ESPECIFICACIÓN TÉCNICA TRANSFORMADOR DE POTENCIAL 66 kV

19\_198\_OA\_53

# STS\_TTPP\_0066-0220\_TTPP AT

# ÍNDICE

1. [OBJETIVO Y ALCANCE 3](#_bookmark0)
2. [NORMAS APLICABLES 3](#_bookmark1)
   1. [Transformadores de potencial 3](#_bookmark2)
   2. [Otras normas 3](#_bookmark3)
   3. [Acción sísmica 4](#_bookmark4)
3. [REQUERIMIENTOS DE CALIDAD 4](#_bookmark5)
4. [CONDICIONES AMBIENTALES Y CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA 4](#_bookmark6)
5. [CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES DEL SUMINISTRO 4](#_bookmark7)
   1. [Diseño sísmico 5](#_bookmark8)
   2. [Elevación de temperatura 5](#_bookmark9)
   3. [Respuesta transitoria 6](#_bookmark10)
   4. [Aisladores 6](#_bookmark11)
   5. [Aceite 6](#_bookmark12)
   6. [Terminales primarios 7](#_bookmark13)
   7. [Terminales secundarios 7](#_bookmark14)
   8. [Accesorios 7](#_bookmark15)
6. [PRUEBAS 8](#_bookmark16)
   1. [Pruebas de rutina (FAT) 9](#_bookmark17)
   2. [Pruebas especiales 9](#_bookmark18)
7. [DOCUMENTOS TÉCNICOS 10](#_bookmark19)
8. [EMBALAJES Y MARCAS DE EMBARQUE 10](#_bookmark20)
   1. [EMBALAJE 10](#_bookmark21)
   2. [MARCAS DE EMBARQUE 11](#_bookmark22)

## OBJETIVO Y ALCANCE

Establecer los requisitos generales que debe cumplir el suministro, fabricación, inspección y ensayos de los transformadores de potencial.

El suministro debe incluir el equipamiento completo, con todos los accesorios necesarios para su instalación, puesta en servicio y operación. Aunque no hayan sido especificados explícitamente, el suministro debe incluir repuestos, herramientas especiales para su mantención, planos, manuales de instrucción, informes de pruebas y demás documentos y servicios relacionados con estos equipos.

## NORMAS APLICABLES

### TRANSFORMADORES DE POTENCIAL

* + - IEC-61869-1: “Instrument transformers, part 1: General Requirements”.
    - IEC-61869-5: “Additional requirements for capacitor voltage transformers”.

### OTRAS NORMAS

* + - IEC 62155 “Hollow Pressurized and Unpressurized Ceramic and Glass Insulators for Use

in Electrical Equipment with Rated Voltages Greater than 1.000V.”

* + - IEC-60815-1/2/3 “Guide for the selection of insulators intended for use in polluted conditions”.
    - IEC 60233 “Tests on hollow insulators for use in electrical equipment”.
    - NTSyCS “Norma técnica de seguridad y calidad de servicio”
    - ASTM-348: Requisitos del aceite mineral aislante usado en aparatos eléctricos.
    - IEC-60296: “Fluids for electrotechnical applications. Unused mineral insulating oils for

transformers and switchgear”.

* + - IEC-60529 “Degrees of Protection Provided by Enclosures (IP Code)”.
    - IEC-60270 “High voltage test techniques. Partial discharge measurements”.
    - IEC-60273 “Dimensions of indoor and outdoor post insulators and post insulators units

for systems with rated voltages greater than 1000V”.

* + - IEC-60168 “Test on indoor and outdoor post insulators of ceramic material or glass for system with nominal voltages greater than 1.000 V”
    - IEC-60233 “Test on hollow insulators for use in electric equipment”.
    - ASTM A123: Especificación para galvanizado en caliente de productos de fierro y acero.
    - ASTM A153: Especificación para galvanizado en caliente de herrajes de fierro y acero.

### ACCIÓN SÍSMICA

* + - IEEE Std. 693 “IEEE Recommended Practice for Seismic Design of Substations (High

Seismic Performance Level).”

* + - ETG-1020 : “Requisitos de Diseño Sísmico para Equipo Eléctrico”

## REQUERIMIENTOS DE CALIDAD

El Fabricante deberá demostrar que tiene implementado y funcionando en su fábrica un sistema de Garantía de Calidad con programas y procedimientos documentados en manuales, en cumplimiento de la Norma ISO 9001 (Sistemas de Calidad: Modelo de garantía de calidad en diseño) producción, instalación y servicio.

Además, idealmente, deberá contar con la siguiente certificación de gestión ambiental: ISO 14001 (Sistemas de gestión ambiental - Modelo de mejoramiento continuo y prevención de la contaminación) cumplimiento de la reglamentación ambiental.

EL PROPIETARIO se reserva el derecho de verificar los procedimientos y la documentación relativa a la fabricación de los transformadores de potencial y el Fabricante se obliga a poner a su disposición estos antecedentes.

## CONDICIONES AMBIENTALES Y CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

Los transformadores de potencial deberán suministrarse para operar a la intemperie, bajo las condiciones mencionadas en la Hoja de datos técnicos garantizados (HDTG), anexa a este documento.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GENERALES DEL SUMINISTRO

Los transformadores de potencial deberán ser de diseño y fabricación para servicio pesado (*heavy-duty, design and construction*), incorporando las más modernas características de diseño probadas. Además de los últimos avances tecnológicos probados y disponibles para este tipo de equipos.

Los transformadores deberán ser inmersos en aceite, herméticamente sellados para prevenir cualquier contacto de sus partes internas con el ambiente. Cada transformador deberá ser provisto de una cámara de expansión de aceite con diafragma elástico o fuelles hechos de material sintético, resistente al Ozono o metálico resistente al aceite, a fin de hacer frente a contracciones y expansiones térmicas del aceite.

Todos los materiales usados en el transformador deberán ser insolubles en aceite caliente de transformador. Todas las empaquetaduras deberán ser hechas de un material también resistente al aceite caliente, influencias atmosféricas y cualquier compresión permanente de los pernos de las bridas (flanges).

Los transformadores de potencial deberán ser secados, impregnados y llenados con aceite previamente desgasificado bajo alto vacío, con el fin de obtener una aislación impregnada completamente seca que asegure una larga vida.

### DISEÑO SÍSMICO

De acuerdo a lo establecido en la NTSyCS de la CNE, los equipos deben soportar sin daños ni deformaciones permanentes las condiciones sísmicas y diseños sísmicos establecidos por la norma ETG-1020 de ENDESA, o la IEEE Std 693 en la condición de “High Seismic Level” con “Projected performance” de factor 2,0 para los materiales frágiles como la porcelana y/o las aleaciones de aluminio.

No se aceptará el suministro de equipos que no cuenten con una certificación sísmica previa.

### ELEVACIÓN DE TEMPERATURA

Bajo las condiciones ambientales especificadas, las siguientes elevaciones de temperatura no deberán excederse al trabajar en régimen permanente con cargas nominales:

* + - Elevación de temperatura en cualquier enrollado, medido por resistencia: 55 K.
    - Elevación de temperatura del punto más caliente en cualquier enrollado: 65 K.
    - Elevación de temperatura del aceite en la parte superior del transformador: 50 K.

Estas elevaciones de temperatura especificadas en la norma IEC 61869-3 no deberán ser excedidas al quedar sometido el transformador a las siguientes condiciones de operación:

* + - Conexión continua de la carga nominal con 1,1 veces la tensión primaria nominal aplicada.
    - Aplicación de una tensión primaria igual a 1,5 veces el valor nominal, por tres segundos, después de tener continuamente conectada la carga nominal a tensión primaria nominal.

El núcleo y partes metálicas en contacto, o adyacentes a la aislación, no deberán alcanzar temperaturas mayores que la temperatura de operación de los enrollados.

### RESPUESTA TRANSITORIA

Los transformadores de potencial deberán responder correctamente durante el régimen transitorio; la magnitud del error deberá ser mínima, (menor que el 1%), cuando se produzcan cambios repentinos en la tensión aplicada al transformador.

El transformador deberá ser diseñado de manera de evitar fenómenos como la saturación o la ferro-resonancia durante el régimen transitorio. El transformador de potencial no deberá introducir oscilaciones con sobretensiones excesivas de 50 Hz ni de armónicos durante maniobras de operación o para cualquier cambio repentino de la tensión aplicada.

### AISLADORES

Los aisladores de los transformadores de potencial deberán cumplir con una distancia mínima de fuga mayor o igual a la indicada en la hoja de datos, considerando el factor de corrección por el diámetro medio de los aisladores según el nivel indicado en la hoja de datos.

El aislador será fabricado en porcelana de color marrón (RAL-8014). No se aceptarán aisladores fabricados en resinas sintéticas. Las polleras estarán producidas por un proceso húmedo y fabricado con material homogéneo, sin laminaciones, cavidades, grietas u otro tipo de imperfección que afecte a la resistencia mecánica o calidad dieléctrica del aislador. El barniz vítreo será de color uniforme y libre de defectos. El método de unión de los aisladores asegurará una solicitación uniforme de la porcelana.

En la unión brida-porcelana no se aceptará el uso de ningún pegamento que tenga azufre como componente principal. En todos los demás aspectos constructivos los aisladores deberán cumplir con la norma IEC-60273. Asimismo, deberán cumplir satisfactoriamente con las pruebas especificadas en la norma IEC-60168.

### ACEITE

Los transformadores deberán ser suministrados completamente armados y llenos de aceite mineral. El aceite utilizado deberá ser de base nafténica, sin inhibidores ni aditivos. El aceite del transformador deberá cumplir con las características mínimas indicadas en las normas IEC- 60296.

### TERMINALES PRIMARIOS

Los terminales primarios y secundarios deberán llevar marcas de terminal y polaridad durables, claramente distinguibles, las que no podrán ser borradas fácilmente con pintura.

Para el transformador de potencial, los terminales primarios deberán ser de aluminio de forma cilíndrica o plana de acuerdo con la recomendación IEC, adecuados para ser conectados a líneas aéreas del mismo material. Estos terminales deberán resistir como mínimo 1,2 veces la misma corriente nominal sin exceder los aumentos de temperatura especificadas, según IEC 61869.

El desarrollador será responsable de coordinar la compatibilidad entre las líneas aéreas o barras y los conectores respectivos del transformador de potencial, tomando en cuenta la corriente a conducir, los esfuerzos de cortocircuito, la presión de contacto, los elementos de unión y en particular los elementos necesarios para evitar la corrosión en la zona de contacto, ya sea por calor o por conexión de diferentes materiales.

### TERMINALES SECUNDARIOS

Estos terminales deberán ser ubicados dentro de una caja de terminales a prueba de intemperie completamente sellada contra el interior del transformador. Esta caja deberá ser aislada en aire y deberá permitir conexiones externas de cables por su parte inferior.

Los terminales desde los cuales serán hechas las conexiones en sitio, deberán ser independientes de los aisladores secundarios externos, de tal manera que cualquier trabajo en los terminales de conexión no afecte por ningún motivo la estanqueidad aceite/aire de los aisladores.

Las conexiones entre la caja de terminales y las canalizaciones externas deben tener la flexibilidad adecuada para no provocar solicitaciones excesivas en caso de sismos.

Los terminales deberán permitir una fácil conexión en cables de cobre aislados con PVC de sección igual al número 12 AWG.

La caja de terminales deberá ser suministrada con una placa unida con pernos en el fondo sin perforaciones, las que serán perforadas en sitio para la adecuada entrada de los ductos metálicos que llevan los cables de conexión.

### ACCESORIOS

Los siguientes accesorios deberán ser suministrados con cada transformador de potencial:

* + - Indicador de nivel de aceite, con escalas mín/máx a una temperatura ambiente, claramente marcadas y claramente visibles desde el suelo.
    - Medios para drenaje, muestreo y llenado de aceite.
    - Aislación de papel impregnado en aceite.
    - Caja de conexiones de terminales secundarios para intemperie Nema 4X.
    - Orejas para levante.
    - Amortiguadores (Si procede)
    - Placa de características (nameplate) en idioma español e inglés.
    - Placa característica mostrando los enrollados y diagrama de conexión con todos los datos pertinentes. (Nombre del fabricante, número de serie, año de fabricación, tipo)
    - Deshidratador de aire, si es aplicable.
    - Terminal de puesta a tierra soldado a la base para efectuar una conexión empernada directa con cable de cobre desnudo de calibre 2/0 AWG (67 mm2) - 250 MCM (125 mm2).
    - Medios para levantar con seguridad el transformador completamente armado, con aceite.
    - Componentes externos de fierro galvanizado en caliente.
    - Empaquetaduras de goma sintética resistente al aceite.
    - Aislador de porcelana color (RAL 8014).
    - Planchuelas metálicas con leyendas en idioma español.
    - Planchuelas metálicas que muestren el enrollado y diagrama de conexiones, con todos los datos pertinentes.
    - Placas de advertencia, con el siguiente texto:

¡ATENCIÓN! (\*) La conexión a tierra del terminal (\*\*) sólo deberá retirarse para efectuar las pruebas al equipo.

(\*) Flecha de advertencia de acuerdo a DIN 406.

(\*\*) Este terminal corresponde al neutro del enrollado primario.

## PRUEBAS

Las pruebas que se nombran deberán ser presentadas y respaldadas en las correspondientes HDTG (Hoja de datos técnicos garantizados).

### PRUEBAS DE RUTINA (FAT)

Las pruebas de rutina que deberán efectuarse de acuerdo a la norma IEC-61869-5 son las siguientes:

* + - Pruebas de resistencia a tensión a frecuencia industrial en los terminales primarios.
    - Medición de descargas parciales.
    - Pruebas de resistencia a tensión a frecuencia industrial entre las secciones.
    - Pruebas de resistencia a tensión a frecuencia industrial en los terminales secundarios.
    - Pruebas de precisión.
    - Verificación de marcas.
    - Prueba de hermeticidad en el equipo a temperatura ambiente.
    - Prueba de presión en el equipo.
    - Pruebas indicadas en los puntos.
    - Ensayos de tensión soportada a frecuencia industrial sobre los bornes primarios.
    - Medida de las descargas parciales.
    - Ensayos de tensión soportada a frecuencia industrial entre secciones.
    - Ensayos de tensión soportada a frecuencia industrial sobre los bornes secundarios.
    - Ensayos de precisión.
    - Verificación del marcado.
    - Ensayo de estanquidad de la envolvente a temperatura ambiente.
    - Ensayo de presión sobre la envolvente.

### PRUEBAS ESPECIALES

Estas pruebas se realizarán en el transformador de potencial completo y son:

* + - Prueba de tensión soportada a impulso recortado en los terminales primarios.
    - Prueba múltiple de impulso recortado en los terminales primarios.
    - Medición de capacidad y factor de disipación dieléctrica.
    - Prueba de sobretensión transmitida.
    - Pruebas mecánicas.
    - Prueba de falla de arco interno.
    - Prueba de estanqueidad del equipo a temperaturas bajas y altas.
    - Prueba de punto de rocío de gas.
    - Pruebas de corrosión.
    - Prueba de resistencia al fuego.
    - Ensayo de impulso tipo rayo cortado sobre los bornes primarios.
    - Ensayo de impulsos cortados múltiples sobre los bornes primarios.
    - Medida de la capacidad y del factor de disipación dieléctrica.
    - Ensayo de sobretensiones transmitidas.
    - Ensayos mecánicos.
    - Ensayo de defecto por arco interno.
    - Ensayo de estanquidad de la envolvente a baja y alta temperatura.

## DOCUMENTOS TÉCNICOS

Se suministrará como mínimo un Dossier final con la siguiente información:

* Planos de la disposición general mostrando las principales dimensiones del equipamiento suministrado.
* Planos elementales de control.
* Diagramas unilineales.
* Memorias de cálculo donde se demuestre que los equipos resisten las combinaciones de cargas producidas durante un sismo (tirón, viento y sismo).
* Planos mostrando los anclajes del equipamiento, señalando las cargas estáticas y dinámicas sobre la estructura de soporte.
* Informe con protocolos y certificados de pruebas realizadas.
* Hoja de datos certificada del suministro.
* Placa característica (nameplate) en formato PDF.
* ​

## EMBALAJES Y MARCAS DE EMBARQUE

### EMBALAJE

El equipo debe ser embalado en jaba de madera las cuales deberán tener separadores y soportes adecuados para evitar golpes de los aisladores entre sí y deberán ser lo suficientemente fuertes para asegurar su estabilidad y evitar su deformación.

Toda la madera usada en los embalajes deberá ser sometida a un riguroso tratamiento bactericida, fungicida y preservativo y se deberá incluir un certificado fitosanitario del proceso que han sido sometidas las partes de madera utilizadas. La madera no deberá contener corteza ni detectarse galerías de insectos.

La madera para la fabricación de las jabas deberá ser de un espesor mínimo de 6,5 mm.

Los embalajes de madera deberán cumplir con la Norma NIMF Nº 15 acreditada por el Servicio Agrícola y Ganadero (SAG)

Tanto las jabas como las paletas (“pallets”) deberán ser del tipo exportación, diseñadas y

construidas de forma tal que puedan resistir todas las solicitaciones.

Deben ser capaces de resistir los efectos de un almacenamiento prolongado a la intemperie, bajo condiciones atmosféricas severas.

Las jabas y paletas deberán ser nuevas.

En general, los embalajes de madera deberán cumplir con la resolución N° 133 del Ministerio de Agricultura que establece regulaciones cuarentenarias para el ingreso de embalajes de madera. Esta regulación fue modificada por resolución N° 2859. Ambas resoluciones se adjuntan en Anexo 2.

Los embalajes deberán ser del tipo exportación y diseñados y construidos de tal forma que resistan todas las solicitaciones que se puedan producir durante el transporte entre el lugar de fabricación y el lugar de destino en Chile, y que permitan evitar pérdidas y robos, así como también daños en los elementos embalados. Adicionalmente, los embalajes deberán ser capaces de resistir los efectos de un almacenamiento prolongado a la intemperie y deberán ser nuevos.

### MARCAS DE EMBARQUE

Las marcas que se deberán colocar en los embalajes del equipo serán indicadas por El Cliente. Estas marcas deberán ser claras e indelebles identificando la cantidad y tipo de aisladores que contienen, así como también marcas para el manejo durante el transporte marítimo y terrestre y durante las maniobras de carga y descarga, tales como indicaciones para colocar estrobos y ganchos y para uso de grúas horquilla.

Las jabas y paleta (pallet) usados para el embalaje del equipo deberán ser marcados, clara e indeleblemente, con marcas que indiquen su contenido y cantidad de piezas, de modo que puedan ser verificados en forma expedita con los documentos de embarque.

Adicionalmente, cada jaba y paleta (pallet) deberá ser identificada con dos (2) etiquetas, las que deben soportar condiciones de intemperie extremas y deberán estar firmemente fijadas en dos (2) lados opuestos del bulto o paleta (pallet) y estampada con la siguiente información, además de aquella otra información que El Cliente indique expresamente para cada equipo o material:

* + - Nombre de El Cliente
    - Nombre del proyecto
    - Destino.
    - Número de Orden de Compra.
    - Nombre de El Fabricante.
    - Designación del material (marca de las piezas según los planos) e identificación del (de los) correspondiente (s) ítem (s) del Cuadro de Precios.
    - Las dimensiones exteriores.
    - Peso bruto y neto en kilogramo (kg).
    - Cantidad del contenido (cantidad de piezas de cada marca diferente).