

|                                                                                                                         |                    |                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |        |          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|--------|----------|
|                                                                                                                         |                    |                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |        |          |
|                                                                                                                         |                    |                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |        |          |
|                                                                                                                         |                    |                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |        |          |
| Nº                                                                                                                      | DESCRIPCIÓN        | REVISOR(ES)                                                                                                                                                                                                                                          | APROBACIÓN       | FECHA  |          |
| REVISIONES                                                                                                              |                    |                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |        |          |
| <div> <b>ITAIPU BINACIONAL</b></div> |                    |                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |        |          |
| EMISIÓN INICIAL                                                                                                         |                    | <div>SUBESTACIÓN MARGEN DERECHA</div> <div>INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA Y ELECTRÓNICA</div> <div>CAPÍTULO 02</div> <div>ADQUISICIÓN DE<br/>TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTOS DE<br/>FACTURACIÓN 500kV</div> <div>TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 550kV</div> |                  |        |          |
| ÁREA RESPONSABLE                                                                                                        |                    |                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |        |          |
| EN.DT                                                                                                                   |                    |                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |        |          |
| SUPERINTENDENCIA DE INGENIERÍA                                                                                          |                    |                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |        |          |
| DIRECCIÓN TÉCNICA                                                                                                       |                    |                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |        |          |
| PROYECTO/AUTOR                                                                                                          |                    |                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |        |          |
| artetaro                                                                                                                |                    |                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |        |          |
| VERIFICACIÓN                                                                                                            |                    |                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |        |          |
| ngiret/jacsonra                                                                                                         |                    |                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |        |          |
| APROBACIÓN                                                                                                              |                    | ESPECIFICACIÓN TÉCNICA                                                                                                                                                                                                                               |                  |        |          |
| rodricha / jrsilva                                                                                                      |                    |                                                                                                                                                                                                                                                      |                  |        |          |
| FECHA                                                                                                                   | CONTROL DEL EMISOR | FORMATO                                                                                                                                                                                                                                              | CÓDIGO DE ITAIPU | PÁGINA | REVISIÓN |
| 29/06/2022                                                                                                              | -                  | A4                                                                                                                                                                                                                                                   | 6462-20-15201-E  | 1      | R0       |

## ÍNDICE

|          |                                                                 |           |
|----------|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUCCIÓN.....</b>                                        | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>OBJETIVO .....</b>                                           | <b>3</b>  |
| <b>3</b> | <b>ALCANCE DEL SUMINISTRO.....</b>                              | <b>3</b>  |
| 3.1      | MATERIALES Y SERVICIOS INCLUIDOS EN ESTE SUMINISTRO.....        | 3         |
| 3.2      | MATERIALES Y SERVICIOS NO INCLUIDOS EN ESTE SUMINISTRO .....    | 4         |
| <b>4</b> | <b>CRITERIOS TÉCNICOS.....</b>                                  | <b>4</b>  |
| 4.1      | GENERAL.....                                                    | 4         |
| 4.2      | CONDICIONES AMBIENTALES .....                                   | 4         |
| 4.3      | CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS .....                                | 5         |
| 4.4      | DETALLES CONSTRUCTIVOS .....                                    | 6         |
| 4.4.1    | General.....                                                    | 6         |
| 4.4.2    | Bobinas y núcleos .....                                         | 7         |
| 4.4.3    | Sistema de compensación de volumen de aceite aislante.....      | 7         |
| 4.4.4    | Caja de terminales .....                                        | 7         |
| 4.4.5    | Cuerpo aislante .....                                           | 8         |
| 4.4.6    | Aceite aislante .....                                           | 8         |
| 4.5      | REQUISITOS DIMENSIONALES .....                                  | 9         |
| 4.6      | COMPONENTES.....                                                | 10        |
| 4.6.1    | Terminales y conectores de alta tensión. ....                   | 10        |
| 4.6.2    | Caja común de terminales de baja tensión.....                   | 10        |
| 4.7      | HERRAMIENTAS Y DISPOSITIVOS ESPECIALES.....                     | 11        |
| 4.8      | REPUESTOS Y HERRAMIENTAS.....                                   | 11        |
| 4.9      | PLACA DE IDENTIFICACIÓN .....                                   | 12        |
| 4.10     | INSPECCIÓN EN FÁBRICA.....                                      | 13        |
| 4.10.1   | General.....                                                    | 13        |
| 4.10.2   | Plan de Inspección y Test (PIT) .....                           | 13        |
| 4.10.3   | Ensayos de Tipo y Especiales.....                               | 14        |
| 4.10.4   | Ensayos en el material de la envolvente externa (housing) ..... | 15        |
| 4.10.5   | Ensayos de rutina .....                                         | 15        |
| 4.11     | DOCUMENTOS A SER SUMINISTRADOS POR LA CONTRATISTA .....         | 16        |
| 4.11.1   | Documentos técnicos básicos .....                               | 16        |
| 4.11.2   | Informaciones técnicas sobre el proyecto de los TC's .....      | 17        |
| 4.12     | EMBALAJE, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE .....                     | 17        |
| <b>5</b> | <b>LUGAR DE ENTREGA DE LOS EQUIPOS .....</b>                    | <b>17</b> |
| <b>6</b> | <b>PLAZOS DEL SUMINISTRO.....</b>                               | <b>18</b> |
| <b>7</b> | <b>REFERENCIAS COMPLEMENTARIAS.....</b>                         | <b>18</b> |
| <b>8</b> | <b>ANEXOS.....</b>                                              | <b>18</b> |
|          | ANEXO I - DISEÑOS VARIOS VER ANEXOS .....                       | 18        |

## 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 TC'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 corriente de facturación de 550 kV/50 Hz con aislamiento externo polimérico.

## 3 ALCANCE DEL SUMINISTRO

### 3.1 MATERIALES Y SERVICIOS INCLUIDOS EN ESTE SUMINISTRO

- 10 (diez) transformadores de corriente de facturación, 550 kV, 50Hz, aislamiento papel-aceite, con envoltorio polimérico, tipo columna, para instalación a intemperie, compuesto por un único devanado primario de 4000 A de corriente nominal, dos núcleos con devanados secundarios de 5 A de corriente nominal para uso en medición, completos con todos sus componentes y accesorios, de acuerdo con el capítulo 4 de esta Especificación.
- 3 (tres) cajas comunes de terminales, conteniendo los bornes de conexión de los circuitos secundarios de los Transformadores de Corriente, conforme ítem 4.6.2 de esta especificación.
- 20 (veinte) unidades de conectores tipo recto conductores-placa, para conexión primaria de los TC, conforme ítem 4.6.1 de esta especificación.
- 20 (veinte) unidades de conectores recto tipo apertado para conexión de puesta a tierra del TC, 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).
- 1 (un) conjunto de herramientas y/o dispositivos especiales y accesorios para la instalación y mantenimiento de los transformadores de corriente, en conformidad con el ítem 4.7 de esta Especificación;
- Materiales reserva (repuestos), en conformidad con el ítem 4.8 de esta Especificación;

- Documentos técnicos del suministro, conforme a los requisitos del ítem 4.11 de esta especificación.
- Inspecciones y ensayos en fábrica de los TC, conforme a los requisitos del ítem 4.10 de esta especificación.
- Embalaje y transporte adecuados, desde el lugar de fabricación hasta los almacenes de la ITAIPU, en conformidad con el ítem 4.12 de esta especificación.

### 3.2 MATERIALES Y SERVICIOS NO INCLUIDOS EN ESTE 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 y manipulación para el montaje y desmontaje, así como para la realización de ensayos, mantenimientos y reparaciones.

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

Todos los materiales, equipos y componentes deben ser nuevos y de la mejor calidad, libres de defectos, fallas e imperfecciones. Ellos deben ser de una clase y grado de protección adecuado para su aplicación, en cumplimiento con las más recientes buenas prácticas de ingeniería.

El proyecto, fabricación y ensayos de los TC's deben estar de acuerdo con las versiones más recientes de las normas IEC 61869-1 e IEC 61869-2.

### 4.2 CONDICIONES AMBIENTALES

Los TC'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 TC'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 <sup>2</sup> (100 días/año) |
| Radiación solar máxima                        | 520 W/m <sup>2</sup>                    |

#### 4.3 CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

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

Tabla 2 - Características técnicas mínimas

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| Tipo                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Utilización en subestación externa, aislamiento papel-aceite, con envoltorio polimérica. |
| Máxima tensión de servicio (valor eficaz, fase-fase)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 550 kV                                                                                   |
| Frecuencia nominal                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 50 Hz                                                                                    |
| Corriente nominal primaria (valor eficaz)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 4000 A                                                                                   |
| Corriente nominal secundaria (valor eficaz)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 5 A                                                                                      |
| Corriente térmica nominal continua                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 120 % de la corriente nominal primaria                                                   |
| Número de núcleos con devanados secundarios                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2 para medición                                                                          |
| Relaciones de transformación (secundarios de medición)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 4000/3000/2000 - 5                                                                       |
| Tipo de puesta a tierra del sistema                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Neutro sólidamente puesto a tierra                                                       |
| Factor de seguridad (índice de saturación) para secundario de medición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | $\leq 5$                                                                                 |
| Corriente dinámica nominal (valor de cresta)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 125 kA                                                                                   |
| Corriente térmica nominal de corta duración (valor eficaz, 3 segundos)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 50 kA                                                                                    |
| Clase de exactitud para los secundarios de medición                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 0,2                                                                                      |
| Niveles nominales de aislamiento fase-tierra del terminal primario: * <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tensión nominal soportable a impulso atmosférico (BIL - valor de cresta)</li> <li>- Tensión nominal soportable a impulso de maniobra, seco y bajo lluvia (SIL - valor de cresta)</li> <li>- Tensión nominal soportable en la frecuencia industrial, seco, durante 1 minuto (valor rms)</li> </ul> | 1800 kV<br><br>1300 kV<br><br>800 kV                                                     |
| 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 para emisión de radio interferencia (RIV) a $1,1 \times U_m / \sqrt{3}$ [kV] aplicado (valor rms, fase-tierra)                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 2500 $\mu$ V                                                                             |
| Mínima distancia de la línea de fuga                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 13750 mm                                                                                 |
| Carga nominal para secundarios de medición (para todas las relaciones)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 50 VA                                                                                    |
| Máximo nivel de descarga parcial con tensión de $1,2 \times U_m / \sqrt{3}$ [kV] aplicada (valor rms, fase-tierra)                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 5 pC                                                                                     |

|                                                      |                         |
|------------------------------------------------------|-------------------------|
| Resistencia mecánica mínima en el terminal primario: |                         |
| - Carga estática soportable (cualquier dirección)    | 4500 N                  |
| - Carga dinámica soportable (cualquier dirección)    | 6300 N                  |
| Color y material del aislamiento                     | gris / goma de silicona |

\* Los procedimientos para los ensayos de impulso, deberán seguir la norma IEC 60060-1; y debe ser observada la norma IEC 61869-2.

## 4.4 DETALLES CONSTRUCTIVOS

### 4.4.1 General

Los TC's deben ser herméticamente sellados, auto portante, montados verticalmente y adecuados para instalación a la intemperie sobre base elevada tipo pedestal de metal u hormigón reforzado existente.

Los TC's deben ser del tipo *top core*, con la cabeza en material metálico (preferiblemente aluminio fundido o aleación de aluminio), con el menor número posible de uniones soldadas y/o empalmes, que prescindan del uso de pinturas y garanticen resistencia a la corrosión. En caso de ser necesario algún tratamiento de superficie, el mismo deberá ser del tipo galvanizado en caliente, en conformidad con la norma ISO 1461, con una capa mínima de espesor de 75 µm.

Es deseable que el TC sea proyectado para disipar mediante ruptura en la cabeza metálica, cualquier sobrepresión generada a consecuencia de fallas internas (por ejemplo, cortocircuito en el aislamiento), de tal manera que eventuales fragmentos, llamas, gases y aceite sobrecalentado sean lanzados para arriba y con ello mitigar los riesgos para equipos adyacentes y personas en los alrededores.

El TC debe poseer un tap exclusivo para medición de tangente delta, el cual permite la evaluación periódica de las condiciones del aislamiento interno. Este tap debe poseer una conexión a tierra removible y una placa indeleble que indique que el tap debe permanecer conectado a tierra cuando el TC este energizado. Además, el tap también debe estar fabricado en material resistente a la intemperie y al aceite, manteniendo la estanqueidad del equipo bajo cualquier condición.

Todos los pernos, tuercas, arandelas deben ser fabricados en metal resistente a la oxidación.

Los TC's deben poseer dispositivos tipo ojal, instalados en el cuerpo del equipo para permitir el fácil izamiento.

Los TC's también deben ser equipados, en su base, con una válvula para drenaje de aceite aislante, que permita la extracción de muestras para análisis fisicoquímico y cromatográficos o incluso el vaciado y/o llenado total del equipo. No serán aceptados modelos de válvulas que utilicen dispositivos tipo septo, que requieran la inserción de agujas/pasadores para liberar el flujo de aceite. La válvula debe ser confeccionada en metal inoxidable, con sellos resistentes al aceite y con una tapa protectora fácilmente extraíble para evitar acumulación de polvo y suciedad.

Los máximos valores de gradientes eléctricos adoptados en el proyecto del aislamiento de los TC's suministrados deben ser adecuados para una proyección de vida útil de al menos 30 años. Se deben adoptar criterios de proyecto para el diseño del aislamiento que garanticen valores de gradientes eléctricos bajo condición de régimen permanente de operación, tensión aplicada en 50Hz y sobretensiones de maniobras e impulso atmosférico, que sean compatibles con las garantías de vida útil prevista y con las buenas prácticas de la ingeniería.

#### 4.4.2 Bobinas y núcleos

Las bobinas de los devanados deben ser montadas, buscando minimizar los flujos magnéticos de dispersión.

La bobina primaria tendrá un único devanado y no deberá permitir conexiones tipo serie-paralelo.

Las polaridades de todos los devanados deben estar claramente identificadas tanto en el transformador como en los diagramas de las placas de identificación.

#### 4.4.3 Sistema de compensación de volumen de aceite aislante

La parte superior del transformador de corriente, por encima de la cabeza, deberá contener un compensador de volumen de aceite aislante en acero inoxidable, provisto con un indicador de nivel de aceite. El compensador deberá estar equipado con medios para permitir tanto la reposición de aceite, como su pronto y fácil reemplazo en caso de falla, debiendo además estar protegida por un domo confeccionado en material metálico resistente a la corrosión/oxidación. El domo debe poseer un visor transparente que permita la visualización del indicador del nivel de aceite de la cámara de expansión, siendo que el material empleado debe ser resistente a la intemperie y en especial, a la radiación solar.

No serán aceptados transformadores de corriente con sistema de compensación de volumen de aceite aislante que utilice colchón de gas inerte.

Las juntas de sellado aplicadas al compensador de aceite y/o domo deben tener cualidades físicas y químicas apropiadas para resistir cualquier tipo de corrosión debida al contacto con el aceite aislante u otro tipo de agente externo. Las juntas deben ser hechas de elastómero resistente a la acción del aceite caliente a una temperatura de 105°C y a la acción de la humedad y los rayos solares.

#### 4.4.4 Caja de terminales

La caja de terminales de cada transformador de corriente deberá ser de construcción mecánica robusta, adecuada para su instalación a intemperie, provista de juntas para evitar la entrada de polvo y agua, con clase de protección mínima IP64 en conformidad con la norma IEC60529 provista de una tapa frontal con medio para instalación de lacre.

La caja de terminales deberá estar provista de una placa removible en la parte inferior para el paso de los electroductos y también deberá poseer medios para instalación de lacre en la cubierta o puerta frontal. Todas las partes metálicas de la caja terminal deberán ser confeccionada en material inoxidable o poseer protección anticorrosiva del tipo galvanización en caliente, según la norma ISO 1461, con un espesor de capa mínimo de 75 µm.

La caja de terminales deberá contar con bornes apropiados para conexión de los circuitos secundarios del transformador de corriente, es decir, la regleta de bornes debe posibilitar la conexión de los instrumentos de medición, así como también deberá permitir los medios para cortocircuitar y aislar los circuitos secundarios. Las regletas de bornes deberán montarse sobre rieles o soportes y suministrarse con todos los accesorios, espaciadores y soportes laterales.

Los bornes de las regletas deberán contar con aislamiento de clase 600V y ser adecuados para la conexión de cables de cobre de hasta 6 mm<sup>2</sup> con terminal tipo ojal o similar, con el fin de garantizar la seguridad de los circuitos de corriente. Los bornes de conexión a tierra deberán ser adecuados para conectar cables de cobre de hasta 10 mm<sup>2</sup>.

Los sellos eventualmente existentes deberán tener propiedades físicas y químicas adecuadas para resistir cualquier degradación causada por el contacto con agentes externos, incluyendo humedad y luz solar.

Cada bobinado secundario deberá tener un gap en aire, fijado a los terminales secundarios extremos (mayor relación de transformación), con la intención de minimizar los riesgos debido a

las posibles sobretensiones. El gap deberá ser ajustable y este ajuste deberá ser recomendado por el fabricante.

#### 4.4.5 Cuerpo aislante

El material que compone el cuerpo aislante de la columna del transformador de corriente 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 envolvente 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  $\mu$ m.

#### 4.4.6 Aceite aislante

El aceite utilizado en el transformador de corriente 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.

Durante las pruebas de aceptación en fábrica (TAF), de conformidad con la norma IEC 61869-2, 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):  $\geq 70$ kV;
- Concentración máxima de agua a 20oC (medida por el método IEC 60814):  $\leq 10$ 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.

#### 4.5 REQUISITOS DIMENSIONALES

Los transformadores de corriente objeto de esta Especificación serán instalados en bases de hormigón armado existentes en los bays de las LT 550kV SEMD-YGU 1, LT 550kV SEMD-YGU 2 y la LT 550kV SEMD-VH1 en reemplazo de aisladores de pedestales de 550kV que actualmente se encuentran operativos en la Subestación Margen Derecha, por tanto, debiéndose reaprovechar las bases existentes (tipo pedestal de concreto) y los conductores primarios (barras u líneas de alta tensión), con lo cual existen distancias máximas y mínimas que limitaran el espacio físico para la instalación de los nuevos equipos a ser adquiridos (ver Figura 1).

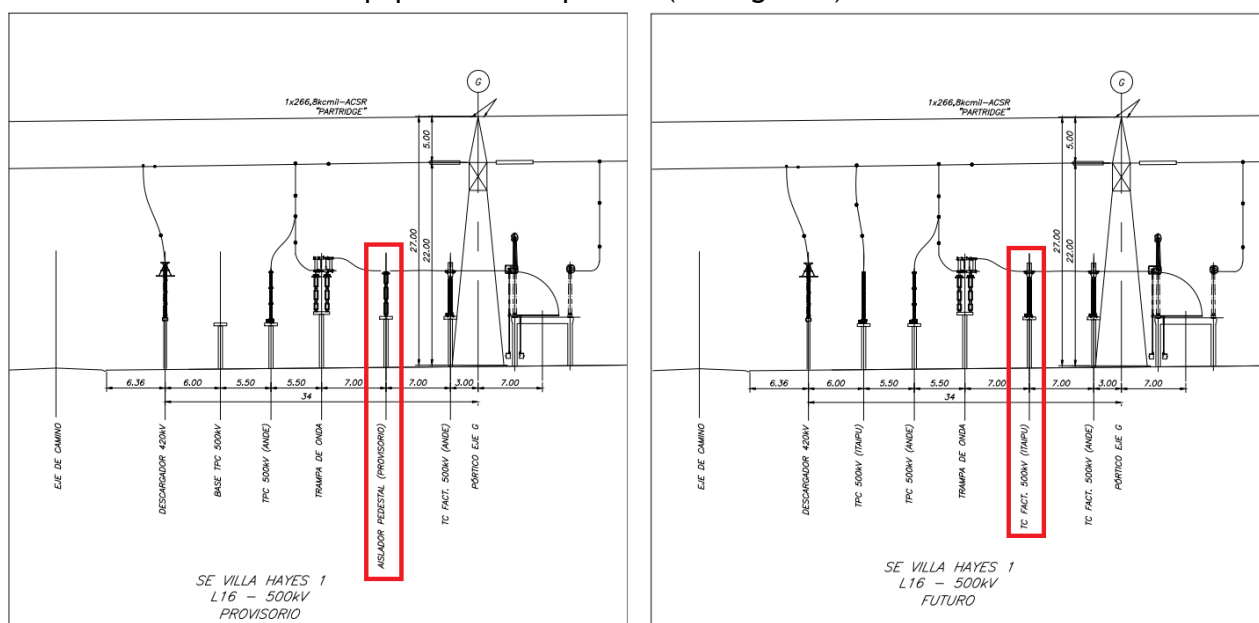


Figura 1 - Aislador pedestal provisorio existente (imagen de la izquierda) y su sustitución por el TC de facturación de 550 kV (imagen de la derecha) e interconexión con los equipamientos adyacentes

Por lo anteriormente expuesto, los transformadores de corriente objeto de esta Especificación deberán cumplir con las siguientes características dimensionales:

- El terminal primario de los TC's deberá tener una altura entre 4980 a 5060 mm desde la parte inferior de la base hasta el extremo superior del terminal primario del TC;
- Las bases de los TC's deberán tener orificios en su cara inferior, para la fijación a los pedestales de concreto mediante el uso de pernos pasantes, respetándose los aspectos dimensionales indicados en la Figura 2;
- La distancia mínima entre el centro de la base de los TC's y el centro de la chapa removible para entrada de los electroductos a la caja de terminales deberá ser mayor o igual a 400mm.

- En el caso en que los TC's suministrados no posean una base con las dimensiones de los orificios arriba descriptos y/o no alcancen la altura mínima de 4980 mm, la CONTRATISTA deberá elaborar el proyecto de fabricación (memoria de cálculo de esfuerzos mecánicos) y suministrar una base metálica de adaptación que permita la fijación de los TC's a las bases de hormigón existentes. Esta subbase debe ser fabricada en metal inoxidable o poseer una protección anticorrosiva mediante el empleo de galvanización en caliente en conformidad con la norma ISO 1461, con camada mínima de 75  $\mu$ m de espesor, debiendo soportar los esfuerzos mecánicos aplicados al TC.

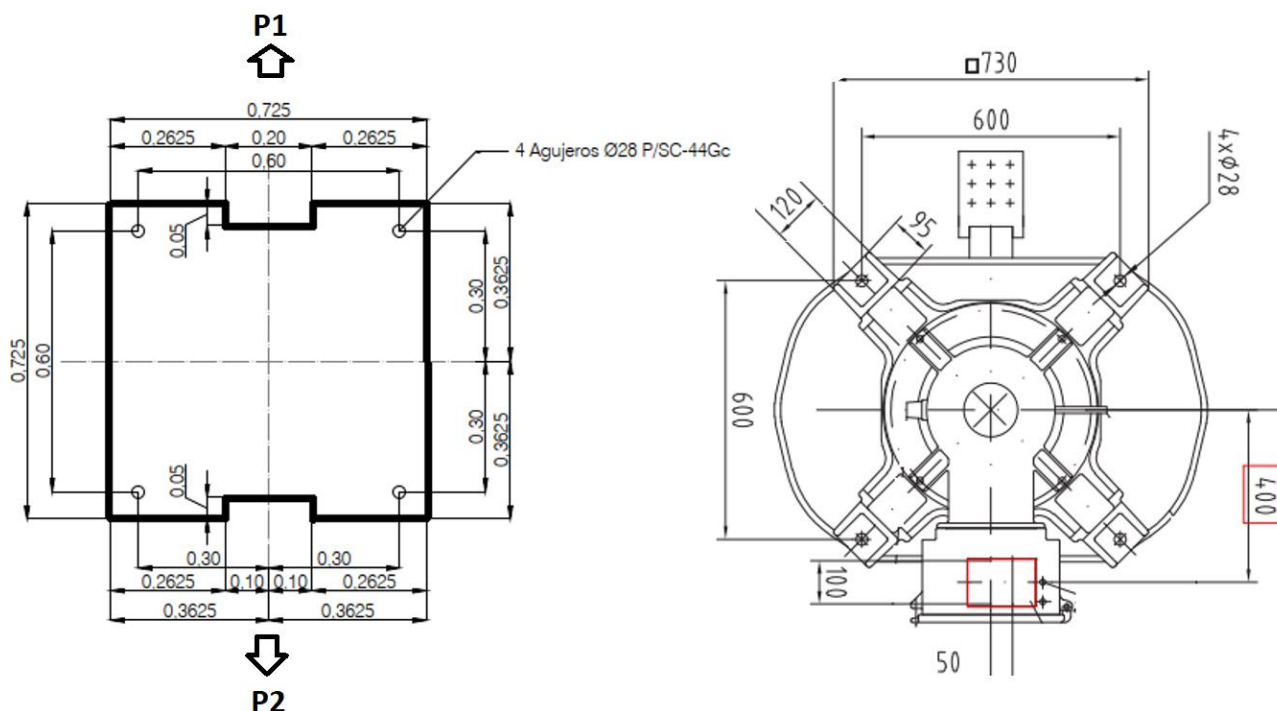


Figura 2 - Detalles de la base del TC (izquierda) y del pedestal del TC (derecha)

#### 4.6 COMPONENTES

##### 4.6.1 Terminales y conectores de alta tensión.

Los TC's deben ser suministrados con al menos los siguientes componentes, los cuales deben ser idénticos para todos los transformadores:

- 20 (veinte) unidades de conector recto conductor-terminal placa, para 2 conductores AAC 4000 MCM, separados a 457mm y terminal placa con 8 perforaciones NEMA (Ø14 mm, separados 44,5 mm), corriente nominal de 4000 A, 500 kV, diseño anticorona, fabricado en aleación aluminio, tipo apernada, conforme indicado en el diseño 6468-DF-G3300-P (FL.18). Ver anexos.
- 20 (veinte) unidades de conector tipo recto para conexión a puesta a tierra, fabricado de bronce, tipo apernada, con dos orificios de Ø14 mm separados a 60 mm, para cable de cobre desnudo de sección 240 mm<sup>2</sup>.

##### 4.6.2 Caja común de terminales de baja tensión

Para cada juego de tres Transformadores de Corriente, el CONTRATISTA debe suministrar una caja metálica común para los terminales de los devanados secundarios de los tres polos, que irá montada y fijada en la estructura soporte del Transformador de Corriente de la fase o polo central, para la conexión del cableado de los bobinados secundarios de los TC 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  $\mu\text{m}$  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  $\text{mm}^2$ .

La caja común de terminales debe ser provista de bornes para terminales tipo ojal apropiados para la conexión de los circuitos secundarios de transformadores de corriente, deberán tener clase de aislación de 600 V, y ser adecuados para cables de cobre de 6  $\text{mm}^2$ . Los bornes de puesta a tierra deberán ser adecuados para conexión a cables de cobre de 10  $\text{mm}^2$ .

La caja común de terminales debe estar provista de una resistencia de calefacción adecuadamente dimensionada para evitar la condensación de humedad.

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 HERRAMIENTAS Y DISPOSITIVOS ESPECIALES

La CONTRATISTA deberá suministrar 2 (dos) dispositivos completos para extracción de aceite aislante para análisis fisicoquímico y cromatográfico, consistente en mangueras, válvulas, conexiones, jeringas de vidrio (capacidad mínima 50 ml) y herramientas, compatibles con el sistema de drenaje (ver ítem 4.4.1) existente en los TC's ofertados. Estos dispositivos deberán ser entregados en maletas exclusivas y adecuadas para el transporte, resistente a impactos y vibraciones, con la finalidad de preservar la integridad de las piezas y componentes, especialmente las jeringas de vidrio.

La CONTRATISTA deberá suministrar también (si es aplicable) 1 (un) dispositivo completo para drenaje y llenado de aceite aislante, a ser acoplado en el sistema de compensación de volumen, conforme ítem 4.4.3, con la finalidad de viabilizar un eventual reemplazo de la cámara de expansión metálica. Estos dispositivos deben ser entregados en maletas exclusivas adecuadas para transporte, resistente a impactos y vibraciones con la finalidad de preservar la integridad de las piezas y componentes.

La CONTRATISTA está obligada a proporcionar otras herramientas y dispositivos especiales que puedan ser necesarios para el manejo, transporte y mantenimiento de los TC's, debido a sus características y particularidades propias.

#### 4.8 REPUESTOS Y HERRAMIENTAS

La CONTRATISTA deberá incluir los siguientes ítems en el conjunto de materiales repuestos a ser suministrados:

- Dispositivos especiales para montaje, izamiento y mantenimiento del TC, así como conexiones para manipulación (si fuere aplicable).
- 01 (un) conjunto completo del sistema de expansión, conteniendo una cámara de expansión, domo, indicador de nivel, conexiones y vedaciones aplicables, conforme al ítem 4.4.3 de esta especificación.
- 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 materiales reserva (repuestos) que no puedan ser individualizados y por lo tanto solo pueden ser identificados de forma global, tales como kits, conjuntos, juegos u otros, se deberá suministrar la descripción completa de todos los elementos que componen este ítem global, en conformidad con el modelo básico de referencia (este requisito también se aplica para los materiales suministrados conforme ítem 4.7 de esta Especificación).

La CONTRATISTA deberá garantizar el suministro de materiales reserva (repuestos) para futuras adquisiciones por al menos 10 años.

#### 4.9 PLACA DE IDENTIFICACIÓN

Cada uno de los TC's debe ser suministrado con una placa de identificación individual, fabricada en acero inoxidable con escritura indeleble, fijada en lugar fácilmente visible, conteniendo al menos las siguientes informaciones escritas en idioma castellano:

- La designación "TRANSFORMADOR DE CORRIENTE / TRANSFORMADOR DE CORRIENTE";
- Nombre y/o logotipo del fabricante y su dirección;
- Tipo y número de designación del fabricante;
- Número de serie;
- Número del manual de instrucciones;
- Tensión máxima nominal (valor rms en kV).
- Niveles de aislamiento (BSL e BIL - valor de cresta en kV).
- Frecuencia nominal (Hz).
- Clase de exactitud y carga de cada devanado.
- Relación entre primario y secundario para cada devanado y tap.
- Corriente(s) primaria(s) e secundaria(s) nominal(es).
- Corriente soportable nominal de corta duración (3 segundos, valor eficaz en kA).
- Corriente dinámica nominal (kA, valor de cresta).
- Masa total.
- Masa y volumen total de aceite aislante.
- Tipo y fabricante de aceite aislante.
- Año de fabricación.
- Número e ítem del contrato con ITAIPU.
- Diagramas eléctricos internos del TC con indicación de los taps disponibles en los devanados.

## 4.10 INSPECCIÓN EN FÁBRICA

### 4.10.1 General

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

La fabricación, ensayos, documentación y el suministro deberán cumplir con todos los requisitos establecidos en esta Especificación y en las normas técnicas en ella mencionadas.

Los ensayos deberán ser realizados para demostrar la correcta conformidad de los TC's con los requisitos mínimos solicitados en esta Especificación y en las normas técnicas. La CONTRATISTA puede proponer ensayos adicionales de acuerdo con su experiencia, los cuales deberán ser aprobados por la ITAIPU.

Los métodos de ensayos para los TC's deberán seguir los procedimientos establecidos en las normas IEC.

La CONTRATISTA deberá presentar los certificados de calibración de los instrumentos de medición utilizados en los ensayos de tipo, rutina y especiales, con el respectivo certificado de calificación del laboratorio donde las calibraciones fueron realizadas. Especialmente para los ensayos de exactitud, las siguientes exigencias deben ser cumplidas:

- Todas las calibraciones de los instrumentos deberán ser acreditadas por algún signatario del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo: ILAC;
- Todo certificado de calibración deberá estar de acuerdo con la norma ISO/IEC 17025, conteniendo el logotipo de la red calibración al cual pertenece el laboratorio de calibración. Los organismos de acreditación mantienen listas actualizadas de los alcances de los laboratorios;
- Excepcionalmente cuando no existen condiciones técnicas de calibrar algún instrumento conforme los requisitos expuestos anteriormente, podrá ser aceptada una forma alternativa de calibración. En ese caso, deberá existir un acuerdo formal entre la CONTRATISTA y la ITAIPU antes de la ejecución de la calibración, debiendo la misma ser convocada para acompañar la ejecución de la calibración;
- El laboratorio ejecutante debe ser capaz de comprobar la trazabilidad metrológica de todos los instrumentos utilizados en la calibración y el monitoreo de las condiciones ambientales del laboratorio. ITAIPU se reserva el derecho de solicitar los documentos de comprobación metrológica al laboratorio que realizará la calibración.

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

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

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”.

### 4.10.2 Plan de Inspección y Test (PIT)

La CONTRATISTA deberá preparar y someter para aprobación de ITAIPU el Plan de Inspección y Test (PIT) conteniendo los procedimientos de los ensayos a realizar, con una

anticipación mínima de 60 (sesenta) días, previa a la fecha de inicio de los ensayos en las instalaciones de la CONTRATISTA o de su subcontratista.

Los ensayos requeridos en esta Especificación Técnica deben ser estructurados de manera a cumplir, cuando corresponda, la secuencia indicada en las normas IEC 61869-1 y la IEC 61869-2.

El PIT deberá contener, al menos, las siguientes informaciones:

- Objetivos de los ensayos;
- Tipo de inspección y normas técnicas adoptadas;
- Breve descripción de los ensayos a ser realizados;
- Documentos de referencia;
- Descripción detallada de cada etapa de los ensayos;
- Cronograma de ejecución;
- Requisitos y recursos necesarios;
- Valores esperados y criterios de aceptación de los resultados;
- Listado de los ensayos de tipo, especiales y de la envolvente polimérica para los cuales posee certificados válidos, cumpliendo los ítems 4.10.3 y 4.10.4 de esta Especificación.

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.

#### 4.10.3 Ensayos de Tipo y Especiales

La CONTRATISTA deberá suministrar a la ITAIPU los certificados de los ensayos de tipo y especiales solicitados más abajo, ejecutados en equipo idéntico, o alternativamente con mínimas variaciones constructivas en comparación al que fue ofertado (la ITAIPU analizara los proyectos del TC ensayado y del TC ofertado, para aceptar o rechazar, el certificado de ensayo presentado). Será aceptado el protocolo de ensayo de tipo o especial realizado en equipos de 50Hz o 60Hz, siempre y cuando, ese protocolo cumpla plenamente lo establecido en este apartado.

En cualquier caso, los ensayos deben ser realizados en conformidad con las versiones más recientes de las normas IEC 61869-1 y la IEC 61869-2 para los valores presentados en el ítem 4.3, con el fin de garantizar la conformidad con esta 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 faltantes deberán ser previstos en el PIT y ejecutados siguiendo la secuencia indicada en la IEC 61869-2 y en 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 y especiales, realizados conforme establecido en los párrafos anteriores, deberán ser presentados o ejecutados por la CONTRATISTA (los ensayos especiales, según las normas IEC 61869-1 y la IEC 61869-2, se encuentran marcados con asterisco):

- Tensión soportable al impulso atmosférico en el terminal primario;
- Tensión soportable al impulso de maniobra en el terminal primario;
- Tensión soportable a frecuencia industrial, bajo lluvia en el terminal primario;
- Elevación de temperatura;
- Soportabilidad a los esfuerzos térmicos y mecánicos de corto circuito;
- Compatibilidad Electromagnética. Tensión de radio interferencia (RIV);
- Verificación del grado de protección de la envolvente;
- Estanqueidad de la envolvente a bajas y altas temperaturas (\*);

- Esfuerzos mecánicos en el terminal primario (\*);
- Determinación del factor de seguridad para los devanados de medición;
- Ensayo de exactitud;
- Ensayo de falla interna por arco eléctrico (atendiendo la clase y etapa de protección I) (\*);

Los ensayos de tipo y especiales pueden ser realizados en hasta 2 (dos) TC's y 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, cumpliendo con lo estipulado en el ítem 4.10.1 de esta Especificación.

#### 4.10.4 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 TC's a ser suministrados, cumpliendo como mínimo con las normas y criterios establecidos en el ítem 4.4.5 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 4.10.1 y 4.10.2 de esta Especificación.

#### 4.10.5 Ensayos de rutina

El objetivo de estos ensayos es demostrar, previa a la emisión de liberación de embarque por parte de la 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 y la CONTRATISTA deberá suministrar con la debida anticipación todos los equipos y accesorios necesarios para la ejecución de los ensayos en fábrica, con el fin de evitar atrasos de las actividades programadas.

Todos los instrumentos para utilizar en los ensayos deben poseer certificado de calibración vigente, en cumplimiento de lo expuesto en el ítem 4.10.1.

La CONTRATISTA debe suministrar 2 (dos) copias de los informes (impresos y digitales) a la ITAIPU, con todos los resultados de los ensayos de rutina, firmados por el inspector de la ITAIPU y aprobados 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 en 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 cumpla con los requisitos especificados. Las correcciones necesarias serán documentadas y aprobadas por los inspectores de la ITAIPU y posteriormente implementadas, una nueva secuencia de ensayos deberá ser realizada sin costos adicionales para la ITAIPU.

Los equipos y materiales solamente serán liberados para embarque después de la aprobación y 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.

Los ensayos deberán ser llevados a cabo en conformidad con las normas citadas en el apartado 4.1 de esta especificación. Por tanto, al menos los siguientes ensayos de rutina deberán ser realizadas:

- Tensión soportable a la frecuencia industrial en seco sobre el terminal primario;
- Tensión soportable a la frecuencia industrial sobre el terminal secundario;

- Tensión aplicada entre secciones de los devanados secundarios;
- Ensayo de estanqueidad de la envolvente a temperatura ambiente;
- Test de presión de la envolvente;
- Polaridad;
- Verificación de exactitud;
- Medición de resistencia en los devanados secundarios;
- Descargas parciales;
- Ensayos de sobretensión entre espiras del devanado secundario;
- Espesor y adherencia de la camada de galvanización, cuando sea aplicable;
- Ensayo fisicoquímico y cromatografía del aceite aislante, en conformidad con lo dispuesto en el ítem 4.4.6 de esta Especificación. Los análisis deberán ser llevados a cabo antes y después de los ensayos dieléctricos.

La convocatoria de inspección deberá ser realizada de acuerdo con los procedimientos indicados en las Condiciones Generales de Inspección (CGI) informado en las Referencias Complementarias.

#### 4.11 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.

##### 4.11.1 Documentos técnicos básicos

La CONTRATISTA deberá suministrar, como mínimo los siguientes documentos técnicos:

- Detalles constructivos de los TC’s, conectores, componentes y accesorios, incluyendo diseños dimensionales, vistas, cortes, elevación, pesos y diseños de placa;
- Diseños con indicaciones de los puntos de izamiento, detalles de montaje y fijación en las estructuras soporte existentes (tipo pedestal) en la Subestación Margen Derecha (conforme Figura 2);
- Diseños dimensionales, memorial de cálculo y material de las bases metálicas citadas en el ítem 4.5, si fueren necesarias.

|                                                                                  |                                                                           |
|----------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
|  | ADQUISICIÓN DE<br>TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTOS DE<br>FACTURACIÓN 500kV |
| EN.DT                                                                            | TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 550kV                                          |

- Manual de instalación conteniendo los métodos y detalles para montaje e instalación en campo, en conformidad con el Anexo B.3 de la norma IEC 61869-1;
- Manual de operación y mantenimiento, en conformidad con los Anexos B.4 y B.5 de la norma IEC 61869-1;
- Catálogos, diseños, manuales y demás documentos de los materiales de reserva, dispositivos y herramientas suministrados de acuerdo con los ítems 4.7 y 4.8 de esta Especificación;
- Informe técnico conteniendo todos los certificados de ensayos de tipo, especiales y de la envolvente polimérica, de acuerdo con los ítems 4.10.3 y 4.10.4 de esta Especificación.

#### 4.11.2 Informaciones técnicas sobre el proyecto de los TC's

La CONTRATISTA deberá suministrar junto con los documentos técnicos mencionados en el ítem 4.11.1 anterior, las siguientes informaciones técnicas sobre el proyecto de los TC's:

- Circuito equivalente del TC para estudios de transitorios electromagnéticos, incluyendo:
  - Curva de magnetización del núcleo;
  - Perdidas en el núcleo;
  - Resistencia del devanado primario y secundario;
  - Inductancia de la dispersión del devanado primario y secundario;
  - Capacitancia del devanado primario y secundario entre devanados;
  - Curvas ( $I \times t$ ) que muestren la sobrecorriente máxima permisible (sin reducción de la vida útil del equipo), aplicada al TC a partir de las siguientes condiciones iniciales de corriente primaria: vacío, 50% y 100% de la corriente nominal.

#### 4.12 EMBALAJE, ALMACENAMIENTO Y TRANSPORTE

Los TC's, sus componentes y accesorios deberán ser entregados, herméticamente sellados y con el embalaje adecuado 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 TC y sus accesorios por medio de embalajes adecuados contra potenciales agentes físicos, corrosivos y biológicos (hongos, por ejemplo) existentes durante el transporte.

Los embalajes para transporte de los TC's deberán ser equipados con un dispositivo de registro de impactos, para monitorear los esfuerzos mecánicos a los que fueron sometidos durante el desplazamiento. Este dispositivo deberá ser especificado correctamente por la CONTRATISTA de acuerdo con el peso y las dimensiones del TC embalado para el transporte (generalmente 25G para TC).

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

La CONTRATISTA deberá proporcionar adicionalmente, 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 responsable por el almacenamiento de los equipos y accesorios en un lugar adecuado hasta su entrega en la ITAIPU.

## 5 LUGAR DE ENTREGA DE LOS EQUIPOS

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

## 6 PLAZOS DEL SUMINISTRO

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

## 7 REFERENCIAS COMPLEMENTARIAS

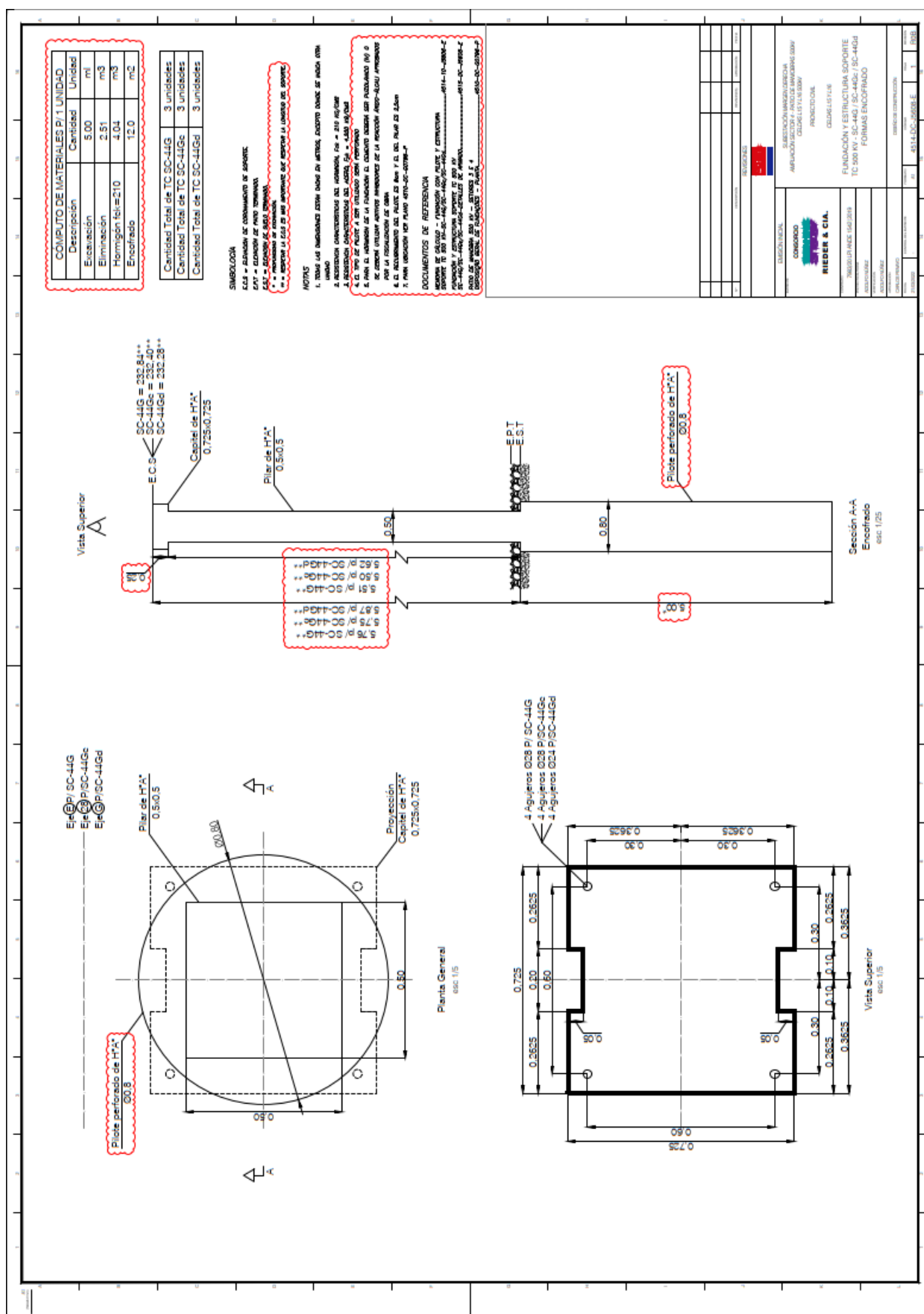
Los documentos listados a continuación se citan en el texto de esta Especificación. En caso de divergencia, prevalecerán los requisitos establecidos en las Especificaciones, Contrato u Orden de Compra.

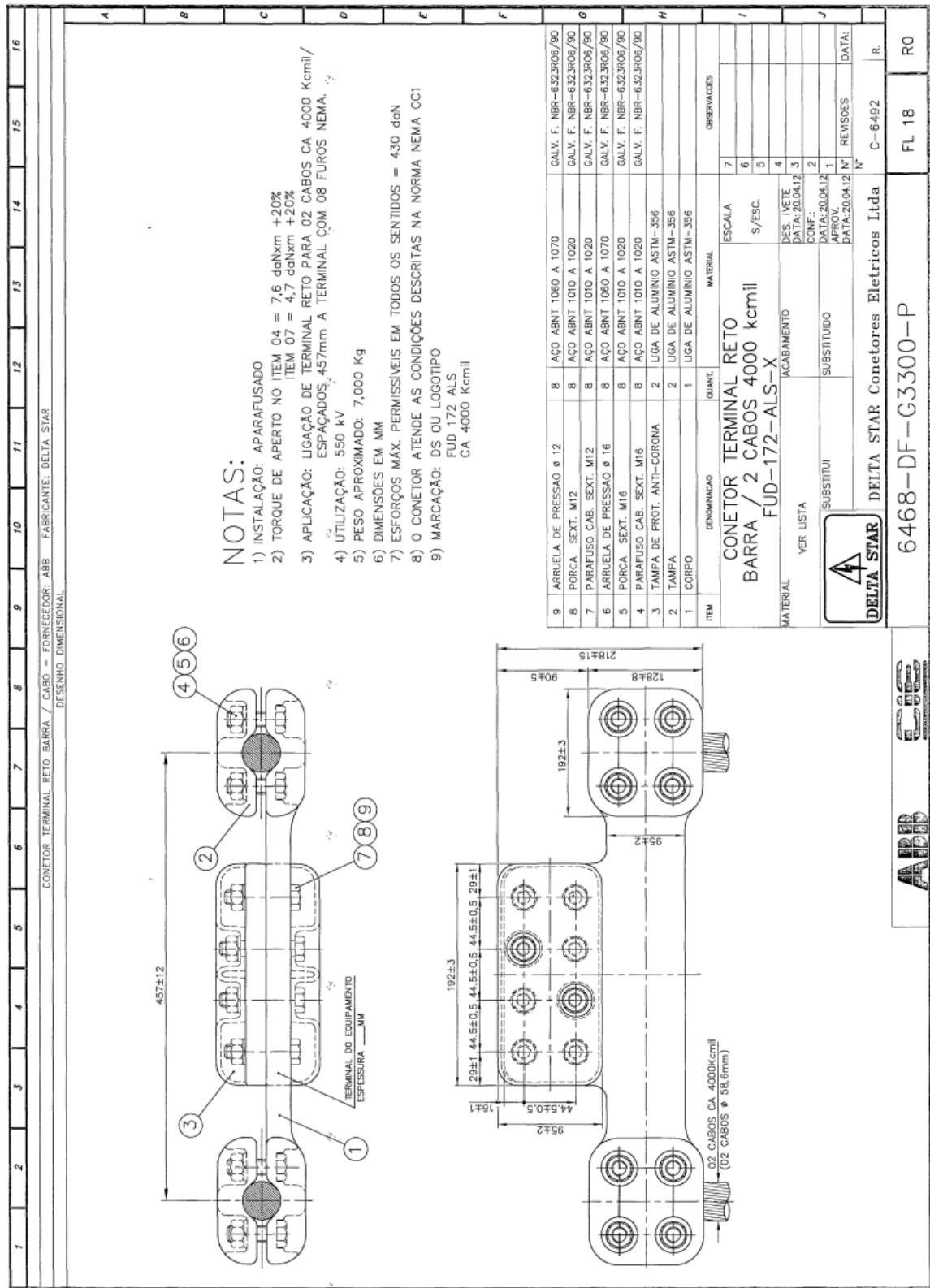
- **2710-20-15200-E:** Directrices básicas para la elaboración, revisión y presentación de documentos técnicos;
- Condiciones Generales de Inspección, elaborado por la Superintendencia de Materiales de la ITAIPU Binacional - MT.DF/MTS.DF/MTSI.DF, disponible en la página web de compras de ITAIPU (<https://compras.itaipu.gov.py> - ítem “Normas e Instrucciones”).

## 8 ANEXOS

### ANEXO I - DISEÑOS VARIOS VER ANEXOS

- 4514-DC-J5608-E: FUNDACION Y ESTRUCTURA SOPORTE - TC 500 KV
- 6468-DF-G3300-P (FL.18) - CONETOR TERMINAL RETO BARRA / 2 CABOS 4000 kcmil.





|                                                                                                           |                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
|  <b>ITAIPU</b> BINACIONAL | ADQUISICIÓN DE<br>TRANSFORMADORES DE INSTRUMENTOS DE<br>FACTURACIÓN 500kV |
| EN.DT                                                                                                     | TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 550kV                                          |