

ACCESIBILIDAD: CONTROLADA

NO CONTROLADA

1	21/02/2019	INGENIERIA	INGENIERIA	INGENIERIA	INGENIERIA	Aprobado	A
No.	Fecha	Elaborado por nombre/firma	Revisado por nombre/firma	Aprobado por nombre/firma	Validado por nombre/firma	Descripción	Estado



Trecca
Grupo Energía Bogotá

PROCESO COMPETITIVO ABIERTO N° PCA-004 -2019

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE AISLADORES, HERRAJES Y ACCESORIOS

ESCALA	FORMATO	CÓDIGO	Hoja	REV
SIN	Carta	00-TRE-PET109-SE-00-DIS-ES-9030	01	3

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE AISLADORES, HERRAJES Y ACCESORIOS

Tabla de contenido

1.	AISLADORES	4
1.1	ALCANCE	4
1.2	NORMAS	4
1.3	AISLADOR TIPO DISCO ESTÁNDAR	6
1.3.1	Materiales del aislador	8
1.3.2	Partes metálicas	9
1.3.3	Características técnicas de los aisladores	10
1.3.4	Documentos para aprobación	12
1.4	AISLADORES TIPO NEBLINA.....	12
1.4.1	Materiales del aislador	14
1.4.2	Partes metálicas	14
1.4.3	Características técnicas de los aisladores tipo neblina.....	15
1.4.4	Documentos para aprobación	16
1.5	AISLADORES SOPORTE	17
1.6	HERRAJES PARA CABLE CONDUCTOR.....	17
1.6.1	Grapas de suspensión para conductores	18
1.6.2	Grapas de retención para conductores.....	21
1.6.3	Grapas de compresión.....	23
1.7	PRUEBAS AISLADORES	25
1.7.1	Pruebas tipo.....	25
1.7.2	Pruebas de rutina.....	28
1.7.3	Pruebas de aceptación de los aisladores	29
1.8	PRUEBAS A HERRAJES.....	31
1.8.1	Pruebas tipo.....	32
1.8.1.1	Pruebas específicas grapas de retención.....	32
1.8.1.2	Pruebas específicas grapas de suspensión	33
1.8.1.3	Grapas a compresión Resistencia mecánica.....	33
	Resistencia eléctrica	34
1.8.2	Pruebas a muestras.....	34
1.8.3	Herrajes de las cadenas de aisladores	35
1.8.3.1	Pruebas tipo Prueba mecánica	35
	Prueba de efecto corona visible y radio interferencia	36

1.8.3.2 Pruebas a muestras..... 38

1.8.4 Pruebas de control de galvanizado 39

1.9 MARCAS Y EMBALAJE 40

1.10 MEDIDAS Y PAGOS..... 40

1.11 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS 41

1. AISLADORES

1.1 ALCANCE

Estas especificaciones técnicas establecen los requisitos técnicos para la fabricación, inspección, pruebas y suministro de los aisladores de vidrio, herrajes y accesorios para ser usados en el plan de expansión del sistema eléctrico Guatemalteco, correspondiente a las subestaciones del PET-1-2009, de las cuales la Subestación Chiantla 230/69/13.8kV forma parte.

1.2 NORMAS

Los aisladores, herrajes y accesorios deberán fabricarse y suministrarse de acuerdo con las exigencias contenidas en las siguientes especificaciones y en las normas relacionadas a continuación, cuando sean aplicables y siempre en su última versión revisada.

a) Normas de Guatemala:

- NTDOID: Normas Técnicas de Diseño y Operación de las Instalaciones de Distribución.
- NTDOST: Normas Técnicas de Diseño y Operación del Servicio de Transporte de Energía Eléctrica.
- NTT: Norma Técnica para la Expansión del Sistema de Transmisión.

b) AISI - American Iron and Steel Institute. Normas 301,302 y 304.

c) ANSI - American National Standards Institute.

- C29.1: Test methods for electrical power insulators.
- C29.2: Wet process porcelain and Toughened glass. Suspension type.
- C29.11: Tests for composite suspension insulators for overhead transmission lines.

d) ANSI/IEEE 4: Techniques for high-voltage testing.

e) ASTM: American Society for Testing and Materials

- A-123 Standard Specification for Zinc (Hot dip) Galvanized Coatings on Steel Products.
- A-153 Standard Specification for Zinc Coating (hot-dip) on Iron and Steel Hardware.

- ASTM C151-84 "Test method for autoclave expansion of Portland cement".
 - ASTM B6 "Standard Specification for Zinc"
 - Publicación IEC 61952: "Insulators for overhead lines - Composite line post insulators for a.c. with a nominal voltage greater than 1000 V".
 - Publicación IEC/TS 62073: "Guidance on the measurement of wettability of insulator surfaces".
 - Publicación IEC 62231: "Composite station post insulators for substations with a.c. voltages greater than 1 000 V up to 245 kV - Definitions, test methods and acceptance criteria".
 - A90 Weight of coating on zinc-coated (galvanized) iron or steel articles.
 - A239 Test for locating the thinnest spot in a zinc (galvanized) coating on iron or steel articles by the Preece test (copper sulfate dip).
 - A475 Zinc-coated steel wire strand.
 - E138 Standard method for wet magnetic particle inspection
 - E155 Reference radiographs for inspection of aluminum and magnesium castings, series II.
- a) CEI COMITATO ELETTROTECNICO ITALIANO
- CEI 7-9 Morsetteria per linee elettriche aeree per trasporto di energia con conduttori nudi.
- b) ICONTEC INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS
- 1097 Galvanizado por inmersión en caliente para herrajes y perfiles estructurales de hierro y acero
 - 1098
- c) IEEE INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS
- Paper No. 31TP65-156: Standardization of conductor vibration measurements
- d) IEC - International Electrotechnical Commission

- 60120: Dimensions of ball and socket coupling of string insulators units.
- 60372: Locking devices for ball and socket couplings of string insulator units: Dimensions and tests.
- 60471: Dimensions of clevis and tongue couplings of string insulator units.
- 61897: Overhead lines - Requirements and tests for Stockbridge type aeolian vibration dampers.
- 60685: Short-circuit currents - Calculation of effects.
- 61854: Overhead lines - Requirements and tests for spacers
- 60437: Radio interference test on high-voltage insulators
- e) NBR NORMA BRASILEIRA REGISTRADA
 - 7096 Ferragem eletrotécnicas para linhas de transmissão e subestações de alta e extra alta tensão.
- f) MILITARY STANDARD AND SPECIFICATION
 - MIL-STD 105. Sampling procedures and tables for inspection by attributes
- g) NEMA NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION
 - Methods of measurement of radio influence voltage (RIV) of high voltage apparatus. Pub. 107.

De acuerdo con los diseños de los fabricantes, pueden emplearse otras normas internacionalmente reconocidas equivalentes o superiores a las aquí señaladas, siempre y cuando se ajusten a lo solicitado. En este caso se deberá enviar con la propuesta una (1) copia en español o inglés de las normas utilizadas.

1.3 AISLADOR TIPO DISCO ESTÁNDAR

Los aisladores tipo disco serán del acople tipo “cuenca y bola” (ball and socket) y deberán cumplir en todos los aspectos con las Normas ANSI C29. Se aceptarán otros estándares internacionales siempre y cuando los requerimientos establecidos sean similares o superiores a los de las normas citadas.

00-TRE-PET109-SE-00-DIS-ES-9030

Revisión: 1

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA AISLADORES

PROYECTO EXPANSIÓN TRANSMISIÓN GUATEMALA PET-1-2009

El diseño de los aisladores deberá ser tal que los esfuerzos debidos a la expansión y contracción en cualquier parte del aislador no causen su deterioro. El contorno de las partes metálicas y del material aislante deberá ser tal que elimine áreas o puntos de alta concentración de flujo electrostático. Todas las partes ensambladas del aislador, que estén expuestas a la intemperie, deberán estar compuestas de materiales no higroscópicos.

Los aisladores serán de vidrio templado de primera calidad. El contorno de la campana deberá ser moldeado de tal forma que facilite su lavado y limpieza.

Los aisladores se deben diseñar tomando en cuenta que el área en que se ubica las subestaciones está en una zona tropical sujeta a intensas tormentas eléctricas. Además, su diseño deberá garantizar que soporten los esfuerzos típicos durante el manejo, transporte, almacenamiento e instalación.

Los herrajes para la fijación de la cadena de aisladores a las crucetas deberán tener las siguientes características:

- a) Los aisladores para los ensamblajes de subestaciones serán del tipo bola- cuenca (ball and socket) se deben suministrar con un sistema de bloqueo tipo chaveta de acero inoxidable.
- b) Todos los ensamblajes se diseñarán para permitir el reemplazo de sus componentes usando herramientas para trabajo con barras energizadas.
- c) El diseño de los aisladores será tal que los esfuerzos por expansión o compresión de cualquiera de sus partes, no produzca su rotura o deterioro, debiendo ser diseñados para dar resistencia mecánica adecuada y larga vida de servicio sin deterioro de las características de operación especificadas.
- d) Todos los aisladores serán simétricos y adecuados para un fácil lavado y limpieza.
- e) La superficie de vidrio estará libre de rugosidades y tendrá un acabado de color uniforme.

f) El vidrio no estará directamente en contacto con las partes metálicas y el cemento usado no originará fracturas por expansión o contracción ni reacciones químicas con las partes metálicas, debiendo tener un espesor uniforme.

g) Los materiales que se usan en la fabricación de los aisladores serán los siguientes:

Parte Aislante: vidrio.

Casquete: hierro maleable o dúctil.

Pin o pasador: acero inoxidable de alta resistencia

h) La rótula será de hierro maleable o dúctil y el vástago tipo bola será de acero de alta resistencia. La galvanización en caliente se efectuará de conformidad con las normas ASTM A153, después de haber manufacturado las piezas.

Los herrajes no deberán registrar ninguna acción química o sufrir roturas por dilatación en condiciones de servicio.

Cemento portland se utilizará para la unión entre el metal y la parte aislante. El cemento deberá tener una mínima expansión para evitar esfuerzos térmicos entre las juntas.

Sin embargo, una fina capa de un compuesto bituminoso especial se aplicará a la superficie del metal y la parte aislante para prevenir fallas por dilatación.

i) El diseño de los aisladores deberá reducir al mínimo los efectos de la radio interferencia y evitar excesivas concentraciones de esfuerzos eléctricos o mecánicos, en cualquier sección a lo largo de la superficie de contorno.

j) Características técnicas de los aisladores de suspensión: Los aisladores de tipo suspensión deberán tener las características eléctricas, mecánicas y dimensiones establecidas en las normas ANSI C29.2.

1.3.1 Materiales del aislador

El material aislante puede ser vidrio templado endurecido. Todos los aisladores incluidos en el suministro deberán ser del mismo color.

La caperuza (socket) se debe fabricar con hierro colado maleable o galvanizado en caliente o acero forjado. El pin debe fabricarse con acero inoxidable.

El cemento deberá ser preferiblemente Tipo “Portland” o “Aluminoso”, de alta calidad, homogéneo, con alta resistencia mecánica y deberá tener la propiedad de tener cambios mínimos de volumen debido a los cambios de temperatura y por envejecimiento. La expansión lineal deberá ser menor al 0.12 % en el ensayo de expansión en autoclave (ASTM C151) para eliminar el agrietamiento de las campanas por expansión del cemento.

El espesor del cemento será tan uniforme como sea posible y deberá tenerse especial cuidado durante el proceso de cementado, para obtener la localización correcta de las partes que forman el aislador. El cemento no deberá producir ninguna reacción química con las partes mecánicas.

Como medida para contrarrestar la corrosión del pin cada aislador deberá contar con un anillo de zinc (ánodo de sacrificio) alrededor del pin. Este anillo deberá

construirse con zinc con una pureza del 99.7% (Norma ASTM B6), y deberá estar fundido junto con el pin a fin de evitar descargas corona si existieran espacios entre los dos.

El área fundida deberá ser de por lo menos el 80% del área total entre el manguito y el vástago.

El manguito deberá sobresalir del cemento por lo menos 6 mm de longitud y 80% en volumen y deberá tener un espesor mínimo de 6.00 mm.

1.3.2 Partes metálicas

Las partes metálicas deberán diseñarse para transmitir los esfuerzos mecánicos a la campana por compresión y para proveer una distribución uniforme de tales esfuerzos.

Las partes metálicas deberán ser uniformes sin puntas o esquinas, libres de fisuras y no tendrán defectos tales como: huecos, arrugas o porosidades que disminuyan la rigidez mecánica y afecten la apropiada confiabilidad del material.

Las partes metálicas en contacto con el cemento deberán estar cubiertas con un compuesto flexible permanente para evitar acciones químicas entre el cemento y el acero galvanizado en caliente, para aliviar las diferencias de expansión entre el cemento y el metal.

Los aisladores deberán utilizar vástagos (pines) y chavetas en acero inoxidable y, caperuza en acero galvanizado en caliente; el acero debe ser de muy alta calidad, que garantice una alta resistencia mecánica y soporte sin problemas las condiciones ambientales del Proyecto. El acero a utilizar deberá tener las siguientes propiedades (Norma AISI 301, 302 o 304):

- a. Dureza Rockwell B88 a C30 o Vickers 220 a 290.
- b. Elongación media en 50 mm de longitud: 20 % mínimo.

La rótula de la caperuza deberá suministrarse con una chaveta de seguridad diseñada de acuerdo con la norma ANSI C29.2, de tal manera que permita una fácil instalación y un enclavamiento seguro contra desacoplamiento no intencionales durante la manipulación y el uso. Su longitud debe ser tal que las puntas no se proyecten más allá del borde de la rótula de la chaveta en posición de enclavamiento. La rótula debe ser simétrica en su forma y sin deformaciones.

Las chavetas (o seguros) deberán ser de acero inoxidable, o con aleaciones de bronce o cobre con un máximo de 15% de zinc, y permitir su remoción y reemplazo empleando el método de pértiga aislante (hot sticks) sin necesidad de remover la cadena completa de las estructuras.

Su diseño y construcción debe ser tal que en ninguna condición durante el manejo o en operación, excepto si hay una deformación extrema, se desplacen o desprendan accidentalmente o permitan la separación de los aisladores o de los herrajes del conjunto. Una vez fijados en su posición no deben tener facilidad para rotar. No se permitirá el seguro tipo "W".

La caperuza del aislador deberá diseñarse para apantallar completamente la cabeza de la chaveta. La perforación para la chaveta deberá localizarse en oposición a la abertura de la rótula.

1.3.3 Características técnicas de los aisladores

La resistencia mínima a la rotura de los arreglos de herrajes de al menos 160 kN. Las características técnicas que debe cumplir cada aislador de la cadena son las siguientes:

Descripción	Unidad	
Norma de Fabricación y pruebas		ANSI 52-8
Material aislante		Vidrio templado
Resistencia mecánica a tensión	kN	160
Esfuerzo residual	kN	80
Diámetro	mm	280
Distancia de paso	mm	146
Distancia de fuga mínima	mm	380
Tensión de flameo a baja frecuencia (mínima)		
en seco	kV	80
en húmedo	kV	50
Tensión crítica al impulso (onda de 15./50		
sg	kV	125
) en onda positiva	kV	130
en onda negativa		

Descripción	Unidad	
Tensión de prueba RMS a tierra	kV	10
Tensión de perforación a baja frecuencia	kV	130

El aislador de vidrio endurecido debe cumplir con la Norma ANSI C29.2 para choques térmicos.

Los aisladores deberán tener suficiente resistencia mecánica para soportar esfuerzos mecánicos a los que están sometidos por cargas máximas de viento, severo abuso mecánico, descargas electro atmosféricas, arcos de energía y condiciones de contaminación desfavorables (salinidad, corrosión, gases y lluvia ácida, humo, polvo, neblina, etc).

1.3.4 Documentos para aprobación

Antes de iniciar la fabricación, el Proveedor someterá a la revisión de TRECSA los siguientes documentos:

- Plano del aislador en al menos dos vistas mostrando el tipo y número de catálogo, las dimensiones principales, carga de rotura, datos eléctricos, distancia de fuga, todas las marcas, dimensiones principales, peso unitario.
- Descripción del proceso de manufactura y del sistema de calidad de la planta, especificación de los materiales y certificaciones de las pruebas tipo.

1.4 AISLADORES TIPO NEBLINA

El diseño de los aisladores deberá ser tal que los esfuerzos debidos a la expansión y contracción en cualquier parte del aislador no causen su deterioro. El contorno de las partes metálicas y del material aislante deberá ser tal que elimine áreas o puntos de alta concentración de flujo electrostático. Todas las partes ensambladas del aislador, que estén expuestas a la intemperie, deberán estar compuestas de materiales no higroscópicos.

Los aisladores serán de vidrio templado de primera calidad. El contorno de la campana deberá ser moldeado de tal forma que facilite su lavado y limpieza.

Los herrajes para la fijación de la cadena de aisladores a las crucetas deberán tener las siguientes características:

- a) Los aisladores para los ensamblajes de subestaciones serán del tipo bola-cuenca (ball and socket) se deben suministrar con un sistema de bloqueo tipo chaveta de acero inoxidable.
- b) Todos los ensamblajes se diseñarán para permitir el reemplazo de sus componentes usando herramientas para trabajo con líneas energizadas.
- c) El diseño de los aisladores será tal que los esfuerzos por expansión o compresión de cualquiera de sus partes, no produzca su rotura o deterioro, debiendo ser diseñados para dar resistencia mecánica adecuada y larga vida de servicio sin deterioro de las características de operación especificadas.
- d) Todos los aisladores serán simétricos y adecuados para un fácil lavado y limpieza.
- e) La superficie de vidrio estará libre de rugosidades y tendrá un acabado de color uniforme.
- f) El vidrio no estará directamente en contacto con las partes metálicas y el cemento usado no originará fracturas por expansión o contracción ni reacciones químicas con las partes metálicas, debiendo tener un espesor uniforme.
- g) Los materiales que se usan en la fabricación de los aisladores serán los siguientes:

Parte Aislante: vidrio.

Casquete: hierro maleable o dúctil.

Pin o pasador: acero inoxidable de alta resistencia

- h) La rótula será de hierro maleable o dúctil y el vástago tipo bola será de acero de alta resistencia. La galvanización en caliente se efectuará de conformidad con las normas ASTM A153, después de haber manufacturado las piezas.

Los herrajes no deberán registrar ninguna acción química o sufrir roturas por dilatación en condiciones de servicio.

Cemento portland se utilizará para la unión entre el metal y la parte aislante. El cemento deberá tener una mínima expansión para evitar esfuerzos térmicos entre las juntas.

Sin embargo, una fina capa de un compuesto bituminoso especial se aplicará a la superficie del metal y la parte aislante para prevenir fallas por dilatación.

- i) El diseño de los aisladores deberá reducir al mínimo los efectos de la radio interferencia y evitar excesivas concentraciones de esfuerzos eléctricos o mecánicos, en cualquier sección a lo largo de la superficie de contorno.

1.4.1 Materiales del aislador

El material aislante puede ser vidrio templado endurecido. Todos los aisladores incluidos en el suministro deberán ser del mismo color.

La caperuza (socket) se debe fabricar con hierro colado maleable o galvanizado en caliente o acero forjado. El pin debe fabricarse con acero inoxidable.

1.4.2 Partes metálicas

Las partes metálicas deberán diseñarse para transmitir los esfuerzos mecánicos a la campana por compresión y para proveer una distribución uniforme de tales esfuerzos.

Las partes metálicas deberán ser uniformes sin puntas o esquinas, libres de fisuras y no tendrán defectos tales como: huecos, arrugas o porosidades que disminuyan la rigidez mecánica y afecten la apropiada confiabilidad del material.

Las partes metálicas en contacto con el cemento deberán estar cubiertas con un compuesto flexible permanente para evitar acciones químicas entre el cemento y el acero galvanizado en caliente, para aliviar las diferencias de expansión entre el cemento y el metal.

Los aisladores deberán utilizar vástagos (pines) y chavetas en acero inoxidable y, caperuza en acero galvanizado en caliente; el acero debe ser de muy alta calidad, que garantice una alta resistencia mecánica y soporte sin problemas las condiciones ambientales del Proyecto. El acero a utilizar deberá tener las siguientes propiedades (Norma AISI 301, 302 o 304):

- a. Dureza Rockwell B88 a C30 o Vickers 220 a 290.
- b. Elongación media en 50 mm de longitud: 20 % mínimo.

La rótula de la caperuza deberá suministrarse con una chaveta de seguridad diseñada de acuerdo con la norma ANSI C29.2, de tal manera que permita una fácil instalación y un enclavamiento seguro contra desacoplamiento no intencionales durante la manipulación y el uso. Su longitud debe ser tal que las puntas no se proyecten más allá del borde de la rótula de la chaveta en posición de enclavamiento. La rótula debe ser simétrica en su forma y sin deformaciones.

Las chavetas (o seguros) deberán ser de acero inoxidable, o con aleaciones de bronce o cobre con un máximo de 15% de zinc, y permitir su remoción y reemplazo empleando el método de pértiga aislante (hot sticks) sin necesidad de remover la cadena completa de las estructuras.

Su diseño y construcción debe ser tal que en ninguna condición durante el manejo o en operación, excepto si hay una deformación extrema, se desplacen o desprendan accidentalmente o permitan la separación de los aisladores o de los herrajes del conjunto. Una vez fijados en su posición no deben tener facilidad para rotar. No se permitirá el seguro tipo "W".

La caperuza del aislador deberá diseñarse para apantallar completamente la cabeza de la chaveta. La perforación para la chaveta deberá localizarse en oposición a la abertura de la rótula.

1.4.3 Características técnicas de los aisladores tipo neblina

La resistencia mínima a la rotura de los arreglos de herrajes será de al menos 160 kN.

Las características técnicas que debe cumplir cada aislador de la cadena, de acuerdo con la Norma ANSI C29, son las siguientes:

Descripción	Unidad	
Material aislante		Vidrio templado
Resistencia mecánica a tensión	kN	160
Esfuerzo residual	kN	80
Diámetro	mm	330
Distancia de paso	mm	146
Distancia de fuga mínima	mm	545
Tensión de flameo a baja frecuencia (mínima) en seco	kV	105
en húmedo	kV	65
Tensión crítica al impulso (onda de 15./50 sg)	kV	170
) en onda positiva	kV	160
Tensión de prueba RMS a tierra	kV	10
Tensión de perforación a baja frecuencia	kV	130

El aislador de vidrio endurecido debe cumplir con la Norma ANSI C29.2 para choques térmicos.

Los aisladores deberán tener suficiente resistencia mecánica para soportar esfuerzos mecánicos a los que están sometidos por cargas máximas de viento, severo abuso mecánico, descargas electro atmosféricas, arcos de energía y condiciones de contaminación desfavorables (salinidad, corrosión, gases y lluvia ácida, humo, polvo, neblina, etc.

1.4.4 Documentos para aprobación

Antes de iniciar la fabricación, el Proveedor someterá a la revisión de TRECSA los siguientes documentos:

- Plano del aislador en al menos dos vistas mostrando el tipo y número de catálogo, las dimensiones principales, carga de rotura, datos eléctricos, distancia de fuga, todas las marcas, dimensiones principales, peso unitario.

- Descripción del proceso de manufactura y del sistema de calidad de la planta, especificación de los materiales y certificaciones de las pruebas tipo.

1.5 AISLADORES SOPORTE

Los aisladores de soporte deben ser cilíndricos de núcleo macizo, preferiblemente conformados por unidades intercambiables, con aislamiento de porcelana y deben ser suministrados completos, con los accesorios para ser fijados a las estructuras de soporte de equipos.

Además, se deben suministrar con la estructura soporte tubular y conector terminal.

1.6 HERRAJES PARA CABLE CONDUCTOR

El conjunto de herrajes para cable conductor se deberá diseñar para un arreglo de 1 y 2 conductores para los barrajes y conexiones de 230 KV de las subestaciones con cable del tipo AAC GLADIOLUS 1510.5 Kcmil con una separación de 200 mm cuando el arreglo es de dos conductores. Los herrajes para cable conductor de los barrajes y conexiones de 138 KV y 69 KV de las subestaciones serán con cable del tipo AAC COWSLIP 2000 Kcmil 1 conductor fase.

La resistencia mínima a la rotura de los arreglos de herrajes será de al menos 160 kN.

Las suspensiones del conductor y las retenciones se harán mediante aisladores de vidrio.

El diseño detallado de los herrajes para los aisladores deberá hacerse de tal manera que los herrajes permitan el uso de equipo para mantenimiento en caliente y la articulación del conjunto en todos los sentidos, con el fin de evitar la flexión de la columna de aisladores. La conexión de la grapa de suspensión al primer herraje de la cadena deberá permitir conexión poliarticulada, es decir que permita el movimiento en todas las direcciones.

Todas las chavetas o pines de seguridad que se utilicen en las cadenas deberán ser de acero galvanizado en caliente y deberán cumplir con las normas AISI 301, 302 ó 304, con una elongación de por lo menos 20% en 2 pulgadas, una dureza Vickers entre 220 y 290 y de sección aproximadamente semicircular.

Las chavetas deben quedar en la dirección de la estructura a fin de facilitar su remoción y reemplazo usando el método de pértiga aislante (hot stick) para el mantenimiento de líneas energizadas.

Los acoples de recibidor – bola deberán cumplir con lo establecido en la Norma IEC 60120. El diseño debe ser adecuado para poder utilizarlos en líneas de alta tensión de 230 kV, especialmente en lo que se refiere a minimizar los voltajes de radio interferencia y a evitar la aparición de corona visible.

Todos los materiales deberán cumplir las características especificadas en un rango de temperatura de 10°C a 120°C.

Todas las partes de acero de los elementos deberá ser galvanizado en caliente con un porcentaje de galvanizado del 4,5% del peso, excepto en el caso de pernos, tuercas y arandelas, en que se aceptará un porcentaje de galvanizado del 3,5% del peso.

Todos los grilletes y los componentes del tipo "horquilla" deberán ser suministrados con un pasador de acero galvanizado de alta resistencia con tuerca y provisto de chaveta.

Los pasadores deberán tener un diámetro adecuado para las perforaciones en las estructuras.

Los accesorios deben estar térmicamente diseñados para soportar la corriente de falla de al menos 50kA sin que ocurra soldadura en el área de contacto con las piezas que conecta.

1.6.1 Grapas de suspensión para conductores

De requerirse grapas de suspensión, deberán ser forjadas, de aleación de aluminio de alta resistencia, de fabricación liviana y apropiadas para uso con los conductores especificados, incluyendo las respectivas varillas de blindaje. El punto de giro de la grapa deberá coincidir con el eje del conductor.

Las grapas de suspensión deben soportar los esfuerzos mecánicos y térmicos que se puedan presentar durante el transporte, manejo, instalación y operación hasta 120°C.

Las grapas deberán evitar la deformación de los conductores o sus varillas de blindaje o la separación de los hilos que los conforman. El eje longitudinal de la grapa deberá permitir la máxima libertad de oscilación en el plano vertical. El canal de soporte y los canales de las piezas de ajuste deberán ser acampanados y sus sistemas de fijación deberán garantizar la distribución uniforme de la presión sobre el conductor, a todo lo largo de la grapa.

Las grapas de suspensión para el conductor deberán poder girar libremente en el plano vertical que contiene al conductor, alrededor de un eje horizontal normal a este plano y que pasa por el centro del conductor o sobre este (tipo “free center”). Las grapas deberán girar 45° como mínimo, hacia arriba y hacia abajo de la línea horizontal.

La garganta soportante deberá tener curvatura continua en el plano vertical, con radios variables progresivamente para permitir un ángulo de entrada y de salida del conductor, de hasta 30° (debido a la posibilidad de torres ubicadas en cumbres).

Los extremos de la garganta soportante deberán terminar en forma de campana y sus bocas deberán ser amplias y ligeramente abiertas.

Todas las piezas que forman la grapa deberán quedar lisas y libres de protuberancias o cualquier otra irregularidad y las aristas o bordes de la grapa deberán ser redondeadas para minimizar las concentraciones de campo y la radio interferencia.

Las pérdidas eléctricas de las grapas de suspensión a 900 A y 60 Hz no deben superar los 22 vatios.

Las características mecánicas que deberán cumplir las grapas son:

- a) Resistencia mínima a la tracción igual al 60% de la tensión de rotura del conductor especificado.
- b) Carga de deslizamiento no inferior al 20% ni superior al 25% de la tensión de rotura del conductor especificado para lo cual deberá adecuarse el torque de los tornillos y permitir el deslizamiento del conductor cuando la tensión se encuentre dentro de dicho rango.
- c) Ángulos de entrada y de salida del conductor de por lo menos 30° hacia abajo y 10° hacia arriba, con respecto al plano horizontal de la grapa.

El material usado en la fabricación del cuerpo de la grapa de suspensión y su abrazadera o pieza de apriete, deberá ser de aleación de aluminio con un contenido máximo de cobre del 0.1%. La aleación deberá ser resistente a la corrosión por tensión (esfuerzo), por hendidura o intergranular, y debe tener las siguientes propiedades:

- Dureza : mínimo 75 HB.
- Resistividad : máxima 60 nΩm a 20°C

Los pernos de apriete deberán ser de acero galvanizado y suministrados con tuercas y arandelas. Las tuercas y las cabezas de los pernos deberán ser hexagonales.

Los pernos o tornillos que mediante un torque garantizan la carga de deslizamiento, deberán poder soportar un torque adicional del 50% sin que se presente ningún daño al perno o tornillo, a la tuerca o al herraje mismo.

Las grapas deberán ser de tipo no magnético, diseñadas para que las pérdidas eléctricas cumplan lo especificado en el ensayo de pérdidas magnéticas.

Las grapas de suspensión para el conductor deberán soportar, sin ninguna deformación permanente, una tensión de deslizamiento mínima del cuarenta y cinco por ciento (45%) de la tensión nominal a la rotura del conductor.

La fuerza de grapado debe ser de al menos 112 kN a un torque de 60 N-m. La resistencia mínima al deslizamiento de las grapas de suspensión para el conductor deberá obtenerse con esta fuerza de grapado garantizando que no cause ningún daño al conductor y que minimice las concentraciones de tensión.

Las grapas de suspensión para el conductor deberán poder usarse con el conductor equipado con armaduras preformadas. Como alternativa se aceptarán grapas tipo AGS (Armour Grip Support). En cualquiera de los casos la longitud mínima de las varillas preformadas será de 2000 mm, y deberán terminar de forma plana con una transición suave hacia el conductor. Cada conjunto de armaduras deberá llevar una cinta en que se identifique el tipo y calibre del conductor en el que se emplea. Todas las varillas de cada conjunto deberán tener el punto medio marcado con tinta indeleble para permitir su correcto alineamiento durante la instalación. Para la selección del tipo de armadura se debe considerar la dirección de cableado y la posibilidad de que se instalen amortiguadores en el conductor.

Cada grapa debe ser marcada con letras en alto o bajo relieve con la siguiente información:

- Símbolo o marca registrada.
- Tipo o número de catálogo.
- Diámetros de aplicación.

El empaque debe proveer protección adecuada durante los procesos ordinarios de embarque, manipulación, y almacenamiento.

Cada empaque (caja o paleta) deberá estar marcado con un método que no se destruya durante el transporte ni el almacenamiento, indicando la siguiente información:

- Número de orden.
- Origen: Fabricante o marca registrada.
- Descripción del contenido y número de catálogo.
- Número de unidades incluidas en el empaque.
- Peso y volumen del paquete.

1.6.2 Grapas de retención para conductores

Las grapas de retención para el conductor especificado deberán ser del tipo compresión, de aleación de aluminio de alta resistencia, de fabricación liviana y apropiada para uso con los conductores especificados. Cada grapa de retención deberá tener una resistencia mínima a la tracción sin deslizamiento del 95% de la resistencia a la rotura del conductor especificado. Con esta carga se debe garantizar que no ocurre deslizamiento, grietas ni roturas en ninguno de los hilos.

Las grapas de anclaje se deben suministrar con un terminal de conexión que pueda ser apernado a 0° o 30°. La conexión con pernos entre la grapa tipo compresión y su terminal deberá poseer por lo menos cuatro (4) pernos. Las superficies de la conexión con pernos, que hacen contacto eléctrico, deberán ser pulidas hasta obtener una terminación plana y suave al tacto. Estas superficies, al ser embaladas, deberán ser protegidas adecuadamente con un envoltorio resistente y que no se desprenda durante el transporte, manipulación o almacenamiento de la conexión.

Las grapas deben estar diseñadas para no causar daño por fatiga en el conductor, y deberán tener capacidad para soportar una corriente de cortocircuito de al menos 50 kA.

La conductividad eléctrica y la capacidad de corriente de cada grapa no deberá ser menor que la del conductor respectivo.

Cada una de las grapas deberá suministrarse completa, con todos sus pernos, arandelas de presión, tuercas hexagonales de bordes redondeados, piezas fijadoras, terminal para el puente ("jumper") y un terminal en ojo alargado (óvalo) de acero de alta resistencia. Las superficies de asiento del conductor y de las piezas fijadoras de la grapa deberán ser uniformes y pulidas, sin escorias, escamas, ni protuberancias. El suministro de la grapa deberá incluir el compuesto antioxidante y las instrucciones para su instalación.

Los elementos a compresión deberán venir rellenos con grasa antioxidante. Este compuesto deberá cumplir con los requerimientos especificados en el numeral "Empalmes a compresión".

El material con el cual están confeccionadas las grapas de anclaje deberá ser tal que impida la corrosión por efecto de la acción electrolítica entre las grapas y el conductor.

Los herrajes de acero deben ser galvanizados por inmersión en caliente.

Cada grapa debe ser marcada con letras en alto o bajo relieve con la siguiente información:

- Símbolo o marca registrada.
- Tipo o número de catálogo.
- Diámetro del conductor.

El empaque debe proveer protección adecuada durante los procesos ordinarios de embarque, manipulación, y almacenamiento.

Cada empaque (caja o paleta) deberá estar marcado con un método que no se destruya durante el transporte ni el almacenamiento, indicando la siguiente información:

- Número de orden.
- Origen: Fabricante o marca registrada.
- Descripción del contenido y número de catálogo.
- Número de unidades incluidas en el empaque.
- Peso y volumen del paquete.

El diseño detallado de los herrajes para los aisladores deberá hacerse de tal manera que los herrajes permitan el uso de equipo para mantenimiento en caliente y la articulación del conjunto de todos los sentidos, con el fin de evitar la flexión de la columna de aisladores.

y la articulación del conjunto en todos los sentidos, con el fin de evitar la flexión de la columna de aisladores. La conexión de la grapa de suspensión al primer herraje de la cadena deberá permitir conexión poliarticulada, es decir que permita el movimiento en todas las direcciones.

Todas las chavetas o pines de seguridad que se utilicen en las cadenas deberán ser de acero galvanizado en caliente y deberán cumplir con las normas AISI 301, 302 o 304, con una elongación de por lo menos 20% en 2 pulgadas, una dureza.

1.6.3 Grapas de compresión

Las grapas deberán ser del tipo tubular de compresión para el conductor especificado, de aleación de aluminio de alta resistencia, de fabricación liviana y apropiada para uso con los conductores especificados. Cada grapa de retención deberá tener una resistencia mínima a la tracción sin deslizamiento del 95% de la resistencia a la rotura del conductor especificado. Con esta carga se debe garantizar que no ocurre deslizamiento, grietas ni roturas en ninguno de los hilos.

Las grapas deberán ser del tipo tubular de compresión apropiados para el conductor especificado. Las grapas para el conductor deberán consistir de una junta tubular de compresión de por lo menos el 90% de pureza, Las derivaciones deberán ser fabricadas en base a aluminio puro, realizándose la unión con las paletas de la grapa mediante 4 tornillos de acero galvanizado en caliente, equipados con arandelas de asiento y de bloqueo del tipo grower. Las superficies de contacto entre paletas (palas) y derivación serán mecanizadas a fin de garantizar un contacto eléctrico óptimo. Las derivaciones, una vez colocadas en su posición normal, deberán tener un ángulo de salida de 30° sobre la vertical, pudiéndose colocar en sentido contrario, en cuyo caso su posición coincidirá con la vertical, deberá ser mecanizado de ambas partes de contacto de la derivación.

Las piezas terminales de enganche émbolos, deberán ser de acero forjado galvanizado en caliente, con un alargamiento elevado para facilitar la compresión sobre las almas de acero de los conductores. Todo el conjunto deberá soportar la corriente de falla mínima de 50 kA.

Las grapas tipo compresión deberán tener una reducción cónica en su extremo, no inferior a 50 mm. Los bordes de estos conos deberán ser redondeados con un radio de curvatura igual o mayor a 2 mm.

Cada grapa en su conjunto deberá tener una resistencia mínima a la tracción equivalente al 95% de la resistencia a la rotura del conductor respectivo y por lo menos su misma conductividad y capacidad de corriente.

El conductor no deberá deslizarse dentro de la grapa cuando esté sometido a la tracción antes especificada. El empalme tampoco deberá permitir el movimiento relativo de las capas del conductor durante su ensamblaje.

Cada grapa deberá tener marcas que indiquen el número de parte, calibre en que se aplica, y lado de compresión que se debe usar. Además, deberá tener marcas en los puntos en que se debe comprimir.

La resistencia eléctrica entre el extremo final de la grapa instalado y el punto del conductor adyacente debe ser de un máximo del 3,5% de la resistencia de un tramo de un (1) metro del conductor respectivo.

Deben ser resistentes a la corrosión atmosférica y no provocar corrosión galvánica en los conductores.

El aluminio y la aleación de aluminio deben contener un máximo de 0,1% de Cobre, y no ser propensos a presentar corrosión por tensión (esfuerzo).

El acero debe ser galvanizado, de acuerdo con la Norma ASTM A123.

Preferiblemente las grapas deberán venir previamente llenados con la grasa de contactos. El compuesto de relleno se suministrará de preferencia en los elementos y accesorios desde fábrica, o se podrá suministrar en latas o tubos, debiendo también suministrarse el dispositivo para su aplicación.

La grasa debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- Soportar el calentamiento de corta duración debido a la temperatura que puede alcanzar el conductor durante un corto circuito (200°C, ver Norma IEC 60685)
- Proteger el aluminio y el acero galvanizado contra la corrosión, y mantener esta propiedad a largo plazo en los ambientes en que normalmente se instalan los conductores
- No reducir la resistencia del conductor ni, particularmente, su resistencia a la fatiga
- Ofrecer posibilidad de aplicarla al conductor a temperatura ambiente (room temperature) y mantener su adhesividad al metal en cuestión
- El fabricante debe indicar el o los componentes (thickener) que se incluyen en la sustancia

Antes de iniciar la fabricación, el Fabricante someterá a la revisión de TRECSA los siguientes documentos:

- Plano mostrando la grapa, e indicando la siguiente información: el tipo y número de catálogo, dimensiones principales, carga de ruptura, todas las marcas, peso unitario.
- Descripción del proceso de manufactura y del sistema de calidad de la planta, especificación de los materiales y certificaciones de las pruebas tipo.
-

Cada manguito de empalme debe estar marcado con letras en alto o bajo relieve con la siguiente información:

- Símbolo o marca registrada.
- Tipo o número de catálogo.
- Diámetro del conductor.
- Número de dato a emplear.
- Marcas en los puntos de compresión.

La grapa debe proveer protección adecuada durante los procesos ordinarios de embarque, manipulación, y almacenamiento. En caso de que los empates previamente se hallen llenos de grasa, deberán empacarse individualmente o con tapas en los extremos para evitar su contaminación.

Cada empaque (caja o paleta) deberá estar marcado con un método que no se destruya durante el transporte ni el almacenamiento, indicando la siguiente información:

- Número de orden.
- Origen: Fabricante o marca registrada.
- Descripción del contenido y número de catálogo.
- Número de unidades incluidas en el empaque.
- Peso y volumen del paquete.

1.7 PRUEBAS AISLADORES

TRECSA informara si es necesario su acompañamiento a la ejecución de las pruebas con la presencia de un representante. Los costos causados por el funcionario de TRECSA para la asistencia a las pruebas serán a cargo de TRECSA.

El Fabricante deberá garantizar en todo momento el acceso a los procesos constructivos, registros de pruebas y control de calidad.

Se deberán realizar los siguientes tipos de pruebas: Pruebas tipo, pruebas de rutina y pruebas de aceptación.

1.7.1 Pruebas tipo

El objetivo de estas pruebas es verificar las características del aislador que dependen principalmente de su diseño. Se llevan a cabo sólo una vez con el objeto de calificar el diseño del aislador o el proceso de fabricación. Las pruebas tipo se realizan en aisladores del primer lote de producción de un diseño

específico. Por lo tanto, si los aisladores suministrados son estándar, basta con presentar certificados de las pruebas tipo. En caso de que sea un nuevo diseño, se deberán realizar estas pruebas indicadas más adelante dentro y sus costos deben estar incluidos en los precios de los aisladores. Estos certificados deberán entregarse al menos 30 días calendario antes de iniciar la fabricación del suministro para el proyecto.

Las pruebas tipo se deben repetir sólo si se modifican las dimensiones o materiales del aislador, o si el proceso de fabricación se ha cambiado y esto tiene efectos en alguna de sus características. Sólo se deben repetir las pruebas relevantes para aquellas características que se hayan modificado o que puedan verse afectadas.

Las siguientes pruebas se deben haber realizado al diseño de los aisladores:

- Prueba de voltaje de contorno a frecuencia industrial en seco, según ANSI C29.2 cláusula 8.2.1 – “Low frequency dry flashover test”. Se tomarán al azar 3 aisladores de un lote y se ensayarán de acuerdo a la cláusula nombrada anteriormente. Si el valor promedio de flameo en seco de los tres aisladores no resulta igual o mayor que el 95% del valor nominal de flameo en seco, se considerará que no se cumplen los requisitos de la Norma.
- Prueba de voltaje de contorno a frecuencia industrial bajo lluvia (en húmedo), según ANSI C29.2 cláusula 8.2.2 – “Low frequency wet flashover test”. Se tomarán al azar 3 aisladores de un lote y se ensayarán de acuerdo a la cláusula nombrada anteriormente, con la excepción de que, para los aisladores de distribución usados generalmente en una posición horizontal, la disposición del montaje puede ser similar a la orientación en el servicio. Si el valor promedio de flameo bajo lluvia (en húmedo) de los tres aisladores no resulta igual o mayor que el 90% del valor nominal de flameo en húmedo, se considerará que no se cumplen los requisitos de la Norma.
- Prueba de voltaje crítico tipo impulso positivo y negativo, según ANSI C29.2 cláusula 8.2.3 – “Critical impulse flashover test - positive and negative”. Se seleccionan al azar 3 aisladores para el ensayo de flameo impulso crítico, positivo y tres para el ensayo de flameo a impulso crítico, negativo, y se ensayarán de acuerdo a la cláusula nombrada anteriormente. Si el valor promedio de los resultados de cada grupo no

resulta igual o mayor que el 92% del valor nominal de flameo a impulso crítico, se considerará que no se cumple con los requisitos de la Norma.

- Prueba de radiointerferencia, según ANSI C29.2 cláusula 8.2.4 – “Radio - Influence voltage test”. Se toman al azar 3 aisladores y se ensayarán de acuerdo a la cláusula nombrada anteriormente. Si uno o más aisladores no cumplen los requisitos, se seleccionan al azar, tres aisladores adicionales y se ensayan. Si uno o más de los aisladores adicionales no cumple los requisitos, se considerará que no se cumplen los requisitos de la Norma.
- Prueba de ciclo de carga termomecánico, según ANSI C29.2 cláusula 8.2.5 – “Thermal -mechanical load cycle test”. Se seleccionan al azar 10 aisladores ensamblados y se someten al ensayo del ciclo de carga termomecánica. Los aisladores, que pueden estar conectados en serie o en paralelo siempre que cada uno de ellos esté cargado igualmente, se someten a 4 ciclos de 24 horas, con ciclos de enfriamiento y calentamiento de la cámara de ensayo con una carga de tracción mínima aplicada simultáneamente y mantenido al 60% de la resistencia mecánica y eléctrica combinada nominal de los aisladores. Cada ciclo de 24 horas comenzará con un periodo de enfriamiento durante el cual se mantendrá una temperatura baja de -30°C por un periodo de al menos 4 horas. El periodo de enfriamiento debe estar seguido por un periodo de calentamiento, durante el cual se debe mantener una temperatura alta de 40°C por un periodo de al menos 4 horas.

Durante las cuatro horas de los periodos extremos de temperatura, la temperatura ambiente del aire se debe mantener a la temperatura extrema especificada de 5°C. No se especifica la tasa de cambio de temperatura. La carga de tracción se retira por completo y se reaplica después del primero, segundo, y tercer ciclo térmico de 24 horas. Después del cuarto ciclo térmico, en el enfriamiento a la temperatura ambiente, se retira la carga de tracción. Los diez aisladores se someten entonces a un ensayo eléctrico y mecánico combinado, de acuerdo a la cláusula nombrada anteriormente.

- Prueba de choque térmico, según ANSI C29.2 cláusula 8.2.6 – “Thermal shock test”. Se seleccionan al azar 5 aisladores y se ensayan durante 10 ciclos completos de acuerdo a la cláusula nombrada anteriormente. La temperatura del baño de agua caliente debe ser aproximadamente de 96°C, y la temperatura del baño de agua fría aproximadamente de

4°C. Si uno o más aisladores falla, se seleccionan al azar cinco aisladores adicionales y se ensayan. Si uno o más de estos aisladores adicionales falla, se considerará que no se cumplen los requisitos de la Norma.

- Prueba de resistencia mecánica residual, según ANSI C29.2 cláusula 8.2.7 – “Residual -Strength test”. Se seleccionan al azar 25 unidades ensambladas y se les rompen sus cubiertas. Ninguna porción del cuerpo debe quedar por fuera del diámetro máximo de la caperuza. A continuación, se somete cada ensamble a un ensayo de resistencia mecánica de acuerdo a la cláusula nombrada anteriormente.
- Prueba de resistencia al impacto, según ANSI C29.2 cláusula 8.2.8 – “Impact test”. Se seleccionan al azar 3 aisladores ensamblados y se ensayarán de acuerdo a la cláusula nombrada anteriormente. El ejemplar de ensayo se instala en la máquina de ensayo. Si uno o más aisladores no cumple los requisitos dados, se seleccionan al azar tres aisladores ensamblados adicionales y se ensayan. Si falla uno o más de los aisladores adicionales, se considerará que no se cumplen los requisitos de la Norma.
- Prueba de la chaveta de sujeción para los aisladores tipo cuenca y bola, según ANSI C29.2 cláusula 8.2.9 – “Cotter key test”. Para tres muestras de ensayo de aisladores cuenca y bola, la fuerza de desenganche de la chaveta debe estar entre 111 y 667 N, para tres operaciones de bloqueo y desbloqueo.
- Prueba de expansión del cemento, si en el ensamble de los aisladores se usa cemento Portland, éste debe tener un límite de expansión en autoclave de menos del 0.12% cuando se ensaye de acuerdo con la Norma ASTM C151-84 “Test method for autoclave expansion of Portland cement”.

1.7.2 Pruebas de rutina

La finalidad de estas pruebas es eliminar los aisladores que tengan defectos de fabricación. Se aplica a todas las unidades fabricadas, según las normas ANSI C29, antes de su empaque.

Las siguientes pruebas son las que se le deben realizar a todos los aisladores:

- Ensayos de choque térmico (Frío a Caliente), según ANSI C29.2 cláusula 8.4.1 – “Cold to hot thermal shock test”. Cada cuerpo de aislador de vidrio templado se somete a choque térmico desde la temperatura ambiente hasta una temperatura de al menos 300°C más alta que la del ambiente, manteniendo el cuerpo a esta temperatura al menos durante un minuto. Todas las cubiertas de vidrio templado que se quiebren, no cumplen los requisitos de la Norma.
- Ensayos de choque térmico (Caliente a frío), según ANSI C29.2 cláusula 8.4.2 – “Hot to cold thermal shock test”. Cada cuerpo de aislador de vidrio templado se sumerge rápida y completamente en agua a una temperatura no mayor de 50°C, habiendo precalentado el cuerpo del aislador con aire o cualquier otro medio hasta una temperatura mínima de 100°C mayor que la del agua. Todos los cuerpos de los aisladores de vidrio templado que se quiebren, no cumplen con los requisitos de la Norma.
- Ensayos de resistencia mecánica a la tracción, según ANSI C29.2 cláusula 8.4.3 – “Tension proof test”. Cada aislador ensamblado se somete a un ensayo de tracción, de acuerdo a la cláusula nombrada anteriormente. La carga aplicada debe ser la que se muestra en la tabla aplicable de la Norma. Todos los aisladores que fallen no cumplen los requisitos de la Norma.
- Ensayos de voltaje de contorno, según ANSI C29.2 cláusula 8.4.4 – “Flashover test”. Cada aislador se somete a un ensayo de flameo rutinario, de acuerdo a la cláusula nombrada anteriormente. Todos los aisladores que se perforan, no cumplen con los requisitos de la Norma.

1.7.3 Pruebas de aceptación de los aisladores

El objetivo de estas pruebas es verificar las características del aislador y la calidad del material empleado. Se harán en aisladores seleccionados de manera aleatoria de los lotes que previamente hayan aprobado las pruebas de rutina.

Los aisladores deberán someterse a las siguientes pruebas de aceptación:

- Inspección visual y dimensional, según ANSI C29.2 cláusula 8.3.1 – “Visual and dimension all test”. Se debe verificar que la superficie expuesta del aislador después del ensamble, debe ser lisa y libre de imperfecciones.
Con respecto a la inspección dimensional, se seleccionan al azar tres aisladores del lote y se verifican sus dimensiones comparando con las dimensiones del dibujo del fabricante. Si uno o más de estos aisladores no está conforme, dentro de las tolerancias de fabricación, con las dimensiones dadas en este dibujo, se considerará que el lote no cumple con los requisitos de la Norma.
- Ensayos de porosidad, según ANSI C29.2 cláusula 8.3.2 – “Porosity test”. Se seleccionan ejemplares de prueba en aisladores de vidrio destruidos en otros ensayos, y se ensayarán de acuerdo a la cláusula nombrada anteriormente. La penetración del colorante en el cuerpo del aislador constituirá falla del lote en cuanto al cumplimiento de los requisitos de la Norma.
- Ensayos de galvanizado, según ANSI C29.2 cláusula 8.3.3 – “Galvanizing test”. Se seleccionan al azar, cinco piezas representativas de cada tipo de herraje galvanizado usado con los aisladores, y se ensayarán de acuerdo a la cláusula nombrada anteriormente. Se distribuyen al azar 5 a 10 mediciones sobre toda la superficie. Tanto el valor del espesor promedio para cada ejemplar individual como el promedio de toda la muestra deben ser iguales o mayores que lo siguiente:

	Promedio de toda la muestra	Promedio del ejemplar individual
Herrajes (Except	86 micrómetro	79 micrómetros
Tuercas/pernos	53 micrómetro	43 micrómetros

Si el promedio de un ejemplar o si el promedio de toda la muestra no cumple con lo indicado en la tabla anterior, se seleccionan al azar diez ejemplares adicionales del mismo tipo de herraje y se ensayan. Si esta segunda muestra los criterios de espesor mínimo, se considerará que el lote no cumple con los requisitos de la Norma.

- Ensayo combinado de resistencia eléctrica y mecánica, según ANSI C29.2 cláusula 8.3.4 – “Combined and electrical strenght test”.
Se seleccionan al azar en el lote, diez aisladores ensamblados, y se ensayarán de acuerdo a la cláusula nombrada anteriormente.
- Ensayos de perforación, según ANSI C29.2 cláusula 8.3.5 – “Puncture test”.
Se seleccionan al azar cinco aisladores ensamblados, y se ensayarán de acuerdo a la cláusula nombrada anteriormente.

1.8 PRUEBAS A HERRAJES

Sobre los materiales y equipos que constituyen el Suministro se efectuarán las pruebas que se indican en este documento, con el objeto de comprobar que el Suministro responde a las condiciones exigidas en las Especificaciones Técnicas.

El Fabricante deberá indicar en el programa de fabricación el nombre y ubicación de los laboratorios que se emplearán para las pruebas definidas en este capítulo. Los laboratorios deberán contar con certificaciones de entes certificadores reconocidos internacionalmente. TRECSA se reserva el derecho a aprobar u objetar los laboratorios propuestos.

El Fabricante deberá garantizar en todo momento el acceso a los procesos constructivos, registros de pruebas y control de calidad.

El Fabricante deberá notificar a TRECSA, con una anticipación mínima de 30 días, la fecha de la ejecución de las pruebas, con el fin de decidir y planear la asistencia a las pruebas, si lo considera necesario. Con la misma antelación se deberán enviar los protocolos de prueba a TRECSA a fin de que hagan las observaciones u objeciones que consideren necesarias.

Antes de iniciar las pruebas, el laboratorio responsable deberá presentar al representante de TRECSA los certificados de calibración de todos los equipos de medición que serán empleados en las mismas, y los procedimientos de calibración respectivos. Estos certificados deben haber sido emitidos por algún Laboratorio o Instituto de Metrología reconocido internacionalmente y no tener más de seis meses desde su emisión. TRECSA se reserva el derecho de objetar la realización de las pruebas si la información entregada no es satisfactoria.

El Fabricante deberá encargarse de redactar los Certificados de las pruebas una vez estas se hayan realizado, y de entregar tres copias a TRECSA. En caso de que TRECSA no haya participado en las pruebas, estos certificados se enviarán a TRECSA al menos 30 días calendario antes de proceder al envío de los

materiales respectivos. TRECSA se reserva el derecho de objetar el envío de dichos materiales si considera que los resultados de las pruebas no son satisfactorios.

El Fabricante asumirá todos los costos directos e indirectos para la ejecución de las pruebas. Si los resultados de las pruebas obligan a su repetición todos los costos asociados serán cubiertos por el Fabricante.

En las instalaciones del Fabricante se deben realizar las siguientes pruebas.

1.8.1 Pruebas tipo

Las pruebas tipo o de diseño se definen como pruebas normalmente hechas por el fabricante para verificar que el diseño reúne todos los requisitos estipulados en estas especificaciones técnicas. El Contratista deberá someter y presentar a TRECSA los reportes de prueba describiendo en detalle su ejecución y los resultados obtenidos.

TRECSA podrá objetar la fabricación de cualquier elemento si no se han aceptado los resultados de las pruebas de diseño (pruebas tipo). Si el elemento no cumple, la fabricación será objetada hasta tanto no se presente un nuevo diseño, TRECSA no tenga observaciones ni objeciones al mismo y el elemento cumpla satisfactoriamente las pruebas. En caso tal de que el diseño inicial no pase las pruebas, el FABRICANTE no tendrá derecho a ampliación del plazo de entrega del suministro y todos los costos adicionales correrán por cuenta del fabricante. Cualquier costo que sea necesario para reemplazar materiales defectuosos o para modificar el diseño será a su cargo.

Las pruebas tipo serán las especificadas para cada tipo de herraje y accesorio en los siguientes párrafos.

1.8.1.1 Pruebas específicas grapas de retención

Sobre las grapas de tensión propuestas se efectuarán un ensayo para verificar que sus propiedades mecánicas sean las definidas en las especificaciones. Se tomarán tres ejemplares del mismo diseño al que se incluirá en el suministro.

La grapa se instalará en un cable con las mismas características del que se empleará en las subestaciones. La longitud libre de cable a ambos lados de la grapa será de 3 metros.

El conjunto se instalará en una máquina de pruebas a tensión, aplicando la fuerza entre el extremo de cable libre y el elemento previsto en la grapa para la sujeción de la cadena de aisladores. Se aplicará una tensión igual 61% del valor nominal de rotura para el cable empleado, luego se incrementará lentamente hasta llegar al 90% de la tensión nominal de rotura por un período de un minuto.

Luego la carga se incrementará lentamente hasta llegar al 100% de la tensión nominal de rotura. La carga se mantendrá por un minuto al cabo del cual se dará la prueba por concluida. La grapa no debe experimentar agrietamiento, roturas, ni algún otro tipo de falla durante la prueba.

1.8.1.2 Pruebas específicas grapas de suspensión

Sobre las grapas de suspensión propuestas se efectuarán un ensayo para verificar que sus propiedades mecánicas sean las definidas en las especificaciones. Se tomarán tres ejemplares del mismo diseño al que se incluirá en el suministro. La grapa se instalará en un conductor o alambre con un diámetro exterior igual al del conductor en el cual se empleará. Los pernos se colocarán con el torque especificado por el fabricante.

El conjunto se instalará en una máquina de pruebas a tensión de manera que el ángulo de salida corresponda al máximo de diseño. La carga se irá incrementando en pasos hasta llegar al 55% de la tensión nominal de rotura de la grapa. Cada paso de incremento será de un 10% del valor final máximo. Cada condición de carga se mantendrá por un minuto. No se debe presentar deformación permanente al final de cada incremento de carga ni deslizamiento en el conductor.

1.8.1.3 Grapas a compresión

Resistencia mecánica

Sobre las grapas propuestas se efectuarán un ensayo para verificar que sus propiedades mecánicas sean las definidas en las especificaciones. Se tomarán tres ejemplares del mismo diseño al que se incluirá en el suministro.

Cada grapa se instalará en un cable con las mismas características del que se empleará en las subestaciones. La longitud libre de cable a ambos lados de la grapa será de 3 metros.

El conjunto se instalará en una máquina de pruebas a tensión, aplicando la fuerza entre los extremos del cable. La carga se incrementará gradualmente hasta alcanzar el 90% de la tensión nominal de rotura del conductor empleado en la prueba. Esta carga se mantendrá por cinco minutos. El conductor no debe sufrir deslizamiento o desplazamiento. Luego la carga se incrementará hasta alcanzar

el 100% de la tensión nominal de ruptura. No deberá producirse ningún deslizamiento antes de alcanzar el 95% de la carga de ruptura de dicho conductor.

La grapa no debe experimentar agrietamiento, roturas, ni algún otro tipo de falla durante la prueba.

Resistencia eléctrica

Se debe instalar la grapa en un tramo del conductor con las mismas características del que se empleará en las subestaciones. La resistencia eléctrica medida entre el punto del conductor más cercano al manguito de empalme y el borde de este deberá ser menor o igual al 3.5% de la resistencia eléctrica de un tramo de 1 metro de conductor respectivo. La medición se hará en ambos extremos del manguito de empalme.

La resistencia eléctrica entre los dos puntos del conductor más cercanos al manguito deberá ser como máximo igual al 55% del valor de la resistencia eléctrica de un tramo del conductor con una longitud igual a la del empalme.

1.8.2 Pruebas a muestras

Para todos los accesorios cubiertos en esta sección se realizarán los ensayos a muestras descritos más adelante. El tamaño de la muestra a probar se determinará con base en el tamaño del lote fabricado empleando los siguientes criterios:

Tamaño del lote	Tamaño de la muestra
1 a 100	3 unidades
101-10000	1% pero no menos de 3
Superior a 10000	0.5% pero no menos de 10

En todos los accesorios se realizarán las siguientes pruebas:

- Verificación de dimensiones
- Galvanizado: De acuerdo con la Norma ISO 2178 realizando de tres (3) a (10) mediciones distribuidas uniformemente en el elemento

bajo prueba.

- Prueba de calentamiento: se realizará sobre grapas que efectúen conexiones en el conductor. Todas las uniones de los conductores que estén sometidos a tracción, se probarán con la carga máxima de trabajo. La corriente con la que se probarán las uniones será de 840 A con una frecuencia de 50 — 60 Hz. La duración de la prueba será de 6 horas. La temperatura de las distintas partes se leerá a intervalos regulares. Una vez terminado el calentamiento se efectuará también una medición de la caída de tensión entre ambos lados de la unión. El resultado de la prueba será satisfactorio si el aumento de temperatura y resistencia es inferior a la de un tramo de conductor de la misma longitud. Al terminar la prueba, el empalme se desmontará completamente; no deberá presentar huellas de calentamiento locales ni quemaduras o fusiones en la grapa o en el conductor.
- Embalaje y marcas
- Mediante muestras en el lote, se debe verificar que los accesorios cumplan con los requerimientos de identificación y marcas definidos en las especificaciones técnicas.

Los criterios de aceptación serán los definidos en la norma citada en cada numeral.

1.8.3 Herrajes de las cadenas de aisladores

El Fabricante de los herrajes de cable conductor deberá realizar las siguientes pruebas a las cadenas completas integradas por los aisladores y los herrajes.

1.8.3.1 Pruebas tipo

Prueba mecánica

Se realizará una prueba para verificar las propiedades mecánicas de los conjuntos. Se hará sobre tres muestras a menos que se acuerde una cantidad diferente.

El conjunto completo, excluyendo los aisladores, grapas, se instalará en una máquina de tensión y se aplicará carga lentamente en incrementos del 10% de la carga máxima de trabajo hasta llegar al 100% de dicha carga. Esta tensión se mantendrá por un período de 5 minutos. Luego se eliminará la carga y se verificarán todos los componentes de la cadena. Ninguno debe presentar agrietamiento, roturas ni deformación permanente.

Prueba de efecto corona visible y radio interferencia

Durante la ejecución de estas pruebas se llevará un control y registro de las condiciones de presión atmosférica, temperatura y humedad del aire para efectuar las correcciones en los resultados de acuerdo a las normas correspondientes.

Las pruebas se deberán realizar sobre una cadena de suspensión y una de anclaje completas, incluyendo aisladores, herrajes, y grapas.

Las pruebas se llevarán a cabo bajo una simulación monofásica de las condiciones reales de tensión trifásica bajo las cuales operará las barras de la subestación (tensión fase-tierra de $\sqrt{3} V_n / 3$ kV, siendo V_n la tensión nominal). La simulación monofásica deberá reproducir, tan real como sea posible, la distribución de gradiente de potencial en la superficie del conductor usado en las cadenas de suspensión y anclaje.

La longitud mínima de conductor para las pruebas de las cadenas de suspensión deberá ser de 10 m, mientras que para las pruebas de las cadenas de anclaje será de 5 m. El conductor a emplear será el que se usará en el proyecto, o en su defecto un tubo de aluminio sin asperezas del mismo diámetro.

Antes de empezar las pruebas el conductor y todos los elementos de la cadena deberán limpiarse con un paño antiestático para remover polvo, grasa y otras impurezas.

Para las cadenas de anclaje, la longitud libre de conductor desde el punto donde éste sale de la grapa deberá ser al menos 1.3 veces la distancia entre el conductor y el plano de tierra de la prueba.

Deberá mantenerse una distancia no inferior a 1.5 veces la longitud de la cadena de aisladores entre el modelo, las paredes, techo y equipo de laboratorio.

El extremo libre del conductor y su conexión al transformador de alta tensión deberán apantallarse adecuadamente de tal manera que esté libre de corona visible durante las pruebas.

Previamente a las pruebas, el Fabricante deberá presentar a TRECSA los cálculos que muestren que el “mock-up” producirá los valores de tensión eléctrica especificados.

Para dar los resultados como satisfactorios, las cadenas de suspensión y retención deberán estar libres de todo efecto corona visible positivo o negativo hasta el 110% de la tensión nominal fase tierra. Además, la tensión de radio interferencia medida de acuerdo con la Norma IEC-60437 deberá ser menor al valor indicado a continuación, o a su equivalente para condiciones diferentes a las

indicadas: Tensión de RI máxima (impedancia de medición de 150 ohmios) para 230 kV: 150 μ V.

Para el efecto corona visible a 60 Hz, se considerará como resultado de la prueba la tensión más alta bajo la cual el conjunto esté libre de dicho efecto, sea positivo o negativo.

El laboratorio deberá estar en completa oscuridad. Después de esperar algunos minutos para que el observador se acostumbre al entorno, se aumentará la tensión aplicada hasta que el efecto corona sea claramente visible en el conjunto bajo prueba. La tensión deberá mantenerse en este valor durante un (1) minuto y luego reducirse gradualmente hasta que desaparezca todo el efecto visible. Para mejorar la precisión en el valor de extinción de la corona, la tensión aplicada deberá aumentarse y reducirse varias veces alrededor del valor de extinción.

El procedimiento deberá repetirse tres veces y el menor valor de las tensiones medidas se considerará como el valor de tensión de extinción del efecto corona. El resultado se considerará satisfactorio si la tensión de extinción es mayor a 110% el valor de la tensión nominal fase-tierra correspondiente a condiciones atmosféricas estándar.

Deberán tomarse fotografías en el laboratorio virtualmente oscuro bajo las condiciones de prueba, tanto para la tensión nominal como para las tensiones correspondientes a condiciones de corona visible y extinción de corona. Cada elemento bajo prueba deberá fotografiarse al menos desde dos ángulos para permitir su completa identificación. Las fotografías deben estar inmediatamente disponibles para la inspección y comparación con la realidad de la prueba. Las fotografías deberán tomarse por encima y por debajo del nivel del conductor de tal manera que muestren el efecto corona en los aisladores y en todas las partes de los herrajes y accesorios energizados. En cada fotografía deberá indicarse la tensión de prueba. Deberán tomarse fotografías adicionales de referencia desde cada posición de la cámara con las luces del laboratorio encendidas para mostrar la posición relativa del elemento bajo prueba y el equipo de laboratorio.

La prueba para determinar la tensión de extinción del efecto corona visible no deberá llevarse a cabo simultáneamente con la prueba para determinar las características de radio interferencia, sin embargo ambas se pueden realizar sobre el mismo objeto, con el mismo montaje y con la menor diferencia posible de tiempo entre ambas. No se permitirá ninguna modificación entre prueba y prueba.

Las mediciones de Radio Interferencia (RI) deberán realizarse de acuerdo a la norma IEC 60437 a 1 MHz. El nivel máximo de ruido ambiental deberá estar por 10 dB por debajo del nivel de RI medido para la tensión de prueba.

Cuando se aplique la tensión de prueba deberán adoptarse los siguientes procedimientos:

- Una tensión de prueba igual al 110% de la tensión nominal deberá aplicarse durante cinco (5) minutos con aumento gradual de tensión.
- La tensión deberá reducirse luego en pasos hasta cero, aumentarse de nuevo gradualmente al valor de prueba, mantenerse durante cinco (5) en este valor y finalmente rebajarse por pasos hasta cero.
- Para cada caso deberán efectuarse y registrarse las medidas de RI. Los niveles registrados durante la última etapa descendente deberán graficarse en función de la tensión aplicada. La curva obtenida deberá considerarse como la característica de RI del elemento bajo prueba.

Los pasos entre cero y la tensión de prueba y viceversa deberán ser de 15 kV para valores superiores al 50% de la tensión nominal fase-tierra, y de 25 kV para valores inferiores a dicho porcentaje.

Las medidas de RI deberán complementarse con observaciones adicionales con el fin de localizar las fuentes de interferencia.

Para la observación visual en la oscuridad deberán emplearse binóculos con el fin de localizar las posibles fuentes de efecto corona. También pueden localizarse por medio de un detector ultrasónico de características direccionales.

Los resultados se considerarán satisfactorios si cumplen con los valores especificados en este procedimiento para cada caso.

1.8.3.2 Pruebas a muestras

Para todos los accesorios incluidos en esta sección se realizarán los ensayos a muestras descritos más adelante. El tamaño de la muestra a probar se determinará con base en el tamaño del lote fabricado empleando los siguientes criterios:

Tamaño del	Tamaño de la muestra
1 a 100	3 unidades
101-10000	1% pero no menos de 3
Superior a 10000	0.5% pero no menos de 10

En todos los accesorios se realizarán las siguientes pruebas:

- Verificación de dimensiones

- Galvanizado: De acuerdo con la Norma ISO 2178 realizando de tres (3) a (10) mediciones distribuidas uniformemente en el elemento bajo prueba.
- Verificación de ensamble, para comprobar el correcto ajuste y libertad de movimiento de todos los elementos componentes.
- Embalaje y marcas
- Mediante muestras en el lote, se debe verificar que los aisladores cumplan con los requerimientos de identificación y marcas definidos en las especificaciones técnicas.

TRECSA deberá revisar y aprobar los certificados de las pruebas mencionadas antes del despacho.

1.8.4 Pruebas de control de galvanizado

Para la determinación de la masa de zinc en los Herrajes, deberá utilizarse el método magnético, tomando 5 medidas del espesor del galvanizado sobre cada muestra. El promedio aritmético de las medidas no debe ser menor que el valor indicado en la siguiente tabla (Norma ASTM A153-82, Reaprobada 1987):

Si el promedio aritmético de una cualquiera de las muestras o solo una muestra individual incumplen, deberá realizarse una nueva prueba con un muestreo igual a dos veces el muestreo inicial. Cuando dos muestras o más no son satisfactorias, el lote completo será rechazado.

Adicionalmente, cuando sea requerido, se debe realizar la prueba de Preece, como se especifica a continuación, para verificar la uniformidad de la capa de cinc de conformidad con la norma ASTM A239 y la masa de cinc por unidad de área. La capa de cinc de los especímenes de prueba debe soportar, sin que se presenten depósitos de cobre metálico, 6 baños de 1 min, en el caso de piezas con recubrimiento clase A ó B, ó 4 baños de 1 min en el caso de piezas con recubrimientos clases C ó D, como se especifica en la norma ASTM A153.

El peso de la capa de cinc deberá determinarse como se describe en la norma ASTM A90 y deberá ser igual o mayor que los valores mínimos especificados en la norma ASTM A153, para cada clase de material.

1.9 MARCAS Y EMBALAJE

Cada aislador deberá presentar el símbolo de identificación del fabricante, la clase ANSI, el año de su fabricación, además de su resistencia electromecánica. Estas marcas deberán ser legibles y durables y, no dañar la integridad física del aislador.

Los aisladores serán empacados individualmente en cajas de madera, lo suficientemente resistentes y con la apropiada protección, de modo que se protejan las campanas del aislador, en el manejo y transporte. Las cajas deben ser reforzadas con cintas de acero.

Los aisladores deberán ser cuidadosamente embalados y debidamente protegidos para resistir las operaciones de embarque, desembarque y transporte.

Cada caja deberá estar marcada con un método que no se destruya durante el transporte ni el almacenamiento, así mismo, deben ser resistentes a la intemperie, indicando la siguiente información:

- Número de orden de compra.
- Origen: Fabricante o marca registrada.
- Descripción del contenido y número de catálogo.
- Características mecánicas
- Número de unidades incluidas en el empaque.
- Peso y volumen del paquete.

1.10 MEDIDAS Y PAGOS

Las medidas para el pago de los aisladores serán hechas de acuerdo a la cantidad real a ser suministrada y al valor establecido en la Tabla de Cantidades y Precios.

1.11 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS

CARACTERÍSTICAS GARANTIZADAS PARA AISLADORES TIPO ESTÁNDAR RETENCIÓN		
Descripción	REQUERIDO	OFRECIDO
Fabricante		
Modelo o código del aislador (Según catálogo)		
Tipo	Estándar	
Clase ANSI	52-8	
Material Aislante	Vidrio templado	
Material metálico	Acero forjado galvanizado	
Material del pasador (pin)	Acero inoxidable	
Norma de fabricación	ANSI C29.2	
<u>Características Dimensionales:</u>		
• Diámetro máximo (mm)	280	
• Distancia de paso (altura) (mm)	146	
• Distancia de fuga mínima (mm)	380	
• Tipo de acoplamiento	Cuenca y bola	
•		
<u>Características Mecánicas:</u>		
• Resistencia mecánica a tensión (kN)	160	
• Esfuerzo residual (kN)	80	
•		
<u>Características Eléctricas:</u>		
• Tensión de flameo a baja frecuencia (mínima) en seco (kV)	80	
• Tensión de flameo a baja frecuencia (mínima) en húmedo (kV)	50	
• Tensión crítica al impulso en onda positiva +(kV)	125	
• Tensión crítica al impulso en onda negativa - (kV)	130	
• Tensión de prueba RMS a tierra (kV)	10	
• Tensión de perforación a baja frecuencia (kV)	130	
•		

Nota: El fabricante deberá contemplar para la formación de cadenas de aisladores el número de aisladores por cadena considerando, el nivel de tensión y una altura sobre el nivel del mar de la subestación.

- **CARACTERISTICAS TECNICAS GARANTIZADAS DE AISLADORES DE SOPORTE DE 245 KV**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
1	Fabricante			
2	País			
3	Referencia			
	a) Aislador para instalación vertical			
	b) Aislador para montaje invertido			
4	Norma		IEC 60273	
5	Tipo IEC			
	c) Aislador para instalación vertical		C6-1050	
	d) Aislador para montaje instalación invertido		C8-1050	
6	Número de unidades en el aislador de soporte completo			
7	Material del aislador		Porcelana	
8	Tensión asignada (U_r)	kV	245	
9	Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo (U_p)	kV	1050	
10	Tensión asignada soportada a la frecuencia industrial en	kV	460	

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
	húmedo (U _d)			
11	Número de unidades en el aislador de soporte completo			
	e) Aislador para instalación vertical			
	f) Aislador para montaje instalación invertido			
12	Clase de severidad de contaminación del sitio (SPS) según IEC 60815		Media	
13	Distancia de fuga específica unificada (USCD) corregida según IEC 60815	mm	Indicar	
14	Distancia de arco	mm		
15	Datos sísmicos			
	a) Frecuencia natural	Hz		
	b) Coeficiente de amortiguamiento crítico	%		
16	Características mecánicas aislador vertical C6			
	a) Carga de ruptura a la flexión (Po)	N	6000	
	b) Carga de ruptura a la torsión	Nm	3000	
17	Características mecánicas aislador invertido C8			
	a) Carga de ruptura a la flexión (Po)	N	8000	
	b) Carga de ruptura a la torsión	Nm	4000	
18	Cargas admisibles en los bornes			
	a) Estática	N		
	b) Dinámica	N		
19	Esfuerzo máximo admisible en material aislante	daN/mm ²		
20	Dimensiones para transporte (Alto x Ancho x Largo)	m		
21	Volumen total para transporte	m ³		
22	Cumplimiento con el sistema de calidad		ISO 9000/2000	

• **CARACTERISTICAS TECNICAS GARANTIZADAS DE AISLADORES DE SOPORTE DE 145 KV**

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
1	Fabricante			
2	País			
3	Referencia			
a) Aislador para instalación vertical				
b) Aislador para montaje invertido				
4	Norma		IEC 60273	
5	Tipo IEC			
	a) Aislador para instalación vertical		C6-650	
	b) Aislador para montaje instalación invertido		C8-650	
6	Número de unidades en el aislador de soporte completo			
7	Material del aislador		Porcelana	
8	Tensión asignada (U_r)	kV	145	
9	Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo (U_p)	kV	650	
10	Tensión asignada soportada a la frecuencia industrial en húmedo (U_d)	kV	275	
11	Número de unidades en el aislador de soporte completo			
a) Aislador para instalación vertical				
b) Aislador para montaje instalación invertido				
12	Clase de severidad de contaminación del sitio (SPS) según IEC 60815		Media	
13	Distancia de fuga específica unificada (USCD) corregida según IEC 60815	mm	Indicar	
14	Distancia de arco	mm		
15	Datos sísmicos			
	a) Frecuencia natural	Hz		

	b) Coeficiente de amortiguamiento crítico	%		
16	Características mecánicas aislador vertical C6			
	a) Carga de ruptura a la flexión (Po)	N	6000	
	b) Carga de ruptura a la torsión	Nm	3000	
17	Características mecánicas aislador invertido C8			
	a) Carga de ruptura a la flexión (Po)	N	8000	
	b) Carga de ruptura a la torsión	Nm	4000	
18	Cargas admisibles en los bornes			
	a) Estática	N		
	b) Dinámica	N		
19	Esfuerzo máximo admisible en material aislante	daN/mm2		
20	Dimensiones para transporte	m		
	(Alto x Ancho x Largo)			
21	Volumen total para transporte	m3		
22	Cumplimiento con el sistema de calidad		ISO 9000/2000	

• CARACTERISTICAS TECNICAS GARANTIZADAS DE AISLADORES DESOPORTE 72.5 KV

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
1	Fabricante			
2	País			
3	Referencia			
	a) Aislador para instalación vertical			
	b) Aislador para montaje invertido			
4	Norma		IEC 60273	
5	Tipo IEC			
	a) Aislador para instalación vertical		C6-325	
	b) Aislador para montaje instalación invertido		C8-325	
6	Número de unidades en el aislador de soporte completo			
7	Material del aislador		Porcelana	
8	Tensión asignada (U_i)	kV	72,5	
9	Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo (U_p)	kV	325	
10	Tensión asignada soportada a la frecuencia industrial en húmedo (U_d)	kV	140	
11	Número de unidades en el aislador de soporte completo			
	a) Aislador para instalación vertical			
	b) Aislador para montaje instalación invertido			
12	Clase de severidad de contaminación del sitio (SPS) según IEC 60815		Media	
13	Distancia de fuga específica unificada (USCD) corregida según IEC 60815	mm	Indicar	
14	Distancia de arco	mm		
15	Datos sísmicos			
	a) Frecuencia natural	Hz		
	b) Coeficiente de amortiguamiento crítico	%		

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
16	Características mecánicas aislador vertical C6			
	a) Carga de ruptura a la flexión (Po)	N	6000	
	b) Carga de ruptura a la torsión	Nm	3000	
17	Características mecánicas aislador invertido C8			
	a) Carga de ruptura a la flexión (Po)	N	8000	
	b) Carga de ruptura a la torsión	Nm	4000	
18	Cargas admisibles en los bornes			
	a) Estática	N		
	b) Dinámica	N		
19	Esfuerzo máximo admisible en material aislante	daN/mm2		
20	Dimensiones para transporte (Alto x Ancho x Largo)	m		
21	Volumen total para transporte	m3		
19	Cumplimiento con el sistema de calidad		ISO 9000/2000	

CARACTERISTICAS TECNICAS GARANTIZADAS DE AISLADORES 17,5 KV

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
1	Fabricante			
2	País			
3	Referencia			
	c) Aislador para instalación vertical			
	d) Aislador para montaje invertido			
4	Norma		IEC 60273	
5	Tipo IEC			
	c) Aislador para instalación vertical		C6-95	
	d) Aislador para montaje instalación invertido		C8-95	
6	Número de unidades en el aislador de soporte completo			
7	Material del aislador		Porcelana	
8	Tensión asignada (U _r)	kV	17,5	
9	Tensión asignada soportada al impulso tipo rayo (U _p)	kV	95	
10	Tensión asignada soportada a la frecuencia industrial en húmedo (U _d)	kV	38	

00-TRE-PET109-SE-00-DIS-ES-9030

Revisión: 1

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA AISLADORES

PROYECTO EXPANSIÓN TRANSMISIÓN GUATEMALA PET-1-2009

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	REQUERIDO	OFRECIDO
11	Número de unidades en el aislador de soporte completo			
	c) Aislador para instalación vertical			
	d) Aislador para montaje instalación invertido			
12	Clase de severidad de contaminación del sitio (SPS) según IEC 60815		Media	
13	Distancia de fuga específica unificada (USCD) corregida según IEC 60815	mm	Indicar	
14	Distancia de arco	mm		
15	Datos sísmicos			
	c) Frecuencia natural	Hz		
	d) Coeficiente de amortiguamiento crítico	%		
16	Características mecánicas aislador vertical C6			
	c) Carga de ruptura a la flexión (Po)	N	6000	
	d) Carga de ruptura a la torsión	Nm	3000	
17	Características mecánicas aislador invertido C8			
	c) Carga de ruptura a la flexión (Po)	N	8000	
	d) Carga de ruptura a la torsión	Nm	4000	
18	Cargas admisibles en los bornes			
	c) Estática	N		
	d) Dinámica	N		
19	Esfuerzo máximo admisible en material aislante	daN/mm2		
20	Dimensiones para transporte (Alto x Ancho x Largo)	m		
21	Volumen total para transporte	m3		
22	Cumplimiento con el sistema de calidad		ISO 9000/2000	