de las fuentes, se requiere que las mismas tengan como mínimo un TMEF (tiempo medio entre fallas) de 600.000 (seiscientas mil) horas a 40°C, capacidad de sobrecarga de 25% durante 4 s. Deberán cumplir con los requisitos de la norma IEC 61000 con referencia a la emisión e inmunidad a interferencias electromagnéticas.

Cada fuente deberá poseer en la entrada un disyuntor específico de alimentación, conforme indicado en el ítem 5.2.2.7.

La potencia nominal de cada fuente será dimensionada en función a la carga total alimentada dentro del tablero (PLC, IHM, relés de interface, etc.). El dimensionamiento deberá estar de forma explícita en el memorial de cálculo, conforme indicado en el ítem 5.6.5.

5.2.4.2 Fuente de alimentación 460 Vca / 24 Vcc

Se requiere la instalación de una tercera fuente de 24 Vcc como redundancia, alimentada por la fuente principal de 460 Vca en 50/60 Hz. La salida de 24 Vcc de esta fuente deberá conectarse únicamente de forma manual a la barra de 24 Vcc mediante la llave selectora “CDT”, siendo que esta fuente deberá tener capacidad de alimentar todas las cargas del tablero.

Esta fuente deberá ser de 460 Vca / 24 Vcc, con regulación de tensión de salida menor a 2 %, con protección interna contra cortocircuito, protección interna contra sobretensión transitoria en la entrada, supervisión interna de estado, con posibilidad de indicación de falta de tensión de salida para supervisión de cada fuente y deberá soportar las condiciones ambientales indicadas en el ítem 5.1. Para garantizar la confiabilidad de la fuente, se requiere que la misma tenga como mínimo un TMEF (tiempo medio entre fallas) de 600.000 (seiscientas mil) horas a 40°C. La tensión de aislamiento en la entrada deberá ser como mínimo de 600 V. Deberá cumplir con los requisitos de la norma IEC 61000 con referencia a la emisión e inmunidad a interferencias electromagnéticas

5.2.4.3 Fuente de alimentación 460 Vca / 125 Vcc

Se requiere la instalación de una tercera fuente de 125 Vcc como redundancia, alimentada por la fuente principal de 460 Vca en 50/60 Hz. La salida de 125 Vcc deberá ser conectada de forma manual a la barra de 125 Vcc principal (barra 1 de la Figura 13) mediante la llave selectora “CDT”, siendo que esta fuente deberá tener capacidad de alimentar todas las cargas del tablero y electroválvulas. Considerar en el peor de los casos un consumo total de 132 W para las electroválvulas.

Esta fuente deberá ser de 460 Vca / 125 Vcc, con regulación de tensión de salida menor a 1 %, con protección interna contra cortocircuito, protección interna contra sobretensión transitoria en la entrada, supervisión interna de estado, con posibilidad de indicación de falta de tensión de salida para supervisión de la fuente y deberá soportar las condiciones ambientales indicadas en el ítem 5.1. La tensión de aislamiento en la entrada deberá ser como mínimo de 600 V.

5.2.4.4 Controlador lógico programable (PLC), interfaz hombre máquina (IHM) y Switch

A. Aspectos generales

El control del sistema será realizado por un controlador lógico programable (PLC) quien recibirá las informaciones de los instrumentos de campo por contacto seco en 125 Vcc a través de los relés de interfaz de entrada especificado en el ítem 5.2.4.5, y de los demás componentes internos del tablero de manera a poder supervisar el estado de cada uno de ellos y así realizar las lógicas de procesamiento de alarmas y/o comandos. El PLC deberá enviar todas las informaciones relevantes del sistema a una interfaz hombre-máquina (IHM) vía red, quien mostrara todas las informaciones y estado del sistema. Tanto el PLC como la IHM deben pertenecer al mismo FABRICANTE de manera a facilitar la integración de ambos y la implementación de mejorías y/o modificaciones en el futuro.

Es indispensable que la programación de todos los componentes (PLC, IHM, etc.) sea de código abierto y desarrolladas de forma simple y entendible, utilizando comentarios y todo tipo de referencias o mnemónicos para la identificación de los distintos bloques de programación y variables. Todos los comentarios deberán estar en el idioma portugués o español.

El desarrollo de la lógica, método de programación, mnemónicos, comentarios, diseño gráfico del IHM y referencias incluidas deberá ser objeto de aprobación por parte de la ITAIPU, junto con los demás

documentos indicados en el ítem 5.6. El ensayo en fábrica para verificación de las funcionalidades lógicas del tablero únicamente será realizado una vez aprobado el desarrollo de dicho programa.

B. Características del PLC y Programación

La aplicación del PLC podrá ser desarrollada en programación LADDER, FBD o en leguaje de texto estructurado de acuerdo a la norma IEC 61131-3. No será aceptado el método de programación del tipo IL (lista de instrucciones). En cada trecho de programación deberán ir los comentarios que faciliten el entendimiento del programa y la función de cada bloque.

En complemento a la rutina de programación principal, destinada a realizar el control del sistema de forma global y por fines de organización, la aplicación deberá poseer sub-rutinas para los modos de operación de la compuerta y señalizaciones, de manera a facilitar el entendimiento del programa desarrollado. Deberán ser creados como mínimo las siguientes sub-rutinas o bloques de programación:

- Adquisición de datos;
- Comando de abertura normal, cracking y excepcional;
- Supervisión mecánica y eléctrica;
- Comando de primera y segunda reposición de compuerta;
- Comando de cierre normal;
- Comando de cierre rápido;
- Comando de transferencia y supervisión de fuentes o disyuntores;
- Señalización local de eventos y comunicación con el IHM;
- Señalización externa en la sala de control local (ULP);
- Señalización externa SCADA;
- Diagnósticos.

Para la fuente en 125 Vcc se podrá realizar vía llave selectora “CDT” la transferencia manual entre la fuente 1 del QB y la fuente 460 Vca / 125 Vcc (Figura 13) y de manera análoga para la fuente de 24 Vcc se deberá transferir con la misma llave selectora entre la fuente 125 / 24 Vcc y la fuente 460 Vca / 24 Vcc, o automáticamente mediante las supervisiones de fuentes, disyuntores y relés de tensión, con las siguientes condiciones:

- El relé C1 (Figura 13) dará comando de transferencia por falta de tensión detectada por el relé de tensión “VAX” y con los disyuntores “SEC2A” y “SC1” cerrados.
- El relé C2 (Figura 13) dará comando de transferencia por falta de tensión detectada por el relé de tensión “VAX” y una de las siguientes condiciones:

  - Llave selectora “CDT” seleccionada para la fuente 1 del QB y el disyuntor “SEC2A” abierto;
  - Llave selectora “CDT” seleccionada para la fuente 3 del QT y el disyuntor “SC1” abierto o falta de tensión en la fuente 460 Vca / 125 Vcc;

- El relé C3 (Figura 13) dará comando de transferencia en caso de una de las siguientes condiciones:

  - Llave selectora “CDT” seleccionada para la fuente 1 del QB y falta de tensión en la fuente 1 de 125 / 24 Vcc o abertura del disyuntor “72H”;
  - Llave selectora “CDT” seleccionada para la fuente 3 del QT y falta de tensión en la fuente 3 de 460 Vca / 24 Vcc o abertura del disyuntor “SC2”;

Desde el PLC deberán preverse la lógica de comando para las señalizaciones externas, ya sea para el tablero local de la unidad (ULP) y el sistema SCADA en las unidades convencionales (U01 al 18). Estas

alarmas deberán estar configuradas como sigue en la Tabla 4 y Tabla 5 de manera a prever el accionamiento de los relés de salida correspondientes.

Para cada tablero, como mínimo serán necesarios el accionamiento de 31 relés de interfaz de salida (ULP+SCADA). De igual manera deberán instalarse las cantidades de relés solicitados en el ítem 5.2.4.5.

Unidades Convencionales (U01 a U18) - ULP	
Evento	**Acción**
Falta tensión Vcc batería 2 o falta tensión de cualquier fuente supervisada	Cualquiera de las condiciones acciona un solo relé de interfaz con destino al anunciador 44 del ULP
Solenoide no actuada	
Reposición 2° nivel	
Defecto solenoide SD1 (KSS1 + SX1)	
Defecto solenoide SD2 (KSS2 + SX2)	
Defecto solenoide SD3 (KSS3 + SX3)	
Defecto solenoide SD4 (KSS4 + SX4)	
Cable flojo	
Falla de red	
Falta tensión Vcc batería 1 o falta tensión barra 125 Vcc o falta tensión barra 24 Vcc	Cualquiera de las condiciones acciona un solo relé de interfaz con destino al anunciador 45 del ULP
Disyuntor abierto (todos los disyuntores)	
Falta de aceite tanque principal	
Presión alta	
Presión baja en el servomotor	
Falta Vac	
Compuerta a deriva	Acciona un relé de interfaz exclusivo con destino al anunciador 46 y bloqueo 86N del ULP
Reposición 1° o 2° nivel o vástago trabado	Cualquiera de las condiciones acciona un solo relé de interfaz con destino al anunciador 161 del ULP
Supervisión solenoide SD3 (KSS3X) + Supervisión solenoide SD4 (KSS4X)	Ambas condiciones deben accionar un único relé de interfaz con destino al ULP
Compuerta cerrada (KFCB)	Acciona un relé de interfaz exclusivo con destino al ULP
Compuerta abierta (KFC2T)	Acciona un relé de interfaz exclusivo con destino al ULP

Tabla 4 - Señalización externa - ULP

Unidades Convencionales (U01 a U18) - SCADA
Evento (cada evento acciona un relé de interfaz exclusivo)
Aguas equilibradas (KEP)
Disyuntor auxiliar disparado (cualquiera de los disyuntores de control acciona un único relé de interfaz)
Falta tensión Vcc batería 1 (VAX) o falta tensión barra 24 Vcc
Falta tensión Vcc batería 2 (VCX) o falta tensión de cualquier fuente supervisada

Cable flojo (FCF)
Listo para operación (KFC2T)
Cierre por bloqueo de la unidad (KPR o KSV)
Compuerta deriva (KCD)
Compuerta deriva limite (FC2B)
Compuerta totalmente abierta (KFCA)
Compuerta totalmente cerrada (KFCB)
Vástago trabado (FC1 + FCH)
Falta tensión CA motores (KD1 o KD2)
Reposición 1° nivel (KR)
Reposición 2° nivel (KRA)
Servomotor presión o nivel bajo (KPM o KCNS)
Presión alta del sistema (KSC)
Defecto mecánico solenoide SD1 (SX1)
Defecto mecánico solenoide SD2 (SX2)
Defecto mecánico solenoide SD3 o SD4 (SX3)
Motor 1 o 2 en operación (KM1 o KM2)
Solenoides no actuados (KSAS)
Nivel bajo aceite (KNO)
Defecto solenoide SD1/SD2/SD3/SD4 (KSS1+SX1 o KSS2+SX2 o KSS3+SX3 o KSS4+SX4)
Falla PLC o IHM

Tabla 5 - Señalización externa SCADA

El PLC y accesorios deberán satisfacer las siguientes características eléctricas y de procesamiento. La cantidad de módulos de entrada y salida deberán preverse en función a la cantidad de puntos de entradas y salidas indicados en esta especificación técnica. Como mínimo cada módulo debe poseer 16 puntos de entrada o salida.

Módulos de Entradas Digitales	
Número de entradas digitales mínimo	16
Lógica positiva (Sinking)	Si
Tensión de alimentación	24 Vcc
Tolerancia mínima de tensión de alimentación	10%
Tensión de entrada	24 Vcc
Tensión de aislamiento	500 Vcc/1 min
Led de diagnóstico de estado	Si
Tiempo de filtrado máximo	10 ms
Consumo de corriente máximo	200 mA
Conexión	Atornillado
Grado de protección	IP20
Temperatura ambiente (operación)	0 – 50ºC

Tabla 6 - Módulos de entrada del PLC

Módulos de Salidas Digitales	
Número de salidas digitales mínima	16
Tipo de salida	Transistor (sourcing) IEC 61131-2
Tensión de salida	24 Vcc
Tensión de alimentación	24 Vcc
Tiempo máximo de respuesta en la salida	2 ms
Tolerancia de tensión de entrada	10%

Capacidad de corriente de salida (mínima)	100 mA
Conexión	A tornillo 1,5 mm²
Temperatura ambiente (operación)	0 - 50ºC
Grado de protección	IP20
Led de Status	Si

Tabla 7 - Módulos de salida del PLC

Módulo de Procesamiento	
Tensión de alimentación	24 Vcc
Memoria de trabajo	≥ 150 kb
Memoria de datos	≥ 1 Mb
Tiempo de procesamiento de operaciones con punto fluctuante	<1 µs
Lenguaje de programación conforme a la IEC 61131-3 (Controlador programable – Parte 3: Lenguaje de programación)	Ladder, FBD,SFC, texto estructurado
Número de Temporizadores	≥ 512
Número de Contadores	≥ 512
Lenguaje de Programación en texto	Si
Interfaz RJ45	2
Temperatura Ambiente	0 - 50ºC
Grado de protección	IP 20

Tabla 8 - Características de procesamiento del PLC

Las 2 interfaces RJ45 para comunicación deberán atender los protocolos Ethernet 802.3, IP, Ethernet Industrial, IO-Link que podrán ser por medio del propio módulo de comunicación del PLC o por medio de un módulo de comunicación externo de expansión acoplado al mismo.

C. Características del IHM y Programación

La IHM tendrá la función de auxiliar a los operadores y personales de mantenimiento para visualizar el estado del sistema hidráulico y de los componentes internos del tablero, incluyendo las mismas funcionalidades que las selectoras y botoneras del tablero conforme especificado en el ítem 5.2.4.8, registro de eventos, diagnóstico del sistema, indicación del valor de tensión y corriente de los motores, configuraciones y ajustes a través de la pantalla.

Para facilitar la programación y el mantenimiento de la IHM, las pantallas deberán contener sub-rutinas de programación propia donde serán tratados los datos necesarios.

Para maximizar el tiempo de vida útil de la IHM, esta deberá poseer una rutina de modo de suspensión de pantalla, donde pasado 5 minutos sin uso de la IHM y sin alarma de defecto o evento, el brillo del display deberá ser reducido a cero, retornando posteriormente el brillo al valor pre-ajustado apenas cuando una de las teclas o el display fuere accionado o cuando ocurra algún evento. El brillo del display deberá tener la posibilidad de ser ajustado en la pantalla de configuraciones de IHM.

La IHM deberá poseer una pantalla principal de visualización, y a partir de esta pantalla se podrán acceder a las demás pantallas auxiliares. Cualquier tipo de anormalidad del sistema será indicada en la pantalla principal en formato de pop-up box hasta el rearme automático o manual del mismo. Mientras no ocurra ninguna anormalidad, la IHM deberá estar indicando que el sistema se encuentra normal con accionamiento del señalizador verde externo del tablero.

La IHM deberá incorporar las mismas funcionalidades del anunciador actual, por lo que deberá preverse la inclusión de botoneras para “conocimiento”, “rearme” y “test de lámparas”. El test de lámparas de la IHM también deberá accionar a los señalizadores locales, especificados en el ítem 5.2.4.9.

Todos los eventos del sistema listados abajo deberán también estar registrados en el histórico de la IHM. Los eventos listados abajo son considerados condiciones anormales o condiciones de estado que deberán ser señalizados localmente en la pantalla principal de la IHM y también deberán accionar el

señalizador rojo externo del tablero (con excepción de la 1ª reposición, compuerta abierta y cerrada que son condiciones normales del sistema). Como mínimo la pantalla principal deberá indicar las siguientes alarmas del sistema:

- Defecto solenoide 1;
- Defecto solenoide 2;
- Presión baja en el circuito;
- Solenoides no actuados (deberá ser discriminado cada solenoide con su identificación);
- Falta 125 Vcc batería 1 - Casa de fuerza;
- Falta 125 Vcc batería 2 - Presa Principal;
- Falta 125 Vcc (Fuente de emergencia)
- Falta 24 Vcc (Fuente 1);
- Falta 24 Vcc (Fuente 2);
- Falta 24 Vcc (Fuente de emergencia);
- Presión baja en el servomotor;
- Reposición 2° nivel;
- Nivel bajo de aceite servomotor;
- Falta de aceite tanque principal;
- Defecto solenoide 3 y/o solenoide 4;
- Compuerta a deriva;
- Defecto de la unidad;
- Presión alta;
- Falta 460 Vca;
- Disyuntor abierto (deberá ser discriminado cada disyuntor con su identificación);
- Compuerta abierta;
- Compuerta cerrada;
- Aguas equilibradas;
- Reposición 1° nivel;
- Vástago trabado;
- Cable flojo;
- Falla de comunicación de red;

Desde la pantalla principal como mínimo se solicita el desarrollo y acceso a las siguientes pantallas auxiliares:

- Comando de abertura;
- Comando de cierre normal;
- Comando de cierre rápido;
- Selección de fuente, de comandos y operación;
- Ajustes;
- Diagnostico e histórico de eventos.

Únicamente cuando se proceda al comando de abertura, adicionalmente deberá indicarse en la misma pantalla los valores de tensión y corriente de ambos motores y si se encuentra o no liberado para cracking.

Tanto en modo de suspensión o durante la navegación en las pantallas auxiliares, automáticamente e instantáneamente el IHM deberá indicar en la pantalla principal cualquier tipo de anormalidad en el sistema, de manera a alertar al operador cualquier tipo de evento.

Como alternativa al comando por botonera y/o selectora especificado en el ítem 5.2.4.8, el IHM también deberá incluir los mismos comandos como redundancia al sistema.

Los comandos de abertura y cierre deberán ser mediante botones que simulen el mismo comportamiento de los pulsadores externos.

De la misma forma se podrá utilizar botones para simular las selectoras del tablero, para seleccionar fuente principal o respaldo, selección de operación normal o test, selección de abertura normal o excepcional.

En la pantalla ajustes se podrán configurar todas las variables de ajustes de tiempo del sistema, falta de tensión CA, brillo de la IHM y entre otros, que será realizado únicamente mediante seña por el personal de mantenimiento.

En la pantalla de diagnóstico e histórico de eventos deberán ser exhibidas todas las informaciones útiles del sistema indicando la fecha y hora de ocurrencia, tales como:

- Estado de conexión de la red y comunicaciones;
- Indicación del estado de tensión de las fuentes;
- Estado de los instrumentos de campo;
- Indicación del estado de los motores;
- Corriente y tensión de los motores;
- Estado de los disyuntores;
- Estado de las electro-válvulas;
- Estado de la compuerta;
- Indicación de las reposiciones de compuerta;
- Todas las alarmas accionadas.

La IHM deberá indicar y resaltar cada evento o falla asociado al sistema, de manera a poder facilitar el diagnóstico y maniobras en el sistema. Como mínimo se debe incluir las mismas señalizaciones de alarmas contenidas en el anunciador actual, conforme indicado en el diagrama 6160-DF-70007-P anexado a esta especificación técnica, incluyendo la supervisión de los demás componentes instalados en el tablero.

La IHM deberá satisfacer las siguientes características dimensionales, eléctricas y de desempeño.

IHM	
Tamaño de pantalla	15’’
Tipo de pantalla	Resistiva
Resolución mínima	1024x768 px
Número de colores en el display	≥16 Millones
Temperatura ambiente	0 – 50ºC
Grado de protección (Frontal)	IP 65
Tipo de display	Colorido TFT o Superior
TMEF (en 25ºC)	≥ 50000 hs
Ajuste de brillo	Si
Interfaz de comunicación Ethernet TCP/IP RJ 45	1
Interfaz de comunicación USB	1
Comunicación por Ethernet/IP	Si
Comunicación via HTML o HTTP	Si
Tensión de alimentación	24 Vcc ± 10%
Humedad relativa del ambiente	0 - 90%
Reloj de CPU	Superior a 600 MHz
Watchdog	Si

Tabla 9 - Características de la IHM

D. Switch y Programación

Los módulos de medición de tensión y corriente de los motores, IHM y PLC deberán conectarse a un switch Ethernet industrial gerenciable de forma que sea implementada una topología de red en anillo o mixta, de manera a proveer dos caminos de comunicación entre los dispositivos de la forma más simple posible. Cualquier defecto en el switch o en el sistema de medición de tensión y corriente no debe perjudicar la funcionalidad principal del tablero.

La programación y/o configuración del switch será parte integrante del suministro y sometido a aprobación de la ITAIPU. El software ya deberá incluir las licencias para uso sin restricciones por la ITAIPU. Todas las configuraciones adoptadas deberán incluirse en detalles en los diagramas de red y/o eléctricos.

Para poder realizar una topología en anillo utilizando apenas un switch este deberá ser compatible con la tecnología Device Level Ring – DLR, donde el switch va a ser el supervisor de la red responsable por conectar los dispositivos de control. Para fines de conexión con los terminales remotos de adquisición de datos se requiere que el switch sea compatible con el protocolo de red SNMPv3 que es utilizado en la ITAIPU. En la Figura 14 se muestra un ejemplo ilustrativo de una arquitectura DLR. Caso el circuito de medición no pueda ser conectado en anillo, deberá ser conectado al switch directamente, cuya topología deberá ser presentada a la ITAIPU para aceptación.

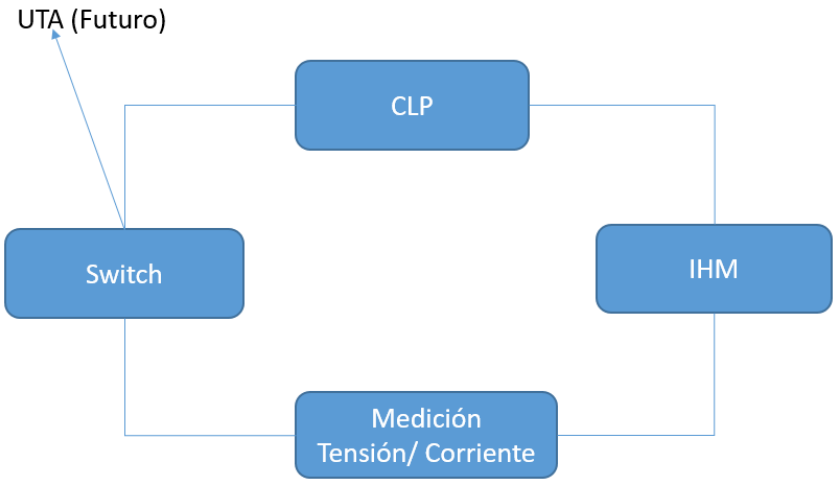

Figura 14 – Topología de red

Los requisitos técnicos para el switch son los siguientes:

Switch	
Protocolo de aplicación	Ethernet/IP, CIP
Número de puertas ópticas	2
Tipo de interfaz óptica	SFP 100/1000Base-X
Número de puertas 10/100BASE-TX	8
Auto-crossing	Si
Auto-negociación	Si
Auto-polaridad	Si
Tipo de puerta	RJ45
Led de estado	Recibimiento de datos
Gerenciamiento	SNMPv3, HTTP, QoS
Device Level Ring	Si
Spanning Tree RSTP	Si
DHCP	Si
BOOTP	Si
Temperatura ambiente (operación)	50 ºC

Grau de protección	IP20
Fijación por riel DIN 35 mm	Si
Alimentación	24 Vcc
Ventilador	No

Tabla 10 - Características del Switch

5.2.4.5 Relés de interfaz

La supervisión de fuentes, relés de tensión, estado del seccionador, disyuntores, contactores y demás componentes internos podrá ser realizado directamente por el PLC. En caso de que no exista esta posibilidad deberán ser utilizados relés de interfaz conectados al PLC. Sin embargo, la supervisión de comandos externos, locales y contactos secos de las instrumentaciones deberá ser realizada vía relés de interfaz con alimentación de bobina en 125 Vcc. Para asegurar la uniformidad del sistema se requiere que todos los relés de interfaz de entrada sean en 125 Vcc, cuyos contactos enviarán los datos necesarios al PLC en 24 Vcc. Se debe tener en cuenta que existen actualmente 24 instrumentos (presostatos, fines de curso, llaves de nivel, comandos externos, etc) con contacto seco que deberán ser supervisados por cada relé de entrada, incluyendo dos relés de entrada para supervisión de tensión de las fuentes de 125 Vcc. Por lo tanto se requiere como mínimo 26 relés de interfaz de entrada, debiendo el CONTRATISTA prever la inclusión de más relés caso sea necesario.

Los relés de interfaz de salida deberán ser todos para alimentación de bobina en 24 Vcc alimentados directamente por el PLC. Sus contactos deberán soportar tensión de conmutación de 24 Vcc y 125 Vcc según el destino de la señal enviada. Se debe tener en cuenta que son enviados 31 señales de estado digital en 125 Vcc o 24 Vcc a la sala de control local de la unidad (ULP y SCADA) y 7 comandos en 125 Vcc para las electroválvulas. Luego se deberá tener en cuenta la inclusión de relés de salida para accionar los contactores principales u otros componentes internos al tablero que lo requieran según la necesidad. Por lo tanto se requiere como mínimo 40 relés de interfaz de salida, debiendo el CONTRATISTA prever la inclusión de más relés caso sea necesario.

Todos los relés de entrada deberán ser del tipo miniatura enchufable para facilitar la sustitución de la bobina sin necesidad de desconectar algún conductor, y deberá admitir conductor con sección nominal de hasta 2,5 mm^2. La conexión del conductor deberá ser a presión del tipo push-in de fácil conexión y/o desconexión mediante uso de herramienta, que soporte las condiciones ambientales indicadas en el ítem 5.1, con margen de tensión de 0,8 a 1,1 veces la nominal, con indicación de estado con LED incorporado, clase de combustibilidad V0.

Todos los relés de salida deberán ser del tipo miniatura enchufable para facilitar la sustitución de la bobina sin necesidad de desconectar algún conductor, y deberá admitir conductor con sección nominal de hasta 2,5 mm^2. La conexión del conductor deberá ser a presión del tipo push-in de fácil conexión y/o desconexión mediante uso de herramienta, que soporte las condiciones ambientales indicadas en el ítem 5.1, con indicación de estado con LED incorporado, clase de combustibilidad V0.

Los relés de interfaz, de entrada y salida, en su mayoría deberán poseer la misma nomenclatura utilizada en el proyecto original, según la función que cumpla.

5.2.4.6 Supervisor de las electroválvulas

Deberá ser previsto la instalación de 4 relés supervisores de las electroválvulas (KSS1, KSS2, KSS3 y KSS4), similar al proyecto original. Estos relés deberán ser electromagnéticos, de acción instantánea con tensión de operación entre 110 a 125 Vcc. Este relé deberá permitir la correcta operación de accionamiento y rearme de cada electroválvula, teniendo en cuenta la corriente de establecimiento y de rearme de la electroválvula y del propio supervisor de válvula, previendo la resistencia limitadora de corriente en el proyecto. El funcionamiento y desempeño será verificado en campo con las válvulas reales y caso necesario la resistencia limitadora deberá ser re-dimensionada y provista por el CONTRATISTA en caso

de funcionamiento desfavorable. Esta resistencia se podría prever inicialmente con las dimensiones al proyecto original de 1,5 kΩ cada una. Los resistores deberán estar fijados y soldados en una placa exclusiva o similar que facilite la inspección y mantenimiento, no siendo permitido la conexión mediante tornillo ni la fijación sin el uso de la placa que pudiera perjudicar la integridad del resistor. Los diodos individuales necesarios también podrán ser instalados en esta placa.

5.2.4.7 Supervisor de tensión de las barras

Se deberá prever la supervisión de tensión para el circuito de 460 Vca y otros dos supervisores de tensión para la entrada de cada circuito de 125 Vcc (batería 1 y 2). Deberán ser todos del mismo modelo para los 18 tableros. Los contactos de estos supervisores deberán ir conectados directo al PLC o por medio del relé interfaz o integrado en la propia lógica del PLC usando el medidor de tensión del ítem 5.2.2.4.

El supervisor de tensión de 460 Vca deberá ser mediante el medidor de tensión especificado en el ítem 5.2.2.4. En la lógica del PLC deberá estar ajustado en 400 V para mínima tensión entre fases y para falta de tensión. El ajuste podrá ser modificado en la pantalla de ajustes del IHM.

Las tensiones de las fuentes principales (batería 1 y batería 2), serán supervisados por el propio relé de interfaz de 125 Vcc, especificado en el ítem 5.2.4.5. La nomenclatura utilizada para el relé supervisor de tensión de la fuente 1 será “VAX” y para la fuente 2 será “VCX”.

5.2.4.8 Botoneras y selectoras

Se debe mantener la misma cantidad y posiciones de pulsadores utilizados actualmente. Para ello se requiere la instalación de 8 pulsadores de formato redondo, contactos 2NA + 2NC como mínimo, grado de protección IP55 como mínimo, que deberán ser fijados en la puerta próximo a la IHM y que serán utilizados para las siguientes funciones:

- Abertura local: “BAL”;
- Parada local: “BPL”;
- Cierre normal (dos pulsadores): “BFV” y “BFV1”;
- Cierre rápido (dos pulsadores): “BFV5” y “BFV2”;
- Abertura excepcional: “BAE”;
- Rearme: “BR”.

También se deben instalar tres llaves selectoras como mínimo, de dos posiciones, grado de protección IP55 como mínimo, que deberán ser fijadas en la puerta próximo a la IHM y que serán utilizadas para las siguientes funciones:

- Selección de abertura normal o excepcional: “CAE”
- Selección de operación normal o prueba: “CTM”
- Fuente principal o fuente secundaria: “CDT”

Las mismas funcionalidades deberán ser previstas en la IHM como respaldo a los pulsadores y selectoras, conforme indicado en el ítem 5.2.4.4.

5.2.4.9 Señalización local

Cada tablero deberá incluir dos señalizadores fijados a la puerta de la estructura de control, uno en color verde y otro en color rojo. El de color verde tendrá la función de indicar que el sistema se encuentra normal y el rojo que se encuentra con defecto de cualquier tipo.

Ambas deberán ser del tipo LED, tensión 125 Vcc, diámetro 22 mm, formato circular, tipo visor plano, monobloque, terminación con anillo frontal termoplástico de color negro.

5.2.5 Tablero de fuerza móvil

El CONTRATISTA deberá montar en fábrica un tablero móvil que tenga capacidad para alimentar un solo motor del sistema.

Este tablero deberá poseer un único disyuntor de fuerza y un contactor para partida directa, que atienda también a las características de los ítems 5.2.2.2 y 5.2.2.3.

Deberá tener incorporado en la puerta pulsadores o llaves selectoras de partida / parada y señalizadores de partida / parada (rojo y verde respectivamente). La tensión de alimentación del circuito de control del contactor y señalizadores queda a criterio del CONTRATISTA, teniendo en cuenta que deberá utilizarse la tensión de entrada en 460 Vca (50 / 60 Hz) y luego transformarla a la tensión de utilización de la bobina del contactor, señalizadores y de los contactos de los pulsadores o llaves de partida / parada.

Deberá preverse la instalación de bornes o barras exclusivas en la parte superior para conectar provisoriamente los conductores de 460 Vca (253 mm^2 indicado en la Tabla 2).

En la salida del circuito, deberá dimensionarse un conductor flexible (clase 4 o 5) con capacidad para alimentar uno de los motores directo en sus bornes dentro de la caja de conexión. Para ello el conductor de salida de este tablero ya deberá tener incorporado el respectivo terminal tipo ojal que pueda conectarse a estos motores. La longitud del conductor de salida deberá ser como mínimo de 5 metros.

Se debe incluir como parte integrante de este tablero, toda la estructura con ruedas que facilite la movilización del tablero y su estabilidad en posición estática.

El dimensionamiento de este tablero y materiales seleccionados debe constar en el Work statement que será elaborado por el CONTRATISTA.

5.2.6 Bancada de prueba para simulación

Deberá ser previsto el montaje de una bancada de pruebas donde se pueda simular todos los accionamientos externos (relé de bloqueo 86M, presostatos, fines de curso, llaves de nivel, etc), la cual deberá accionar los relés de interfaz correspondientes del tablero. No se requiere la simulación de supervisión de tensión ni disyuntores, botoneras o selectoras. El tipo de conexión y conectores será definido por el CONTRATISTA, teniendo en cuenta que dicho conector no debe interferir ni perjudicar la confiabilidad del tablero. Esta bancada estará normalmente desconectado y utilizada únicamente para los ensayos de puesta en marcha tanto en fábrica, como en el local de instalación y futuramente para los ensayos funcionales durante los mantenimientos preventivos. Esta bancada deberá ser única y adaptable a los 18 tableros suministrados. Esta bancada deberá ser bien compacta para facilidad de transporte.

5.2.7 Notebooks y Software del sistema

El CONTRATISTA deberá suministrar una notebook con los recursos y aplicaciones necesarios para el software de configuración del PLC, IHM y demás módulos que requieran del uso de aplicaciones. Cada software deberá ser de la última versión del fabricante, y deberán ser entregados a la ITAIPU completamente instalados y funcionando. Deberá estar en el idioma inglés, portugués o español.

Se solicita que el CONTRATISTA incluya en el manual de operación y mantenimiento los procedimientos para uso de este software, ya sea para instalación, configuración, programación, ajustes, etc.

La notebook deberá tener una pantalla de 15 pulgadas, deberá incluir el mouse, cargador de baterías, cables de comunicación para los componentes, adaptador para toma eléctrica, maletín o mochila de almacenamiento, etc. Deberá tener la última versión de Windows que requiera el software para su funcionamiento con todos los recursos recomendados para el funcionamiento.

Las licencias del software, aplicativos, archivos de programación y/o configuración deberán ya estar incluidas en el suministro para uso sin restricciones por la ITAIPU, que no posean vencimiento de licencia y que no requieran de nuevas renovaciones futuras, para que permita a los personales de mantenimiento realizar cualquier configuración o ampliaciones futuras en el sistema en cualquier instante.

El programa de aplicación del PLC, IHM y otros componentes serán verificados por la ITAIPU para su aprobación antes de la inspección en fábrica. Para ello el CONTRATISTA deberá enviar anticipadamente la notebook con los softwares instalados y los programas ya desarrollados, de manera a que la ITAIPU tenga acceso a la programación para su verificación y aprobación. Para verificación del software el CONTRATISTA deberá enviar también en conjunto los diagramas eléctricos funcionales y lógicos del tablero, para verificación y comparación.

5.3 INSPECCIONES, ENSAYOS Y FISCALIZACIONES DEL SERVICIO

Todos los tableros con sus componentes y accesorios incluidos en el suministro deberán ser sometidos a ensayos e inspecciones en fábrica, de modo que asegure su calidad, desempeño y conformidad con los requisitos contractuales.

5.3.1 Ensayos en Fábrica

El CONTRATISTA será responsable por la ejecución del control de calidad, ensayos e inspección en fábrica programados basándose en el Plan de Inspección y Test (PIT) descrito en el Ítem 5.6.4.

El costo de los ensayos, documentos técnicos, bancada de prueba, y demás recursos necesarios deberá ser incluido en el costo total del suministro.

La fabricación de los tableros será realizada y ensayada por lotes de a 5 unidades y una vez aceptados se podrá liberar el embarque de los mismos hasta la ITAIPU. Para cada lote ensayado será previsto el acompañamiento de la ITAIPU para la liberación del lote correspondiente hasta concluir con los 18 tableros. El tablero móvil, bancada de prueba y los componentes sobresalientes suministrados ya deberán ser ensayados con el primer lote de tableros para su liberación y embarque.

El CONTRATISTA deberá primeramente fabricar un único tablero que será utilizado como referencia para la fabricación de los demás lotes. Este primer tablero será ensayado conforme al ítem 5.3.1 y cualquier alteración necesaria podrá ser replicada a los demás tableros. El primer tablero formará parte del primer lote de entrega junto con los demás 4 tableros. Para cada etapa de inspección la ITAIPU deberá recibir la notificación anticipada para el acompañamiento necesario.

Todos los ensayos deberán ser ejecutados por el CONTRATISTA junto con la presencia del inspector designado por la ITAIPU, a menos que sea liberada por autorización escrita de la ITAIPU.

Debido a que los tableros no poseerán fijados aun su plaqueta de identificación, los mismos deberán ser identificados mediante su número de serie durante estos ensayos.

El CONTRATISTA deberá suministrar a la ITAIPU 1 (una) copia de los boletines con el resultado de todos los ensayos efectuados en cada tablero, rubricados por los inspectores de ITAIPU y aprobados por los responsables del control de calidad.

Únicamente será liberada la inspección en fábrica una vez que todos los documentos requeridos (Work statement, diseños eléctricos y constructivos, lista de materiales, PIT, memorial de cálculo, programación del PLC e IHM, etc.) sean previamente aprobados por la ITAIPU. Una vez aprobado deberá ser acordado entre la ITAIPU y el CONTRATISTA la fecha de inspección con antecedencia de tres semanas antes.

Como mínimo deberán ser realizados los siguientes ensayos en fábrica con acompañamiento de la ITAIPU:

a) Ensayo funcional del circuito y lógica del PLC e IHM en el 100% de los tableros, con simulación de entradas y salidas físicas mediante bancada de prueba a ser montada por el CONTRATISTA conforme solicitado en el ítem 5.2.6. El procedimiento y rutinas a ser

ensayadas será enviado por la ITAIPU según las necesidades de la aplicación y filosofía actual del sistema que servirá para validación de la lógica implementada;

b) Verificación de la instalación de la versión aprobada del software aplicativo en todos los PLCs, IHMs y otros componentes;
c) Ensayo de tensión aplicada (1,5 kV) y resistencia de aislación en todos los conductores y componentes internos de los tableros, conforme norma IEC-61439;
d) Ensayos y verificación de la funcionalidad de la protección térmica y magnética en los disyuntores de fuerza y control;
e) Verificación visual en todos los tableros suministrados, identificaciones, layout, etc., conforme a las documentaciones aprobadas por la ITAIPU;
f) Confirmación de ausencia de superficies y/o bordes cortantes;
g) Verificación y comparación de la lista de materiales con todos los componentes montados en todos los tableros;
h) Verificación de las dimensiones, tamaño de borneras, canaletas y etiquetas de identificación que atiendan a esta especificación;
i) Verificación de las 36 placas de identificación del tablero (CTM-01 al CTM-18) que serán suministradas por separado;
j) Verificación de las dimensiones de los conductores internos;
k) Verificación de las dimensiones de las estructuras, chapas removibles, espacios disponibles internos, conforme al ítem 5.2.1;
l) Ensayo punto a punto de las conexiones en el 100% de todos los tableros siguiendo el diseño funcional aprobado por la ITAIPU;
m) Verificación de la película de pintura en el 100% de los tableros a suministrar, conforme norma NBR-10443;
n) Verificación de la adherencia de pintura en el 100% de los tableros a suministrar, teniendo como criterio mínimo X1Y1 de aceptación, conforme a la norma ABNT NBR-11003;
o) Ensayos de calibración del sistema de medición de tensión y corriente en el 100% de los tableros;
p) Ensayos eléctricos en el transformador auxiliar en el 100% de los tableros;
q) Verificación de la efectividad de aterramiento interno y la instalación de los conectores externos de 70 mm^2 en ambas estructuras;
r) Verificación de la longitud y características técnicas de los conductores que serán conectados entre la estructura de fuerza y control.

En caso de que el CONTRATISTA utilice instrumentos calibrados para los ensayos, el certificado de calibración de cada uno de ellos deberá ser entregado a la ITAIPU para su conocimiento, anexado al PIT.

Todos los ensayos específicos en los componentes deberán ser mediante sus respectivas normas, que serán referenciadas por el CONTRATISTA en el PIT con los resultados esperados.

El inspector designado por la ITAIPU tendrá autoridad para rechazar cualquier ítem del suministro que, al final de los ensayos, no esté de acuerdo con los requisitos especificados. Serán considerados los siguientes criterios en relación con problemas detectados durante los ensayos:

a) Todas las verificaciones y/o correcciones efectuadas deberán ser previamente aprobadas y documentadas por el inspector de la ITAIPU;
b) Una vez implementadas las correcciones, la secuencia de ensayos deberá ser repetida sin cualquier costo para la ITAIPU.

Después de completados los ensayos, el CONTRATISTA deberá enviar a la ITAIPU un documento conteniendo los informes y los certificados de los ensayos ejecutados.

Los equipos y materiales solo podrán ser transportados para el Almacén de la ITAIPU después de su liberación formal por los inspectores designados por la ITAIPU.

Cualquier alteración de proyecto que fuere necesaria durante la inspección en fabrica, deberán ser actualizados en los respectivos documentos que hubiere, que será por cuenta del CONTRATISTA.

5.3.2 Ensayos en Campo

Luego de la recepción de todos los tableros y componentes dentro de la ITAIPU, el sistema deberá ser montado, y puesto en funcionamiento por la ITAIPU, siendo necesaria la puesta en marcha de todas las funcionalidades del sistema. El CONTRATISTA deberá acompañar estos ensayos en las primeras dos unidades generadoras durante las paradas de las unidades. La ITAIPU informara con antecedencia la fecha prevista de parada de la unidad generadora de manera a programar el acompañamiento solicitado. Todos los gastos de alojamiento y traslado hasta la ITAIPU correrán por cuenta del CONTRATISTA. Se resalta que los programas de parada para mantenimiento en algunos casos particulares quedan sujeto a alteración en función a varios factores operativos.

Los ensayos en campo consisten básicamente de una repetición de los Ensayos de Aceptación en la Fábrica (TAF) realizados conforme al PIT, bajo las condiciones de campo reales y específicas, con todas las interfaces conectadas en tiempo real. Estos ensayos deberán ser ejecutados con el sistema y los equipos instalados en sus ubicaciones definitivas y serán iniciados luego de completarse los ajustes necesarios para el funcionamiento adecuado.

Esta fase comprende la verificación del desempeño del equipo y del sistema completamente integrado al Sistema del Proceso en el ambiente real de operación.

Cualquier anormalidad no prevista y detectada en el funcionamiento lógico o falla de algún componente, será adoptado el siguiente procedimiento:

a) La ITAIPU notificará formalmente al CONTRATISTA la ocurrencia, detallando las anormalidades detectadas;
b) El CONTRATISTA deberá providenciar la propuesta de solución junto con la ITAIPU siendo esta última quien deberá analizar para aprobar o rechazar la misma;
c) Una vez aprobada, el CONTRATISTA deberá realizar la corrección del problema en el software durante la puesta en marcha en las dos primeras unidades generadoras o proveer el material para que la ITAIPU realice la sustitución durante el periodo de garantía;
d) La ITAIPU verificará los resultados de las correcciones y emitirá un parecer al respecto en función a los resultados obtenidos.

5.4 WORK STATEMENT

El CONTRATISTA deberá elaborar y someter a la aprobación de la ITAIPU un documento, denominado Work statement, conteniendo la descripción formal y detallada del proyecto, de los equipos, componentes, accesorios, ensayos, verificaciones y demás servicios incluidos en el suministro que quizás no hayan sido incluidos, definidos o aclarados en esta especificación técnica y que sean considerados necesarios para el pleno funcionamiento del conjunto suministrado por el CONTRATISTA.

El Work statement es un documento que, en conjunto con esta especificación técnica, definirá por completo el suministro y servicios a ser realizados, detallando los requisitos específicos, patrones, procedimientos y criterios para la elaboración del proyecto y fabricación. Aquí se deberá relatar como el CONTRATISTA construirá el sistema y lo entregará para instalación, especialmente en los aspectos dejados en abierto a la propuesta del CONTRATISTA. Este deberá ser elaborado usando como referencia esta especificación técnica, incluyendo las propuestas y detalles técnicos sugeridos por parte del CONTRATISTA.

El Work statement deberá ser realizado mediante el formato entregado por la ITAIPU, con su correspondiente numeración de documento, siguiendo el mismo procedimiento para elaboración de documentos del ítem 5.6.

Deberán hacer parte del Work statement, por lo menos, las siguientes informaciones:

a) Descripción de las características técnicas, normas aplicables y cantidades de todos los componentes, accesorios y servicios;
b) Los criterios, modelos, características o informaciones técnicas garantizadas de los conductores internos, de red, componentes y accesorios;
c) Los criterios técnicos adoptados para la elección de los modelos de cada componente que justifiquen su instalación incluyendo todos sus recursos disponibles;
d) Descripción de las normas internacionales que atienden los tableros con referencia a la emisión e inmunidad a interferencias electromagnéticas para las fuentes, PLC e IHM;
e) El proceso de limpieza y de pintura de los tableros eléctricos suministrados;
f) Modelo y características de los conductores de comunicación y control;
g) Detalles del sistema de aterramiento de los tableros y sus accesorios (tipo de material, dimensionamiento, etc) utilizados que atiendan a esta especificación;
h) Especificar el tipo de material de los accesorios como piezas metálicas pequeñas como tornillos, tuercas, arandelas y accesorios no pintados que deben ser resistentes a la corrosión;
i) El dimensionamiento del tablero móvil y materiales seleccionados junto con sus modelos y características;
~~Planilla detallada de precios de todos los componentes y servicios suministrados;~~
j) Detalles de la configuración de los equipos, software a ser suministrado, versión y características adicionales a los requisitos especificados;
k) Características de la notebook suministrada, aplicaciones y requisitos necesarios para el funcionamiento de los softwares;
l) Detalles de todo el programa de entrenamiento a ser aplicado, indicando los recursos de hardware, software y documentos a ser suministrados a los alumnos;
m) Cronograma del proyecto ejecutivo, contemplando el tiempo de ejecución de la fabricación y configuración de los tableros, entrega de documentaciones y archivos de programación, ensayos en fabrica, entrenamiento y transporte hasta el almacén de la ITAIPU;
n) Datos de los gestores del proyecto del CONTRATISTA (nombre, teléfono, correo, dirección de la empresa CONTRATISTA) incluyendo los profesionales quienes acompañarán la puesta en marcha en las dos primeras unidades generadoras.

El CONTRATISTA deberá programar reuniones técnicas con representantes de la ITAIPU para obtener todas las aclaraciones juzgadas necesarias para la preparación del Work statement teniendo como base las informaciones contenidas en su propuesta y en los requisitos técnicos definidos en esta especificación.

El Work statement deberá ser consolidado, aprobado y firmado por los representantes designados de la ITAIPU antes de la fabricación y elaboración del proyecto.

Una vez aprobado el Work statement por parte de la ITAIPU, se libera al CONTRATISTA la elaboración, revisión y actualización de los demás documentos necesarios (planos eléctricos, lógicos y constructivos, memorial de cálculo, PIT, lista de material, manuales, etc.).

5.5 ENTRENAMIENTO

El entrenamiento deberá ser suficiente para capacitar a los técnicos e ingenieros de la ITAIPU en cuanto a la operación, recomendaciones de mantenimiento, configuración, programación, diagnostico, identificación y corrección de fallas, uso de la IHM, simulaciones, etc. Toda la implementación de lógica, método de desarrollo de programación, topología y configuración de redes deberá incluirse como parte del entrenamiento.

Deberá preverse la disponibilidad de todos los recursos para la parte práctica con referencia a todos los componentes utilizados en el proyecto.

El CONTRATISTA deberá considerar que habrá un grupo con 8 alumnos para el curso. Todos los documentos y materiales necesarios deberán ser entregados a cada uno de los alumnos. La carga horaria mínima requerida es de 24 horas útiles.

El CONTRATISTA deberá incluir dentro del Work statement todo el programa y horas necesarias para dictar el curso.

El entrenamiento deberá ser impartido antes de realizar los ensayos de puesta en marcha del primer tablero, ya con todos los documentos aprobados por la ITAIPU.

El entrenamiento deberá ser realizado en las instalaciones de la ITAIPU, siendo que el CONTRATISTA deberá informar de las necesidades para la realización del mismo (necesidad de computadores, instalación de software que será suministrado por el CONTRATISTA para el curso, proyectores, aplicaciones, etc.). Toda aplicación o software que requiera ser instalada para su uso durante el entrenamiento, deberá ser suministrado por el CONTRATISTA.

5.6 DOCUMENTACIÓN

Cualquier anticipación en la fabricación antes de la aprobación por la ITAIPU, referente al Work statement, documentos técnicos y diseños, correrá por cuenta y riesgo del CONTRATISTA. El CONTRATISTA deberá guiarse por el flujo de procesos indicado en el ítem 8 (Anexos).

La lista de piezas de repuesto debe contener la especificación técnica de cada pieza, conforme a lo detallado en el ítem 5.6.3.

La ITAIPU puede requerir documentación adicional para aclarar dudas que puedan surgir del análisis de la documentación enviada.

Los documentos aprobados por la ITAIPU no podrán ser modificados o cancelados sin autorización previa por escrito.

La aprobación de los documentos y datos proporcionados por la ITAIPU no exime al CONTRATISTA de su responsabilidad por todas las obligaciones contenidas en esta Especificación Técnica.

La ITAIPU proporcionará la numeración para la identificación de la documentación enviada y los modelos estandarizados (templates) para los demás documentos, conforme documentación 2710-20-15200-E que será enviada al CONTRATISTA como referencia.

Todos los componentes incluidos en los diagramas deberán constar con un pequeño comentario de la función que cumplen en el sistema, de forma a poder identificarlos con mayor claridad.

El CONTRATISTA deberá declarar su total concordancia con los procedimientos de aprobación de documentos técnicos y planos adoptados por la ITAIPU, inclusive con el significado de cada sello de aprobación.

Junto con todas estas documentaciones, el CONTRATISTA también deberá entregar a la ITAIPU los certificados de ensayos de los conductores en cuanto a las emisiones de gases y extinción del fuego, ensayos de cortocircuito del tablero, grado IP y factor IK como mínimo, referenciando las normas aplicadas con los resultados obtenidos.

Todos los documentos y archivos de programación y/o configuración referentes a esta especificación se convertirán en propiedad de la ITAIPU y sus costos deberán estar incluidos en el precio del CONTRATISTA.

Todos los planos e informaciones presentadas y liberadas serán parte del suministro y no deberán ser modificadas sin previo consentimiento por escrito de los representantes designados por la ITAIPU.

El suministro deberá ser efectuado de acuerdo con los planos liberados por la ITAIPU o por sus representantes designados. El CONTRATISTA será responsable por el material adquirido y por el trabajo realizado basado en los planos no liberados por la ITAIPU.

Todos los planos deberán ser elaborados en formato compatible con el software AutoCAD, versión 2010, o superior. Los nuevos diseños y esquemas correspondientes deberán ser en tamaño A3.

Todas las cuestiones de derechos autorales de la documentación requerida para atender los requisitos de esta especificación son de entera responsabilidad del CONTRATISTA.

El CONTRATISTA deberá suministrar la documentación completa que contenga como mínimo:

a) Manuales de operación, mantenimiento y configuración del tablero;
b) Esquemas dimensionales y constructivos;
c) Diagramas eléctricos unifilares, funcionales y lógicos;
d) Lista de materiales instalados;
e) Lista de piezas sobresalientes;
f) Plan de inspección y test (PIT);
g) Memorial de cálculo;
h) Certificados de ensayos de los conductores en cuanto a las emisiones de gases y extinción del fuego, ensayos de cortocircuito del tablero, grado IP y factor IK como mínimo, referenciando las normas aplicadas con los resultados obtenidos;
i) Work statement;
j) Data book.

5.6.1 Manual de Operación, Mantenimiento y Configuración

El manual de operación, mantenimiento y configuración deberá ser entregado a la ITAIPU posterior a la aprobación del Work statement, en función a las características del proyecto, en donde la ITAIPU analizará el mismo para aprobación o no del mismo.

Una vez aprobado este documento será utilizado como base para el curso dictado por el CONTRATISTA a la ITAIPU.

Este manual debe contener como mínimo las recomendaciones, instrucciones y procedimientos para la operación y mantenimiento del nuevo tablero, que incluyan como mínimo las formas de configuración, método de programación aplicado, ajustes y programación de los componentes instalados, navegación y recursos de los componentes, lista de eventos y fallas posibles que pudiera indicar la IHM de la central con su correspondiente significado e instrucciones o procedimientos a realizar. También se debe incluir la recomendación de transporte y seguridad para el izamiento del conjunto.

Cualquier recomendación o error encontrado en el manual durante el curso o posterior a la puesta en marcha será notificado por la ITAIPU al CONTRATISTA para su posterior corrección a cuenta del CONTRATISTA.

5.6.2 Planos eléctricos y constructivos

El CONTRATISTA deberá elaborar nuevos planos en función al proyecto realizado. Estos deberán ser entregados posteriormente a la aprobación del Work statement.

Una vez aprobado todos los planos se libera al CONTRATISTA para la fabricación y montaje de los tableros. Los documentos que liberan la fabricación de los tableros son los diagramas unifilares, multifilares, funcionales, lógicos, constructivos y dimensionales, lista de materiales instalados, layout y memorial de cálculo.

La lista de materiales debe contener los detalles de cada material con sus características técnicas, incluyendo marca y modelo de cada componente y accesorios. Esta lista es independiente a la lista de sobresalientes, ya que en este documento se deberá detallar todos los materiales utilizados dentro del tablero.

En los diagramas lógicos se deberán anexar las tablas de variables que indiquen la relación de entradas y salidas utilizadas con los mnemónicos asignados en el software. La simbología de este documento podrá ser por medio de diagrama de bloques lógicos.

Todo el direccionamiento IP y configuración de red y sub-red asignado para la comunicación entre el PLC, switch, IHM y los demás componentes deberán estar incluidos dentro del diagrama eléctrico, con la topología de red adoptada con los detalles de las conexiones.

El CONTRATISTA en conjunto con estos planos, deberá enviar los programas de aplicación del software desarrollado para verificación, comparación y validación por la ITAIPU.

5.6.3 Lista de piezas sobresalientes y suministros

Adicionalmente a los 18 tableros se solicita el suministro de materiales sobresalientes que deberán ser entregados a la ITAIPU junto al primer lote de transporte en las cantidades solicitadas a continuación:

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD SOLICITADA
DISYUNTOR DE FUERZA (ítem 5.2.2.2)	2
INTERRUPTOR SECCIONADOR (ítem 5.2.2.1)	1
CONTACTOR (ítem 5.2.2.3)	2
TRANSFORMADOR 460 / 220 V (ítem 5.2.2.5)	1
PLC (ítem 5.2.4.4)	2
IHM (ítem 5.2.4.4)	2
MÓDULOS DE ENTRADA (ítem 5.2.4.4)	2
MÓDULOS DE SALIDA (ítem 5.2.4.4)	2
RELES DE ENTRADA 125 Vcc (ítem 5.2.4.5)	6
RELES DE SALIDA 24 Vcc (ítem 5.2.4.5)	6
FUENTE 125 / 24 Vcc (ítem 5.2.4.1)	2
FUENTE 460 Vca / 125 Vcc (ítem 5.2.4.3)	3
FUENTE 460 Vca / 24 Vcc (ítem 5.2.4.2)	2

Tabla 11 – Lista de materiales sobresalientes a suministrar

El CONTRATISTA deberá además elaborar una lista completa de piezas de repuesto, incluyendo los materiales solicitados arriba y otros materiales sugeridos teniendo en cuenta los siguientes puntos:

a) Los materiales deberán ser intercambiables, pudiendo sustituir o ser sustituidas unas por otras sin presentar defectos de operación, mantenimiento y/o modificaciones de proyecto;
b) Deberán ser idénticas a las correspondientes piezas originales instaladas en los respectivos equipamientos. Las tolerancias dimensionales y funcionales de las partes individuales deberán ser tales que permitan la intercambiabilidad entre componentes similares de los equipamientos;
c) Deberán ser fabricadas de la misma forma que lo son las piezas originales, en cuanto a lo que se refiere a materiales, procesos de fabricación, ensayos e inspección.

La lista para repuestos será sometida a aprobación por parte de la ITAIPU y deberá contener como mínimo las siguientes informaciones:

a) Modelo/Referencia del fabricante;
b) El fabricante;
c) Descripción detallada de cada material que compone el conjunto y subconjunto, kits, juegos (si lo hubiere);
d) Unidad de medida del material;
e) Cantidad total utilizada por equipo;
f) Cantidad de piezas de repuesto para garantizar el correcto funcionamiento del equipamiento por un periodo de por lo menos 20 años;
g) Fotografía que identifique la pieza.

Utilizar la siguiente tabla como referencia para indicar las principales características de los materiales sobresalientes sugeridos.

ITEM	REF. DEL FABRICANTE	FABRICANTE	DESCRIPCIÓN	UNIDAD DE MEDIDA	CANT. INSTALADA	CANT. PARA REPUESTO	FOTO DE MATERIAL
1							
2							
3							

Tabla 12 - Lista de materiales sobresalientes sugeridos

5.6.4 Plan de inspección y test

El CONTRATISTA debe preparar y someter a la aprobación de la ITAIPU los procedimientos e instrucciones con los detalles de la ejecución de cada ensayo a ser realizado en la fábrica conforme normas vigentes y según lo indicado en el ítem 5.3.1. Los procedimientos e instrucciones deben ser estructurados bajo la forma de plan de inspección y test individuales (PIT) para cada tablero a ser ensayado. Este documento PIT debe contener, como mínimo, las siguientes informaciones:

1. Identificación del ítem a ser ensayado;
2. Descripción de todas las fases o actividades a ser ejecutadas, conforme indicado en el ítem 5.3.1;
3. Descripción de cada escenario de ensayo, disposición de los componentes, simuladores, herramientas de hardware y software y accesorios utilizados en los ensayos;
4. Certificados de calibración de todos los instrumentos a utilizar;
5. Criterios de evaluación y resultados esperados citando las normas de referencia;
6. Otras informaciones relevantes para el ensayo considerado.

El CONTRATISTA deberá someter a la aprobación de la ITAIPU el plan de inspección y test (PIT) para los tableros.

La ITAIPU se reserva el derecho de, sin cualquier encargo o alteración de las obligaciones contractuales, efectuar alteraciones, inclusiones, supresiones o alteraciones en el Plan de Inspección y Test (PIT) que será entregado al CONTRATISTA para aprobación.

Este plan es indispensable junto con los demás documentos para realizar la inspección en fábrica.

5.6.5 Memorial de cálculo

El memorial de cálculo es un documento en donde se detallan todos los criterios técnicos, justificativas y normas utilizadas para el dimensionamiento y selección de todos los componentes utilizados para el suministro. Este debe ser entregado junto con los demás planos y ser coherente a las informaciones contenidas en cada documento. El memorial de cálculo es indispensable para permitir aprobar los demás documentos del proyecto.

El memorial debe contener como mínimo las siguientes informaciones:

a) Corriente nominal o de proyecto;
b) Corriente nominal de corta duración Icw (1 s) declarada para el tablero;
c) Dimensionamiento de conductores internos;
d) Detalle de las cargas a ser alimentadas para cada circuito (para cada electroválvula considerar un consumo de 33 W en régimen permanente);
e) Dimensionamiento de las fuentes de alimentación;

f) Dimensionamiento de los disyuntores de protección de fuerza y auxiliares;
g) Anexo de las curvas de disparo de los disyuntores, curva de conductores y de los demás componentes que se consideren necesarios para el dimensionamiento.

5.6.6 Procedimiento para aprobación de documentos

La ITAIPU indicará al CONTRATISTA todo lo relacionado al uso del sistema informático de gestión de archivos técnicos (SATedms) de la ITAIPU. Este sistema es un gestor de todos los archivos y documentos que son propiedad de la ITAIPU.

La ITAIPU entregará los templates para elaboración de los nuevos documentos solicitados. El CONTRATISTA a medida que vaya concluyendo con las documentaciones deberá enviar vía SATedms a la ITAIPU, en donde el documento enviado pasará por un flujo de revisiones por parte de los gestores de la ITAIPU quienes podrán devolver al CONTRATISTA con el siguiente status:

a) No Aprobado;
b) Aprobado con comentarios;
c) Aprobado.

Las condiciones “Aprobado” y “Aprobado con comentarios” autorizan al CONTRATISTA a proceder a la fabricación de los componentes representados por los planos, desde que sean consideradas las correcciones indicadas y/o descritas en la carta de devolución.

La ITAIPU podrá notificar al CONTRATISTA por carta externa al respecto de la liberación de planos. Cualquier fabricación realizada antes de la recepción de la notificación autorizando la misma (planos liberados para fabricación) será de entera responsabilidad del CONTRATISTA.

Todos los planos y datos enviados y liberados son considerados parte del contrato y no podrán ser modificados sin el consentimiento por escrito de ITAIPU.

Todo el suministro y fabricación deberá ser ejecutado de acuerdo con los planos liberados por la ITAIPU. La liberación de planos e informaciones por ITAIPU no eximirá al CONTRATISTA de sus responsabilidades en el proyecto y fabricación de los equipos de acuerdo con esta especificación. El hecho de llamar la atención del CONTRATISTA sobre algunos errores u omisiones no hará a la ITAIPU responsable por la corrección de características u otras omisiones.

5.6.7 Data Book

El CONTRATISTA deberá entregar un documento denominado data book, que contendrá todos los datos técnicos (data sheet), manuales, u otras informaciones relevantes para cada componente suministrado.

Este documento podrá ser entregado a la ITAIPU posterior a la aceptación en fábrica y hasta antes del montaje del nuevo tablero en la segunda unidad generadora.

Posterior a la entrega, la ITAIPU analizará el documento para aprobación y solicitará al CONTRATISTA la inclusión de informaciones adicionales caso sea necesario.

5.7 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

Los componentes deberán ser acondicionados de forma que les sea asegurada su integridad, en cualquier condición de proximidad con otras cargas, manoseo y transporte.

Los embalajes deberán ser confeccionados de forma a proteger a los componentes, contra rupturas, averías, perforaciones, efectos del clima tropical húmedo y atmósfera salina, durante todo el tiempo que sea necesario para el transporte desde la fábrica y el destino final de los mismos.

Todos los gastos y responsabilidades de transporte, del punto de expedición hasta la Central Hidroeléctrica de ITAIPU serán por cuenta del CONTRATISTA, que deberá preparar los equipos para expedición en embalaje adecuado al transporte.

El CONTRATISTA deberá preparar todos los documentos necesarios para la expedición, suministrando lista de embalajes, siendo que cada volumen deberá contener una lista individual de su contenido.

Cualquier daño o pérdida ocurridos durante el transporte o almacenamiento causados por embalajes inadecuados o defectuosos serán de responsabilidad del CONTRATISTA.

Los tableros deberán ser entregados y fabricados en lotes de a 5 unidades. La entrega de cada lote deberá ser a cada 3 meses contados a partir de la entrega del lote anterior hasta la entrega total de los 18 tableros. En la primera entrega junto con el primer lote se debe incluir al tablero móvil, bancada de simulación, las 36 placas de identificación de los tableros y todos los componentes sobresalientes.

La notebook deberá ser entregada antes del primer lote, para que pueda ser utilizada en la revisión del programa desarrollado, junto con los demás documentos entregados.

5.8 CONCLUSIÓN Y ACEPTACIÓN

La ITAIPU solamente considerará aprobados y aceptados los servicios y suministros, luego de la ejecución de la puesta en marcha en las primeras dos unidades generadoras, con resultados satisfactorios y entrega de toda la documentación requerida. Cualquier necesidad de corrección del software y/o aplicativos, el CONTRATISTA deberá suministrar todo el apoyo técnico necesario sin costo extra para la ITAIPU, y en caso de fallas de componentes el CONTRATISTA deberá reponer sin costo a la ITAIPU durante el tiempo de garantía contractual.

6 LOCAL DE EJECUCIÓN DEL SERVICIO

El local del servicio de acompañamiento de la puesta en marcha, conforme indicado en el ítem 3.2d, será en las instalaciones de la ITAIPU, en la presa principal, cota 214,00 metros.

El local del entrenamiento, conforme indicado en el ítem 3.2e será en la sala de entrenamientos de la ITAIPU.

7 TIEMPO DE EJECUCIÓN DEL SERVICIO / TIEMPO DE SUMINISTRO

Se debe tener en cuenta que los trabajos de puesta en marcha final realizados por la ITAIPU serán durante la parada por mantenimiento preventivo de cada unidad generadora, con 7 días útiles de trabajo en campo. Durante este periodo el CONTRATISTA, en caso de necesidades deberá dar el apoyo técnico en cuanto al hardware y software implementado en las dos primeras unidades generadoras.

En caso de alteración de lógica en el software, el CONTRATISTA deberá dar el apoyo necesario para implementar e instalar el mismo programa en los demás tableros de las demás unidades generadoras, antes de la parada de máquina y puesta en marcha.

8 ANEXO

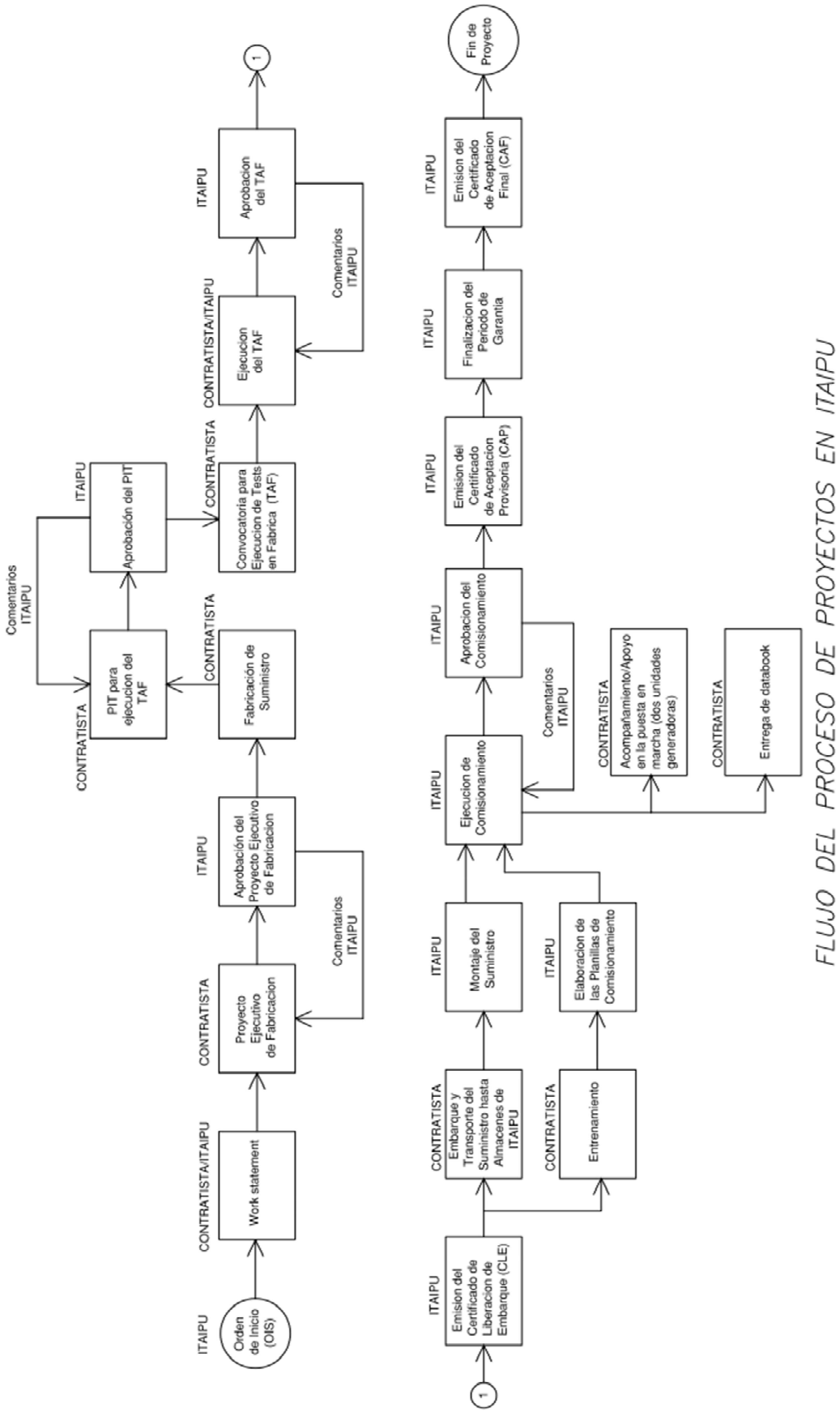

Figura 15 – Flujo del proceso de proyectos en ITAIPU