

Nº	DESCRIPCIÓN	REVISOR(ES)	APROBACIÓN	FECHA	
REVISIONES					
<div></div>					
EMISIÓN INICIAL		<div>SUBESTACIÓN MARGEN DERECHA</div> <div>INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA Y ELECTRÓNICA</div> <div>CAPÍTULO 01</div> <div>ADQUISICIÓN DE TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTOS DE FACTURACIÓN 500kV</div> <div>TRANSFORMADOR DE POTENCIAL CAPACITIVO 550kV</div>			
ÁREA RESPONSABLE					
EN.DT					
SUPERINTENDENCIA DE INGENIERÍA					
DIRECCIÓN TÉCNICA					
PROYECTO/AUTORÍA		<div>ESPECIFICACIÓN TÉCNICA</div>			
artetaro					
VERIFICACIÓN					
ngiret/jacsonra					
APROBACIÓN					
rodricha / jrsilva					
FECHA	CONTROL DEL EMISOR	FORMATO	CÓDIGO DE ITAIPU	PÁGINA	REVISIÓN
29/06/2022	-	A4	6462-20-15201-E	1	R0

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
2	OBJETIVO	1
3	ALCANCE DEL SUMINISTRO.....	1
3.1	MATERIALES Y SERVICIOS INCLUIDOS EN EL SUMINISTRO	1
3.2	MATERIALES Y SERVICIOS NO INCLUIDOS EN EL SUMINISTRO	2
4	CRITERIOS TÉCNICOS.....	2
4.1	GENERAL.....	2
4.2	CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES	2
4.3	CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	3
4.4	DETALLES CONSTRUCTIVOS	4
4.4.1	General.....	4
4.4.2	Divisor capacitivo de potencial	5
4.4.3	Unidad electromagnética	5
4.4.4	Cuerpo aislante	5
4.4.5	Aceite aislante	6
4.4.6	Gabinete Metálico	6
4.4.7	Corrosión.....	7
4.5	REQUERIMIENTOS DIMENSIONALES	8
4.6	COMPONENTES.....	9
4.6.1	Terminales y conectores de alta tensión.	9
4.6.2	Caja común de terminales de baja tensión.....	10
4.7	REPUESTOS Y HERRAMIENTAS.....	10
4.8	PLACA DE IDENTIFICACIÓN	11
4.9	ENSAYOS	11
4.9.1	General.....	12
4.9.2	Plan de Inspección y Test (PIT)	12
4.9.3	Ensayos de Tipo.....	13
4.9.4	Ensayos de Rutina	14
4.9.5	Ensayos en el material de la envolvente externa (housing)	15
4.10	DOCUMENTOS A SER SUMINISTRADOS POR LA CONTRATISTA	15
4.10.1	Documentos técnicos básicos	15
5	EMPAQUE, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE.....	16
5.1	LUGAR DE ENTREGA DE LOS EQUIPOS	16
5.2	PLAZOS DEL SUMINISTRO	16
6	REFERENCIAS COMPLEMENTARIAS.....	16
7	ANEXOS.....	17
	ANEXO I - DISEÑOS VARIOS	17

1 INTRODUCCIÓN

Conforme a la "Sistemática para tratamiento del Sistema de medición de energía para fines de facturación", de las cuales son signatarias ANDE, ITAIPU y ELECTROBRAS, cada empresa debe contar con un sistema independiente de medición de energía eléctrica para fines de facturación, en todas las líneas de interconexión.

En vista de lo anteriormente expuesto, y a la reciente Ampliación del Patio 500kV de la SEMD en los bays de las LT 500kV SEMD-YGU 1, LT 500kV SEMD-YGU 2 y la LT 500kV SEMD-VH1, se propone la adquisición de TPC's de facturación de 550kV que serán conectados al sistema de medición y facturación de la ITAIPU.

2 OBJETIVO

El objetivo de la presente Especificación Técnica es proveer información y definir los requisitos de proyecto, elaboración de documentos técnicos, fabricación, ensayos y transporte para la adquisición y suministro de 10 (diez) transformadores de potencial capacitivo de 550 kV/50 Hz con aislamiento externo polimérico para fines de facturación.

3 ALCANCE DEL SUMINISTRO

3.1 MATERIALES Y SERVICIOS INCLUIDOS EN EL SUMINISTRO

- 10 (diez) Transformadores de Potencial Capacitivo idénticos, 550kV, 50Hz, con aislamiento polimérico, para conexión fase-tierra, diseñados para utilización en facturación de energía con 3 (tres) bobinados secundarios, completos con todos sus componentes y accesorios en conformidad con lo especificado en el ítem 4 de esta especificación.
- 6 (seis) cajas comunes de terminales, conteniendo los bornes de conexión de los circuitos secundarios de los Transformadores de Potencial Capacitivo, conforme ítem 4.6.2 de esta especificación.
- 10 (diez) unidades de conectores tipo recto, para conexión de conductores a la terminal placa del primario de los TPC, conforme ítem 4.6.1 de esta especificación.
- 20 (veinte) unidades de conectores espaciadores para dos conductores AAC 4000 MCM, conforme ítem 4.6.1 de esta especificación.
- 20 (veinte) unidades de conectores recto tipo apernado para conexión de puesta a tierra del TPC, conforme ítem 4.6.1 de esta especificación.
- 20 (veinte) unidades de conectores de derivación en "T", para conductores AAC 4000 MCM pasante y en derivación, conforme ítem 4.6.1 de esta especificación.
- 10 (diez) bases metálicas de adaptación incluida la memoria de cálculo de diseño, en conformidad con ítem 4.5 (si fuere necesario y/o aplicable).

	ADQUISICIÓN DE TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTOS DE FACTURACIÓN 500kV
EN.DT	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL CAPACITIVO 550kV

- 1 (un) conjunto de repuestos, herramientas, dispositivos especiales y accesorios para la instalación y mantenimiento de los transformadores de potencial capacitivo (si fuere necesario y/o aplicable) conforme ítem 4.7 de esta especificación.
- Elaboración y entrega de documentos técnicos del suministro, conforme a los requisitos del ítem 4.10 de esta especificación.
- Inspecciones y ensayos en fábrica de los TPC, conforme a los requisitos del ítem 4.9 de esta especificación.
- Empaque y transporte adecuado desde el local de fabricación hasta el almacén de la ITAIPU, conforme al ítem 5 de esta especificación.

3.2 MATERIALES Y SERVICIOS NO INCLUIDOS EN EL SUMINISTRO

- Instalación y puesta en servicio de los equipos
- Interconexiones eléctricas con otros equipos, existentes o proveídos por terceros.

4 CRITERIOS TÉCNICOS

4.1 GENERAL

El layout de los equipos y componentes debe permitir fácil acceso para montaje y desmontaje, así como también para ensayos, mantenimientos y reparaciones.

Todos los equipos y componentes utilizados deben ser estandarizados y aquellos del mismo tipo deben ser física y eléctricamente intercambiables.

Todos los materiales, equipos y componentes deben ser nuevos y de buena calidad comprobada, sin defectos, fallas o imperfecciones. Estos deben ser de clase y grado de protección adecuados para su aplicación, en cumplimiento con las más recientes buenas prácticas de ingeniería.

Los TPCs a ser suministrados serán utilizados para medición de facturación de energía.

Las líneas de transmisión donde los Transformadores de Potencial Capacitivos serán instalados no disponen sistemas de onda portadora Carrier, por lo tanto, los TPCs deben ser suministrados sin los componentes para esta función.

El diseño, fabricación y ensayo de los TPCs deben estar de acuerdo con las versiones más recientes de las normas IEC 61869-1 e IEC 61869-5

4.2 CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES

Los TPC's a ser suministrados deberán ser adecuados para operar y soportar las condiciones ambientales descritas en la Tabla 1.

Tabla 1 - Condiciones ambientales en el lugar de instalación de los TPC's

Clima	Subtropical
Precipitación media anual	1900 mm
Amplitud de temperatura ambiente en la región	-3 °C a +42 °C
Temperatura media diaria no superior a	33 °C
Elevación sobre el nivel del mar	< 1000 m
Velocidad máxima del viento	172 km/h
Grado de polución	Nivel III
Densidad de descargas atmosféricas	10 rayos/km ² (100 días/año)
Radiación solar máxima	520 W/m ²

4.3 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

Los TPC's deberán tener las características descritas en la Tabla 2, las cuales deben ser consideradas como requisitos mínimos.

Tabla 2 -Características técnicas mínimas

Tipo	Instalación en subestación externa, aislamiento polimérico
Máxima tensión de servicio (fase-fase - valor rms)	550 kV
Factor de sobretensión (continuo/30s)	1,2 / 1,5
Frecuencia nominal asignada	50Hz
Tipo de sistema	Neutro sólidamente puesto a tierra
Número de bobinados secundarios	3
Relaciones de Transformación	2500/4500:1 (todos los bobinados)
Tensión nominal primaria (fase-tierra - valor rms)	498/√3 kV
Tensiones nominales secundaria	110,66 y 115/√3 V
Conexión de los bobinados secundarios	Estrella con puesta a tierra
Nivel de corto circuito en el local de instalación para esfuerzos dinámicos	110 kA (valor de cresta)
Nivel de corto circuito en el local de instalación	63 kA
Nivel de aislamiento fase-tierra (lado de alta tensión): * - Tensión nominal soportable a impulso atmosférico (BIL - valor de cresta) - Tensión nominal soportable a impulso de maniobra, húmedo, (BSL) - Tensión nominal soportable a frecuencia industrial, seco, durante 1 minuto (valor rms)	1800 kV 1300 kV 680 kV
Máximo nivel de descarga parcial con tensión de $1,2 \cdot \frac{U_m}{\sqrt{3}} = 381\text{kV}$ aplicada (valor rms, fase-tierra)	5pC
Nivel nominal de aislamiento fase-tierra y entre bobinas del lado de baja tensión, a la frecuencia industrial, durante 1 minuto (valor rms)	3 kV
Nivel máximo de tensión de radio interferencia a 350kV aplicado (valor rms, fase-tierra)	2500 μV
Mínima distancia de la línea de fuga	12200 mm

Desvío máximo de medición a $\pm 1\%$ de la frecuencia asignada y 25-100% de la carga asignada, para el devanado 3 de Medición de Facturación.	$\pm 0,2\%$ (relación de tensión) y ± 10 minutos (relación angular)
Carga asignada, sobre la cual la precisión es especificada a factor de potencia=0,8 inductivo, para el devanado 3 de Medición de Facturación.	10 VA
Potencia Térmica a tensión nominal y factor de potencia =1,0, para el devanado 3 de Medición de Facturación.	100 VA
Desvío máximo de medición a $\pm 1\%$ de la frecuencia asignada y 25-100% de la carga asignada, para los devanados 1 y 2.	$\pm 0,5\%$ (relación de tensión) y ± 20 minutos (relación angular)
Carga asignada, sobre la cual la precisión es especificada a factor de potencia=0,8 inductivo, para los devanados 1 y 2.	100 VA
Potencia térmica mínima a tensión nominal y factor de potencia=1,0; para los devanados 1 y 2.	100 VA
Carga de precisión simultánea a factor de potencia=0,8 inductivo	200 VA
Potencia térmica simultánea mínima a tensión nominal y factor de potencia=1,0	300 VA
Capacitancia Mínima Total (C_r)	4000 pF
Resistencia mecánica mínima en el terminal primario en cualquier dirección	1500 N
Color/material del aislamiento	gris / goma de silicona

- * Tanto el procedimiento para la condición “húmedo” como los ensayos de impulso, deberán seguir la norma IEC 60060-1; y para los ensayos de impulso, adicionalmente debe ser observada la IEC 61869-5.

4.4 DETALLES CONSTRUCTIVOS

4.4.1 General

Los TPCs deben ser herméticamente sellados, auto portante, montados verticalmente y adecuados para instalación a intemperie, encima de una base de hormigón armado ya existente.

Los TPCs deben ser formados por uno o más capacitores encapsulados en aislamientos (columna) polimérico, acoplados y formando una pieza única.

Tornillos y tuercas sujetas a corrosión, donde se pudieran realizar ajustes o remociones, deben ser de acero inoxidable.

La polaridad de todos los bobinados debe ser claramente marcada en cada equipo.

Cada equipo debe contener un divisor capacitivo de tensión y una unidad electromagnética, un terminal de alta tensión, un terminal intermediario y dos terminales de puesta a tierra.

La unidad electromagnética debe ser independiente de la unidad capacitiva y preferencialmente, con conexiones externas entre ellas.

Los capacitores con aislamiento polimérico deben ser montados en serie, por encima del gabinete metálico que contiene a la unidad electromagnética.

El TPC debe ser diseñado y construido para soportar sin daño, cuando energizado a tensión nominal, los efectos mecánicos, eléctricos y térmicos de un cortocircuito externo en el bobinado(s) secundario con duración de 1 segundo.

4.4.2 Divisor capacitivo de potencial

El divisor capacitivo de potencial debe estar formado por una o más unidades capacitivas encapsuladas en aisladores poliméricos (columna), todas acopladas formando una pieza única. Cada aislador (columna) tendrá un gancho o elemento similar que permita el izamiento.

Cada columna o capacitor unitario será compuesto por láminas de aluminio enrolladas, aisladas con papel y/o una película impregnada en aceite aislante de alta calidad dieléctrica u otro fluido aislante libre de PCB (bifenilos policlorados), con contactos eléctricos para conexión en serie, herméticamente encerrados en un cuerpo polimérico. Estos contactos deben soportar los esfuerzos de sobretensión y transitorios de corto circuitos debidos a la pérdida del capacitor.

El papel y/o película utilizada deberá ser de calidad uniforme y con elevada soportabilidad a las variaciones de temperatura.

Cada unidad capacitiva debe ser herméticamente sellada y contener, un indicador del nivel de aceite compuesto con materiales resistentes a las acciones de la intemperie y rayos UV, además de poseer internamente una membrana para absorber las variaciones del volumen de aceite, causadas por las variaciones de temperatura. Puede ser utilizado un gas inerte comprimido para este propósito.

4.4.3 Unidad electromagnética

La unidad electromagnética debe comprender el transformador de potencial, la reactancia en serie, la cuchilla de puesta a tierra y los dispositivos para protección del transformador, todos instalados dentro de un gabinete metálico.

El transformador de potencial debe ser conectado al terminal intermediario (o de acoplamiento) del divisor capacitivo de tensión y deben tener tres devanados secundarios y los dispositivos necesarios para prevenir las oscilaciones de ferorresonancia sostenidas, debiendo ser estos alojados preferencialmente en el gabinete metálico del TPC, para permitir el fácil acceso y eventual sustitución de componentes.

El transformador de tensión debe poseer un blindaje electrostático entre los bobinados de alta y baja tensión, adecuado para prevenir daños en el caso de sobretensiones que pueden surgir bajo condiciones transitorias.

Se deberá prever dispositivo para verificación de nivel de aceite aislante el cual deberá indicar si el nivel de aceite se encuentra dentro del rango de operación normal, durante la operación.

4.4.4 Cuerpo aislante

El material que compone el cuerpo aislante de la columna del divisor capacitivo de tensión deberá ser del tipo FRP (Fiber Reinforced Plastic), cumpliendo los requerimientos especificados en la versión más reciente de la norma IEC 61462 en su versión más reciente.

La envoltente externa (housing) de la columna, que rodea al material compuesto FRP, deberá ser de goma de silicona (Polisiloxano Metil Vinílico con aditivos) tipo HTV (Hight Temperature Vulcanising), color gris, libre de EPDM (Etileno Propileno Dieno tipo M) y otras gomas orgánicas, en conformidad con la norma IEC 62217 en su última versión, siendo resistente a la formación de caminos de descarga superficial de banda seca, a la erosión eléctrica, a las radiaciones ultravioletas, a los efectos del ozono y de las descargas corona. Deberá poseer resistencia al desgarro mayor que 8 N/m basado en la norma ISO 34-1, con una fuerza de adherencia en la interfaz con el cuerpo aislante compuesto, superior al valor de resistencia al desgarro. También deberá poseer alta hidrofobicidad, clasificada como tipo HC1 de acuerdo con la norma IEC TS 62073 en su última versión.

La goma de silicona deberá soportar un arco eléctrico de baja intensidad durante más de 180 segundos bajo las condiciones indicadas en la norma IEC 61621. También deberá ser resistente

a la llama, siendo categorizado como tipo V-0 de acuerdo con la norma IEC 60695-11-10 o tener LOI (Limiting Oxygen index) superior a 25% según la norma ASTM D2863.

La columna aislante debe construirse en un solo cuerpo, sin empalmes o bridas intermedias. La envolvente externa de goma de silicona deberá garantizar total protección del cuerpo aislante compuesto en cuanto al ingreso de humedad, el diseño y formato de las aletas deberá ser proyectado de manera a cumplir mínimamente con la distancia de línea de fuga indicada en el ítem 4.3. Las bridas deben ser directamente fijadas en las extremidades del cuerpo aislante, confeccionadas en material metálico inoxidable o con galvanización en caliente según la norma ISO 1461, con una capa mínima de espesor de 75 μm .

4.4.5 Aceite aislante

El aceite utilizado en la unidad electromagnética debe ser nafténico tipo A, nuevo, apto para su uso en equipos de alta tensión, y debe cumplir las características de referencia indicadas en la última versión de la norma IEC 60296. El cumplimiento de las características indicadas en la citada norma deberá acreditarse mediante certificado de análisis y origen facilitado por el fabricante y/o suministrador del lote de aceite utilizado, en particular deberán acreditarse explícitamente los siguientes requisitos:

- Ausencia de DBDS, medido por el método IEC 62697-1;
- Ausencia de PCB, medida por el método IEC 61619;
- Ausencia de azufre corrosivo o potencialmente corrosivo, medida por los métodos IEC 62535 y DIN 51353.

Las unidades capacitivas de los equipos deberán ser suministradas con aceite sintético nuevo, no regenerado, siguiendo estrictamente los requisitos de la norma IEC 60867 (en su última versión), y el contratista deberá acreditar su tipo y cumplimiento de las características mínimas mencionadas en dicha norma mediante certificado de análisis y origen proporcionado por el fabricante y/o proveedor del lote de aceite. El certificado debe expresar la ausencia de PCB en el lote de aceite utilizado.

Durante las pruebas de aceptación en fábrica (TAF), de conformidad con la norma IEC 61869-5, deben realizarse análisis físico-químicos del aceite mineral aislante de la unidad electromagnética, que deben cumplir los requisitos de la última versión de la norma IEC 60422. En particular, deberán comprobarse los siguientes requisitos

- Rigidez dieléctrica mínima (medida por el método IEC 60156): $\geq 70\text{kV}$;
- Concentración máxima de agua a 20°C (medida por el método IEC 60814): $\leq 10\text{ppm}$;

También en cumplimiento de la norma IEC 61869-5, los análisis de gases disueltos en aceite (DGA - Gas Dissolved Analysis) deben realizarse de conformidad con las normas IEC 60475 (toma de muestras) e IEC 60567 (análisis, concretamente por el método Headspace), en sus versiones más recientes. Como alternativa a la IEC 60567, puede utilizarse el método C de la ASTM D3612 para el análisis DGA.

La ITAIPU comprobará la calidad del aceite y podrá rechazarlo si no cumple los requisitos de este pliego. No se permitirán pérdidas de aceite en todo el intervalo de temperaturas especificado.

4.4.6 Gabinete Metálico

El gabinete metálico bajo el cual el capacitor de alta tensión se apoya, deberá ser dividido en dos compartimientos, uno para abrigar a la unidad electromagnética (completa incluyendo sus accesorios) y otra para albergar los terminales secundarios, H2, y tierra.

La unidad electromagnética debe tener su respectiva cuchilla de puesta a tierra, la cual debe ser operada desde el lado externo del gabinete por medio de algún mecanismo adecuado. La cuchilla de puesta a tierra debe poseer una indicación externa de su posición, por medio de placas indelebles, con las siguientes inscripciones en los TPCs de: “Abierto” y “A Tierra”;

El proyecto del gabinete metálico debe contemplar su protección contra ingreso de polvo y agua, en conformidad con el grado de protección igual o superior a IP64 de la norma IEC 60529. Debe además poseer una válvula de drenaje del aceite aislante, el cual permita también la extracción de muestras para análisis fisicoquímica y cromatográficas. La válvula debe ser confeccionada en metal acero inoxidable, provista de vedaciones resistentes al aceite y al medio externo, debiendo además poseer una tapa de protección para evitar la acumulación de polvo y suciedad.

Para la inspección del nivel de aceite, el gabinete metálico debe poseer un visor de vidrio el cual debe indicar si el líquido se encuentra dentro del rango normal.

El gabinete metálico debe ser suministrado con oiales de izamiento que permitan el levantamiento del TPC completamente montado, incluyendo a las columnas capacitivas montadas.

Las juntas de sellado y el sistema de expansión del reservatorio deben contar con la adecuada propiedad física y química que permita resistir a cualquier tipo de corrosión causada por el contacto con el aceite aislante o cualquier otro agente externo. Deben ser fabricados para resistir la acción del aceite calentado a una temperatura de 105 °C, y a la acción de la humedad y radiación solar si fuere el caso.

La parte accesible del gabinete o caja secundaria albergará a las borneras de los circuitos secundarios del TPC, a los gaps de protección y otros dispositivos.

Para el acomodamiento del cableado interno del gabinete en la caja secundaria, deben ser suministrados terminales oiales apropiados para la conexión de los circuitos secundarios del TPC, siendo que las borneras deben disponer de medios para aislar los circuitos del bobinado secundario, así como también permitir su conexión a una caja común externa. Las borneras deben ser montadas sobre rieles o soportes y deben ser proveídas con todos sus accesorios, identificación, separadores y soportes laterales.

Las borneras de los bobinados y de puesta a tierra dentro del gabinete deben poseer clase de aislamiento para 600V y ser adecuadas para conexión de cables de cobre de sección hasta 6mm².

Las partes accesibles del gabinete metálico deben poseer una placa removible en la parte inferior para permitir la instalación de los electroductos de interconexión.

El gabinete debe poseer dos puertas para su acceso, siendo una exclusiva para los bornes correspondientes al devanado de medición de facturación proporcionada con medios para la instalación de lacres, y otra puerta de acceso al recinto donde se encontrarán los bornes de los demás devanados.

Excepcionalmente, se podrá aceptar una única caja secundaria para todos los devanados, con la separación física debida para los terminales de los devanados de medición de facturación, incluyendo una solapa de acceso exclusiva que permita la aplicación de precintos o lacres, además de un acceso inferior exclusivo para cableado exterior.

La caja secundaria debe contar con sus correspondientes vedaciones que impida el acceso de polvo, agua y suciedad, además de los medios para la instalación de lacres en la puerta, así como un acceso inferior bridado exclusivo para electroductos del cableado externo.

4.4.7 Corrosión

Se deberá prever medidas de precaución contra la corrosión del equipo durante su vida útil.

El gabinete metálico deberá ser de material metálico inoxidable o poseer protección anticorrosiva mediante empleo de galvanización a fuego en conformidad con la norma ISO 1461 con camada mínima de 75 μ m de espesor.

Todas las partes atornilladas en envoltorios deberán permanecer fácilmente desmontables.

Se deberá considerar la corrosión galvánica entre los materiales en contacto, ya que puede conducir a la pérdida de espesor y estanqueidad.

4.5 REQUERIMIENTOS DIMENSIONALES

Los TPCs que conforman el objeto de esta especificación deben presentar las siguientes características dimensionales:

- El TPC no debe tener altura inferior a 5700mm, considerado desde la base del gabinete metálico hasta el tope del divisor capacitivo.
- El gabinete metálico debe poseer en su faz inferior orificios para fijación a la estructura soporte de hormigón armado existente, que permita acoplamiento mediante tornillos roscados, conforme presentado en Figura 1, la distancia entre los orificios debe ser de 470x324mm, con diámetro de 28mm.
- En el caso en que los TPCs suministrados no posean una base con las dimensiones de los orificios arriba descritos y/o no alcancen la altura mínima de 5700 mm, la CONTRATISTA deberá elaborar y suministrar una subbase metálica de adaptación, con su respectivo proyecto (incluyendo memoria de cálculo de esfuerzos mecánicos), que permita la fijación de los TPCs a las estructuras civiles existentes. Esta subbase debe ser de metal inoxidable o tener una protección anticorrosión mediante el uso de galvanizado en caliente según ISO 1461 con una capa mínima de 75 μ m de espesor, y debe soportar los esfuerzos mecánicos aplicados al TPC.

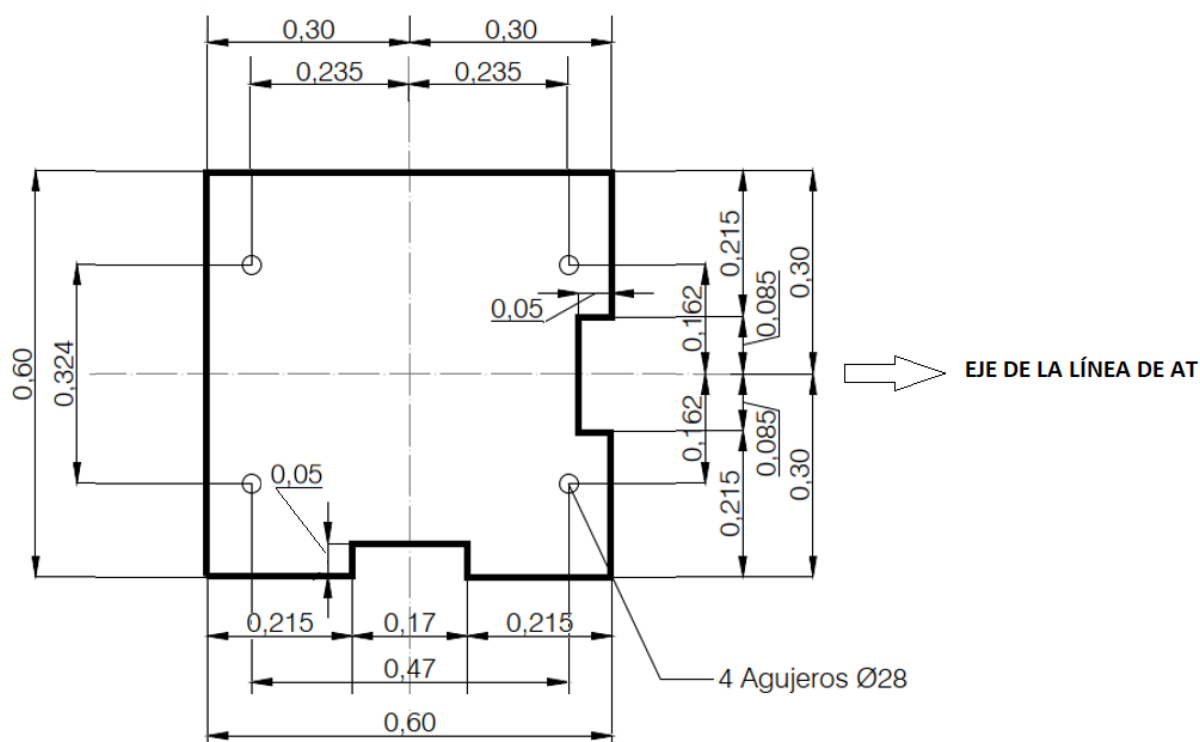


Figura 1 - Detalles de la base del TPC

- El proyecto del TPC debe evaluar la posibilidad de no utilización de anillos anticorona. De ser indispensable la instalación de estos, deben permitir la instalación de conectores primarios para conexión de dos conductores de aluminio de sección 4000MCM separados 457mm), presentado en la Figura 2.



Figura 2 - Detalles de la conexión primaria del TPC

4.6 COMPONENTES

4.6.1 Terminales y conectores de alta tensión.

Los TPCs deben ser suministrados con al menos, los siguientes componentes, los cuales deberán ser idénticos para todos los transformadores:

- 10 (diez) unidades de conectores tipo recto, para conexión de 2 (dos) conductores AAC 4000 MCM, separados a 457mm y placa terminal del TPC con 4 perforaciones NEMA (Ø14 mm, separados 44,5 mm), tensión 500 kV, diseño anti-corona, de aleación aluminio, tipo apernada, conforme indicado en el diseño 6468-DF-G3300-P (FL.05). Ver anexos.
- 20 (veinte) unidades de conectores espaciadores para dos conductores AAC 4000 MCM, separados a 457mm, diseño anticorona, fabricado en aleación aluminio, tipo apernada, conforme indicado en el diseño 6468-DF-G3300-P (FL.13). Ver anexos.
- 20 (veinte) unidades de conectores tipo recto de puesta a tierra, fabricado de bronce, tipo apernada, de dos orificios Ø14 mm separados a 60 mm, para cable de cobre desnudo, sección 240 mm².
- 20 (veinte) conectores de derivación en "T", para un conductor AAC 4000 MCM pasante y un conductor AAC 4000 MCM en derivación, 500 kV, diseño anticorona, fabricado en aleación aluminio, tipo apernado en lado del conductor pasante y del tipo a compresión para el

 ITAIPU BINACIONAL	ADQUISICIÓN DE TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTOS DE FACTURACIÓN 500kV
EN.DT	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL CAPACITIVO 550kV

conductor en derivación, conforme indicado en el diseño 6468-DF-G3300-P (FL.14). Ver anexos.

4.6.2 Caja común de terminales de baja tensión

El CONTRATISTA debe suministrar 6 (seis) cajas metálicas para agrupar los terminales de los devanados secundarios de los tres polos, de las cuales 3 (tres) serán de reserva y 3 (tres) serán montadas con los TPC. La caja metálica montada irá fijada en la estructura soporte del Transformador de Potencial Capacitivo de la fase o polo central, para la conexión del cableado de los bobinados secundarios de los TPC a los medidores de facturación.

La caja común de terminales debe ser metálica de construcción mecánica robusta, apta para intemperie, provista de juntas para prevenir la entrada de polvo y agua, según la clase de protección IP54 (norma IEC 144). La puerta deberá estar provista de un ojal para la instalación de un lacre de seguridad. En el lado posterior deberá contar con los medios para su fijación a la estructura soporte sin comprometer el grado de cerramiento IP especificado.

La caja común de terminales podrá ser fabricada de acero inoxidable AISI 304 o tener una protección anticorrosión mediante el uso de galvanizado en caliente según ISO 1461 con una capa mínima de 75 μm de espesor.

La caja común de terminales debe ser provista de una placa removible en su parte inferior para el paso de electroductos, y un terminal de puesta a tierra adecuado para conexión a un cable de cobre desnudo de 70 mm^2 .

La caja común de terminales debe ser provista de bornes apropiados para la conexión de los circuitos secundarios de transformadores de potencial; además de los disyuntores termomagnéticos para la protección y seccionamiento de los devanados.

La caja común de terminales debe estar provista de una resistencia de calefacción adecuadamente dimensionada para evitar la condensación de humedad. Los bornes terminales deberán tener clase de aislación de 600 V y ser adecuados para cables de cobre de 6 mm^2 . Los bornes de puesta a tierra deberán ser adecuados para conexión a cables de cobre de 10 mm^2 .

Los terminales, resistencia de calefacción, termostato, disyuntores termomagnéticos y componentes deben ser montados sobre rieles o soportes y suministrados con todos sus accesorios, separadores y soportes laterales.

4.7 REPUESTOS Y HERRAMIENTAS

La CONTRATADA debe garantizar el suministro de repuestos para adquisiciones futuras, por lo mínimo para 10 años, además de incluir los siguientes ítems en el conjunto de repuestos a ser suministrados:

- Dispositivos especiales para montaje, izamiento y mantenimiento del TPC, así como conexiones para manipulación (si fuere aplicable).
- 01 (un) kit, con al menos una (01) unidad de cada uno de los componentes principales de la caja de terminales de los bobinados secundarios (terminales, gaps de protección, resistores de calentamiento, termostatos, componentes del sistema de supresión de ferorresonancia).

- 01 (un) dispositivo especial para manipulación y/o colecta de muestras de aceite aislante (manguera, válvulas, jeringa de vidrio, herramientas especiales, etc.) compatibles con la válvula de drenaje existente para extracción de aceite aislante para análisis. Estos dispositivos deben ser embalados en estuches exclusivos, aptos para el transporte, resistentes a impactos y vibraciones, a fin de preservar la integridad de las piezas y componentes, especialmente las jeringas de vidrio.

Para los repuestos que no se individualicen, sino que se los identifique de manera global, como ser: kit, conjunto, juego u otros genéricos; se deberá suministrar la descripción completa de todos los elementos que componen tal ítem global, en conformidad con el modelo básico de referencia a ser suministrado por la Itaipu.

Los costos de las piezas y herramientas suministradas en este apartado deberán ser agregados diluidos en el precio unitario de los equipos.

4.8 PLACA DE IDENTIFICACIÓN

Cada uno de los TPCs debe ser suministrado con una placa de identificación individual confeccionado en acero inoxidable y con las leyendas indelebles, posicionado en la parte externa del gabinete metálico y conteniendo al menos las siguientes informaciones en idioma castellano y portugués:

- La designación “TRANSFORMADOR DE POTENCIAL CAPACITIVO”
- Nombre y/o logotipo del fabricante y su dirección.
- Tipo y número de designación del fabricante.
- Número serial.
- Número del manual de instrucciones.
- Tensión máxima nominal (valor rms en kV).
- Niveles de aislamiento (BSL y BIL - valor de cresta en kV).
- Frecuencia nominal (Hz).
- Clase de precisión y carga de cada bobinado.
- Relación entre primario y secundario para cada bobinado y tap.
- Capacitancia total nominal C_r y Capacitancia C_1 y C_2 (pF).
- Tensiones secundarias nominales (valor rms en V).
- Masa total.
- Tipo y volumen de aceite aislante (de la unidad electromagnética y las unidades capacitivas).
- Números de serie de cada unidad capacitiva presente en el divisor capacitivo de tensión.
- Año de fabricación.
- Número e ítem del contrato con ITAIPU.
- Diagramas eléctricos internos del TPC con indicación de taps disponibles en bobinados.

Cada unidad capacitiva debe tener una placa confeccionada en acero inoxidable y con las leyendas indelebles conteniendo las informaciones del nombre del fabricante, tipo o modelo, capacitancia nominal (pF) y número de serie, como, por ejemplo: No XXXXXX / Y, donde Y es el número de cada unidad. Esta placa debe ser fijada en el tope de la unidad.

4.9 ENSAYOS

4.9.1 General

Para este suministro será adoptada la inspección “clase 2”, conforme documento Condiciones Generales de Inspección (CGI), es decir, inspección técnica final, con el producto terminado, en las instalaciones de la CONTRATISTA o de su Sub-proveedor, de acuerdo con el Plan de Inspección y Test (PIT).

La fabricación, ensayos, documentación y suministro deben cumplir con los requisitos establecidos en esta especificación y en las normas técnicas en ella mencionada.

Los ensayos deben ser realizados para demostrar la correcta conformidad de los TPCs con los requisitos mínimos solicitados en esta especificación y en las normas técnicas. La CONTRATADA puede proponer ensayos adicionales según su experiencia.

Los requerimientos y métodos de ensayos para los TPCs deben seguir los procedimientos establecidos en las normas IEC.

La CONTRATADA debe presentar los certificados de calibración de los instrumentos de medición a ser utilizado en los ensayos de tipo, rutina o especiales, con el respectivo certificado de calificación del laboratorio donde se ha realizado la calibración. Especialmente para los ensayos de exactitud, las siguientes exigencias deben ser atendidas:

- Todas las calibraciones de los instrumentos deben ser acreditadas por algún signatario del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo: ILAC
- Todo certificado de calibración debe estar en conformidad con la norma ISO/IEC 17025, conteniendo el logotipo de la red de calibración a la cual el laboratorio pertenece. Los puntos medidos en la calibración deben estar contemplados en el alcance acreditado por el laboratorio de calibración.
- Los instrumentos deben ser calibrados en valores de tensión y corriente próximos a los cuales serán utilizados en campo.
- Excepcionalmente cuando no existieren condiciones técnicas de calibrar algún instrumento conforme a los requerimientos arriba indicados, podrá ser aceptada una metodología alternativa de calibración, para cuyo caso, antes de la ejecución de la calibración se deberá formalizar un acuerdo entre la CONTRATISTA y la ITAIPU, debiendo esta última ser invitada a acompañar la ejecución de la calibración.
- El laboratorio ejecutante debe ser capaz de comprobar la rastreabilidad metrológica de todos los instrumentos utilizados en la calibración y en el monitoreo de las condiciones ambientales del laboratorio. La ITAIPU puede solicitar todos los documentos de comprobación metrológica del laboratorio que realizó la calibración.

ITAIPU enviará uno o más inspectores para acompañar los ensayos de rutina y cuando aplicable, también los ensayos de tipo o especiales.

En el caso en que los ensayos sean realizados fuera del MERCOSUR, el CONTRATISTA resarcirá todos los costos del viaje al Exterior de 1 (un) Inspector (Ingeniero, representante de la División de Inspección, de la Dirección Financiera de ITAIPU), para testimoniar la ejecución de las actividades de inspección previstas en el PIT (Plan de Inspección y Test) aprobado, en conformidad con el documento “Condiciones Generales de Inspección”.

Todos los costos relacionados a los ensayos requeridos correrán por cuenta de la CONTRATISTA y ya deben estar contenidos en la elaboración de la propuesta comercial.

4.9.2 Plan de Inspección y Test (PIT)

La CONTRATISTA debe preparar y someter para la aprobación de la ITAIPU el Plan de Inspección y Test (PIT) conteniendo el procedimiento de los ensayos a ser llevados a cabo con antelación mínima de 60 (sesenta) días, previo a la fecha de inicio de los ensayos en las instalaciones de la CONTRATISTA o de su Sub-proveedor.

Los ensayos requeridos en esta especificación técnica deben ser estructurados de manera a atender, cuando corresponda, la secuencia indicada en el diagrama de flujo de la figura 508 de la norma IEC 61869-5.

El PIT debe contener el listado de los ensayos de tipo, especiales del TPC y de la envolvente polimérica para los cuales posee certificados válidos, cumpliendo los ítems 4.9.3 y 4.9.4 de esta Especificación, además de las siguientes informaciones:

- objetivos de los ensayos,
- tipos de inspección y norma técnica adoptada,
- breve descripción de los ensayos a ser realizados,
- documentos de referencia,
- descripción detallada de cada etapa de los ensayos,
- cronograma de ejecución,
- requerimientos y recursos necesarios,
- valores esperados y criterios para evaluación de resultados.

Los certificados de ensayos de tipo, especiales y de la envolvente polimérica deben ser presentados en documento separado, junto con el PIT, para su análisis por parte de la ITAIPU.

4.9.3 Ensayos de Tipo

La CONTRATISTA debe suministrar a la ITAIPU los certificados de ensayos de tipo requeridos a continuación, ejecutados en equipos idénticos, o alternativamente con desviaciones constructivas menores respecto al que fuere ofertado (la ITAIPU analizará los proyectos del TPC ensayado y del TPC ofertado, para aceptar o no, el certificado de ensayo presentado). Serán aceptados protocolos de ensayos de tipo en TPCs de 50Hz o 60Hz, siempre que tal protocolo atienda plenamente lo establecido en este apartado.

En cualquier caso, los ensayos presentados deben ser realizados en conformidad con las versiones más recientes de las normas IEC 61869-1, IEC 61869-5 para los valores presentados en la Tabla 2; a fin de garantizar conformidad con la presente especificación técnica.

Los certificados de los ensayos de tipo y especiales no deberán tener fecha de emisión superior a 10 (diez) años retroactivos a la fecha de presentación de la oferta comercial al momento del proceso licitatorio

Los ensayos del listado cuyos certificados no sean entregados o no sean satisfactorios a criterio de ITAIPU deben ser previstos en el PIT y ejecutados conforme secuencia indicada en la Figura 508 de IEC 61869-5, con presencia de los inspectores de la ITAIPU, siendo los costos del correspondiente ensayo de única y exclusiva responsabilidad de la CONTRATISTA.

Al menos los siguientes certificados de ensayos de tipo, realizados conforme establecido en los párrafos anteriores, deben ser presentados o ejecutados por la CONTRATISTA:

- Resistencia mecánica en el terminal de alta tensión;
- Elevación de temperatura;
- Compatibilidad Electromagnética. Tensión de radio interferencia (RIV);
- Impulso atmosférico cortado
- Tensión soportable a impulso atmosférico, para valor de la Tabla 2;
- Tensión soportable a impulso de maniobra, húmedo, para valor de la Tabla 2;
- Ensayos de ferorresonancia del TPC completo para la frecuencia nominal del equipo.
- Soportabilidad ante cortocircuito con duración de 1 segundo en el secundario.
- Ensayo de hermeticidad de la unidad electromagnética con aceite a temperatura ambiente;
- Ensayo de exactitud sobre el TPC completo.
- Ensayo de C y Tg delta

Los ensayos de tipo pueden ser llevados a cabo en hasta 2 (dos) TPCs, siendo que todos los ensayos dieléctricos deben ser ejecutados siempre en el mismo transformador, conforme establece la IEC 61869-1.

Todos los instrumentos para utilizar en los ensayos deben poseer un certificado de calibración vigente, atendiendo lo expuesto en el ítem 4.9.1.

4.9.4 Ensayos de Rutina

El objetivo de estos ensayos es demostrar, previo a la emisión de liberación de embarque por parte de ITAIPU, que los materiales y equipos a ser suministrados son adecuados para la aplicación y para las condiciones de servicio a las cuales serán sometidos.

Los ensayos de rutina deberán ser realizados en 100% del lote adquirido.

La CONTRATISTA debe proveer anticipadamente todos los equipos y accesorios necesarios para ejecución de los ensayos en fábrica, a fin de evitar retraso de las actividades programadas.

Todos los instrumentos para utilizar en los ensayos deben poseer un certificado de calibración vigente, atendiendo lo expuesto en el ítem 4.9.1.

La CONTRATISTA debe entregar a la ITAIPU, dos (2) copias de los informes (impresas y digitales) con todos los resultados de los ensayos de rutina, firmados por el inspector de la ITAIPU y aprobadas por el área de control de calidad del fabricante.

La aprobación de los resultados de los ensayos no exime a la CONTRATISTA de sus responsabilidades cuanto, a defectos, fallas, no conformidades e imperfecciones no detectadas durante los ensayos e inspecciones.

Los inspectores de la ITAIPU tendrán autoridad para rechazar cualquier ítem que al final de los ensayos, no atiendan a los requerimientos especificados. Las correcciones necesarias deben ser documentadas y aprobadas por los inspectores de la ITAIPU y luego de implementadas, una nueva secuencia de ensayos debe realizarse nuevamente sin costos adicionales para la ITAIPU.

Los equipos y materiales solamente serán liberados para embarque, luego de la emisión del Boletín de Inspección con la respectiva liberación técnica, así como la emisión del Certificado de Liberación de Embarque (CLE), por parte de los inspectores de la Itaipu.

Al menos los siguientes ensayos de rutina deben ser realizados, en conformidad con las normas citadas en el ítem 4.9.3 y siguiendo la secuencia indicada en IEC 61869-5:

- Ensayo de hermeticidad del divisor capacitivo de tensión en líquido aislante;
- Medición de capacitancia y factor de potencia del aislamiento a la frecuencia industrial asignada antes y después de los ensayos de tensión soportable al divisor capacitivo de tensión;
- Tensión soportable sobre el primario del divisor capacitivo de tensión, a la frecuencia industrial asignada, para valores de la Tabla 2, durante 1 minuto;
- Tensión soportable entre el terminal de baja tensión y el terminal de tierra (si aplicable), a la frecuencia industrial, 10 kVrms, durante 1 minuto;
- Descargas parciales, pueden ser realizados mediante el Método A (simultáneo) o Método B de la norma (secuencial) respecto a los ensayos dieléctricos de alta tensión;
- Tensión soportable a la frecuencia industrial en la unidad electromagnética, durante 1 minuto;
- Verificación de ferorresonancia sobre el TPC completo;
- Ensayo de exactitud para para diferentes valores de tensión y carga (80, 100 y 120% Vn) y frecuencia asignada;
- Polaridad;
- Medición de resistencia en los bobinados secundarios;
- Análisis fisicoquímico y cromatográfico del aceite aislante después de los ensayos dieléctricos;
- Espesor y adherencia de la capa de galvanización o pintura.

	ADQUISICIÓN DE TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTOS DE FACTURACIÓN 500kV
EN.DT	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL CAPACITIVO 550kV

- Ensayo de estanqueidad de las unidades electromagnéticas.

La convocatoria de inspección debe ser realizada en conformidad con los procedimientos indicados en las Condiciones Generales de Inspección (CGI).

4.9.5 Ensayos en el material de la envolvente externa (housing)

La CONTRATISTA deberá proporcionar a la ITAIPU los certificados de ensayo del material utilizado en la envolvente externa (housing) de los TPC's a ser suministrados, cumpliendo como mínimo con las normas y criterios establecidos en el ítem 4.4.4 de esta Especificación. En caso de que la CONTRATISTA no posea tales certificados, deberá ejecutar los ensayos en presencia de los inspectores de ITAIPU, debiendo además cumplir con lo establecido en los ítems 4.9.1 y 4.9.2 de esta Especificación.

4.10 DOCUMENTOS A SER SUMINISTRADOS POR LA CONTRATISTA

Los documentos que serán proveídos por la CONTRATISTA, antes, durante y al final de los servicios que conforman el objeto de este suministro, deben ser preparados conforme estipulado en el documento "Directrices básicas para elaboración/revisión y presentación de documentos técnicos" (2710-20-15200-E-R3).

Los documentos técnicos enviados por la CONTRATISTA serán analizados por la ITAIPU y podrán ser devueltos con uno de los siguientes estados; NO APROBADO, APROB.C/COMENTARIO y APROBADO. Los estados de APROBADO C/ COMENTARIO y APROBADO, autorizan a la CONTRATISTA a proceder a la fabricación de los componentes del plano analizado, siempre que sean consideradas y atendidas las correcciones indicadas y/o descritas en el documento devuelto.

Los documentos técnicos sometidos para aprobación de la ITAIPU deben ser analizados y devueltos a la CONTRATISTA con la indicación del grado de aprobación en el plazo de hasta treinta (30) días posteriores a la recepción y registro de estos en el protocolo general de la Central Hidroeléctrica Itaipu y/o en el Sistema de Archivo Técnico (SATedms)".

Los documentos técnicos considerados como NO APROBADOS o APROBADOS CON COMENTARIOS deben ser sometidos nuevamente por la CONTRATISTA para aprobación de ITAIPU en hasta (15) días posteriores a la recepción de los comentarios realizados por la ITAIPU, a fin de no alterar los términos de entrega de los equipos.

Todos los documentos técnicos deben ser preparados en idioma portugués o español.

La aprobación de los documentos técnicos por la ITAIPU no exime a la CONTRATISTA de sus responsabilidades contractuales de suministro de los equipos.

4.10.1 Documentos técnicos básicos

La CONTRATISTA deberá suministrar al menos los siguientes documentos técnicos:

- Detalles constructivos de los TPCs y accesorios, incluyendo diseños dimensionales, vistas, cortes, elevación, pesos y diseño de placa.
- Diseños con indicaciones de los puntos de izamiento y detalles de montaje y fijación a las estructuras soporte existentes en la ITAIPU (4514-DC-J5609-E).
- Diseños dimensionales, memorial de cálculo y material de las bases metálicas citadas en el ítem 4.5, si fueren necesarias.
- Manual de instalación conteniendo los métodos y detalles de ensamble, montaje e instalación en campo en conformidad con el Anexo B.3 de la norma IEC 61869-1.

 ITAIPU BINACIONAL	ADQUISICIÓN DE TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTOS DE FACTURACIÓN 500kV
EN.DT	TRANSFORMADOR DE POTENCIAL CAPACITIVO 550kV

- Manual de operación y mantenimiento, en conformidad con los Anexos B.4 y B.5 de la norma IEC 61869-1.
- Catálogos y documentos de materiales de reserva, cuando fueren suministrados.
- Informe técnico conteniendo todos los certificados de ensayos de tipo, especiales y de la envolvente polimérica, de acuerdo con los ítems 4.9.3 y 4.9.4 de esta Especificación.

5 EMPAQUE, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Los TPCs y sus componentes y accesorios deben ser entregados herméticamente sellados y con empaques adecuados en cajas de madera u otro material compatible con el tipo de transporte a ser utilizado.

Los materiales y formatos aplicados a las cajas de transporte deben garantizar la protección de los TPC y sus accesorios por medio de embalajes adecuados contra potenciales agentes físicos, corrosivos y biológicos (hongos, por ejemplo) existentes durante el transporte.

Los daños o problemas detectados en la recepción de los equipos en Itaipu pueden impedir su aceptación, siendo el CONTRATISTA el único responsable de las reparaciones y/o sustituciones necesarias.

Se deberá entregar los materiales suministrados para montaje inmediato y para almacenaje como reserva en lotes separados, es decir, con empaques y documentos separados. Para todos los efectos, el lote de material de reserva deberá ser entregado con una etiqueta externa de identificación clara como siendo material de reserva, con su respectivo número de contrato.

La CONTRATISTA debe suministrar además todas las instrucciones requeridas para el correcto transporte, manipulación y almacenamiento de los equipos, en conformidad con los Anexos B.1 y B.2 de la norma IEC 61869-1, siendo la contratista la responsable por el almacenamiento de los equipos y accesorios en local adecuado hasta la entrega de estos en la ITAIPU.

5.1 LUGAR DE ENTREGA DE LOS EQUIPOS

La CONTRATISTA deberá observar el lugar de entrega de los equipos, definido en el instrumento contractual.

5.2 PLAZOS DEL SUMINISTRO

La CONTRATISTA deberá observar los plazos del suministro, definidos en el instrumento contractual.

6 REFERENCIAS COMPLEMENTARIAS

Los documentos listados a continuación se citan en el texto de esta Especificación. En caso de divergencia, prevalecerán los requisitos establecidos en las Especificaciones, Contrato u Orden de Compra.

- **2710-20-15200-E:** Directrices básicas para la elaboración, revisión y presentación de documentos técnicos;
- Condiciones Generales de Inspección, elaborado por la Superintendencia de Materiales de la ITAIPU Binacional - MT.DF/MTS.DF/MTSI.DF, disponible en la página

web de compras de ITAIPU (<https://compras.itaipu.gov.py> - ítem “Normas e Instrucciones”)

7 ANEXOS

ANEXO I - DISEÑOS VARIOS

- 4514-DC-J5609-E: FUNDACION Y ESTRUCTURA SOPORTE - TP 500 KV
- 6468-DF-G3300-P (FL.05) - CONETOR TERMINAL RETO BARRA / 2 CABOS 4000 kcmil.
- 6468-DF-G3300-P (FL.13) - CONETOR ESPACIADOR PARA 2 CABOS 4000 kcmil.
- 6468-DF-G3300-P (FL.14) - CONETOR DERIVAÇÃO EM “T” CABO/CABO 4000 kcmil.

