



# ET531 Tablero de protección de baja tensión para montaje en poste

## ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

Revisión #:	Entrada en vigencia:
2	01 Agosto 2019



Esta información ha sido extractada de la plataforma Likinormas de Enel colombia en donde se encuentran las normas y especificaciones técnicas. Consulte siempre la versión actualizada en <http://likinormas.enelcol.com.co>





## 1. OBJETO

Establecer las características, requisitos y ensayos técnicos que deben cumplir los tableros de protección de los circuitos de **baja tensión** utilizados en los centros de transformación MT/BT tipo poste.

## 2. ALCANCE

La presente especificación aplica a todos los tableros de protección de **Baja Tensión** adquiridos o instalados en los centros de distribución de MT/BT tipo poste en el **sistema** de distribución de Enel Colombia S.A. ESP

## 3. CONDICIONES DE SERVICIO

Los tableros de protección de **baja tensión** serán instalados en sistemas de distribución, para distribuir y proteger los circuitos de distribución de acuerdo con las siguientes condiciones generales del **sistema** :

CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES	
a. Altura sobre el nivel del mar	2700 m
b. Ambiente	Tropical
c. Humedad	Mayor al 90%
d. Temperatura máxima y mínima	40°C y -5°C respectivamente
e. Contaminación	Media
f. Instalación	A la intemperie, para sujeción a poste

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS	
a. Tensión nominal	208/120V ó 120/240V



b. Conexión	Trifásica tetrafilar ó monofásica trifilar
c. Frecuencia nominal	60 Hz

Los tableros serán instalados en todos los centros de transformación MT/BT tipo poste, a la salida de los circuitos de bornes de transformador, con el fin de proteger los circuitos de distribución.

## 4. SISTEMA DE UNIDADES

Todos los documentos técnicos, deben expresar las cantidades numéricas en unidades del **sistema** Internacional (S.I.). Si se usan catálogos, folletos o planos, en sistemas de unidades diferentes, deben hacerse las conversiones respectivas.

## 5. NORMAS RELACIONADAS

NORMA	DESCRIPCIÓN
NTC-IEC 61439-1	Conjuntos de equipos de <b>baja tensión</b> . parte 1: reglas generales
IEC 61439-5	Low-voltage switchgear and controlgear assemblies. part 5: assemblies for power distribution in public networks
NTC-IEC 60529	Grados de protección dados por encerramientos de <b>equipo eléctrico</b> (código IP)
IEC 60947-2	Low-voltage switchgear and controlgear - part 2: circuit-breakers
NTC ISO 2859-1	Procedimientos de muestreo para <b>inspección</b> por atributos. Parte 1: planes de muestreo determinados por el nivel aceptable de <b>calidad</b> -NAC- para <b>inspección lote a lote</b> .
NTC-IEC 62262	Grados de protección proporcionados por los encerramientos de equipos eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK)
NTC 3916	<b>Método de ensayo</b> para la resistencia a la tracción de recubrimientos, utilizando probadores portátiles de adherencia
ENEL GST001	MV/LV TRANSFORMERS
ENEL GSCL009	Technical specification of low voltage aerial bundled cables with rated voltage Uo/U(Um) 0,6/1.0 (1,2) kV
ENEL GSCL003	Automatic four-pole circuit-breakers with 40/630 A rated current for secondary substations
ET-507	Interruptores para tableros de protección de <b>baja tensión</b> en poste.



Pueden emplearse otras normas internacionalmente reconocidas equivalentes o superiores a las aquí señaladas, siempre y cuando se ajusten a lo solicitado en la presente **especificación técnica**.

Las normas citadas en la presente especificación (o cualquier otra que llegare a ser aceptada por Enel Colombia S.A.) se refieren a su última revisión.

## 6. REQUERIMIENTOS TÉCNICOS PARTICULARES

### 6.1 CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

El **tablero** será construido de acuerdo con la definición panel encapsulado, encerrado por todos los lados inclusive en la parte frontal. No deberá disponer de aberturas externas y su grado de protección mínimo será IP-55 según la norma NTC-IEC 60529, además debe ser resistente a impactos mecánicos externos con mínimo grado IK 10 acorde a NTC-IEC 62262.

El **tablero** debe ser construido con materiales de la mejor **calidad** debiéndose descartar el empleo de materiales alterables por la humedad, radiación solar y otras condiciones ambientales desfavorables, además el **tablero** deber ser compacto, liviano y con estructura completamente rígida e indeformable, con una envolvente sin bordes o esquinas agudas o cortantes.

El encerramiento (o envolvente) deberá tener una resistencia mecánica suficiente para resistir los esfuerzos electromecánicos a los que puede estar sometido en condiciones nominales y de **falla**.

El **tablero** debe tener integradas las protecciones correspondientes a los circuitos provenientes de los bornes de **baja tensión** del transformador de distribución. Se ubicarán hasta dos interruptores automáticos tetrapolares, con el objetivo de proteger cada una de las bajantes (circuitos de BT) en un solo **tablero** de protección de **baja tensión**. La selección de los conductores y de los interruptores de **baja tensión** se hará de acuerdo con la potencia del transformador y número de bajantes como señala el Anexo 1.

Para el izaje del **tablero**, se dispondrán de dos anillos de izaje localizados en la parte superior. Los anillos deben ser capaces de soportar hasta 2 veces el peso total del **tablero** con todos sus componentes, como mínimo un elemento tipo M8. La soldadura de los puntos de izaje debe ser con materiales de alta **calidad** y acabado óptimo. Internamente el **tablero** debe tener un refuerzo que no permite la deformación en el izaje.

La entrada y salida de cables al **tablero** se dispondrá por la parte inferior del mismo usando prensaestopas conforme el calibre del conductor de la bajante, con el propósito de garantizar la hermeticidad y el grado IP. Ver requisitos del numeral 6.7 de la presente especificación.

El **tablero** debe ser fácilmente **accesible**. Para el **sistema** de cierre debe contar con una cerradura



multipunto (3 puntos de cierre) en acero inoxidable o zamak, con **sistema** de barras accionado mediante cerradura de **seguridad** de perno metálico, la cabeza del tornillo de cierre debe ser tipo triangular. La envolvente y la puerta deberán estar diseñadas de tal forma que una vez cerrada garantice su condición estructural y su hermeticidad.

El tamaño del **tablero** debe prever la futura implementación de telecontrol mediante la adición de mandos motorizados a los interruptores termomagnéticos en el frente de estos.

## 6.2 PARTES ESTRUCTURALES

---

La envolvente y la puerta deben ser construidas en lámina de acero galvanizado Z-275.

Con el objetivo de evitar acumulación de agua en la parte superior del **tablero**, se debe garantizar un ángulo de desnivel para generar el desagüe hacia la parte trasera del **tablero**.

El montaje en poste será por medio de dos cintas de acero inoxidable de 5/8" ( **ET-450** Cinta y hebilla de acero inoxidable) las cuales serán suministradas por Enel Colombia SA ESP, el fabricante debe tener en cuenta el uso de este accesorio para adecuar el **sistema** de soporte del **tablero**.

El **tablero** deberá ser diseñado para sostener en forma segura los componentes. Todos los elementos internos que soportan equipos eléctricos deberán estar en condiciones de resistir los esfuerzos electrodinámicos producidos por las corrientes de **falla** del **sistema** en el cual están instalados.

El **tablero** debe incluir cuatro perfiles con perforaciones cada 25 mm, sobre los cuales se fijará la bandeja de soporte de los interruptores. Esta bandeja debe traer todos los accesorios necesarios para fijar a la estructura e instalar uno o dos interruptores. Adicionalmente, la bandeja debe ser fácilmente removible para la manipulación cómoda por parte de los operarios y el conexionado de los conductores al **interruptor**.

Al interior del **tablero** se debe garantizar el espacio suficiente para el alojamiento de los terminales, accesorios e interruptores.

Todos los tornillos, tuercas, arandelas, arandelas de presión, bisagras, etc., utilizados, deberán ser galvanizados, irisados o cromados. Para garantizar la **seguridad**, las bisagras deben ser del tipo oculto.

## 6.3 PROCEDIMIENTO DE PINTURA

---

La lámina de acero utilizada en la construcción de las cajas debe someterse a un tratamiento de limpieza, el cual debe garantizar que las superficies estén libres de grasas, óxidos o cualquier elemento extraño, se debe aplicar una pintura de color gris RAL serie 70 (similar al RAL 7035), resistente a los rayos ultravioleta.



Para procesos de recubrimiento con pintura líquida, luego del proceso de limpieza y fosfato, se debe aplicar una base de pintura con un espesor en las áreas interior y exterior de 50 µm, luego se debe aplicar un recubrimiento de pintura poliéster o acrílica con un espesor como mínimo de 50 µm en el área exterior y de 25 µm en el área interior. El total de la capa de recubrimiento será de mínimo 100 µm en el área exterior y 70 µm en el área interior.

Para procesos de recubrimiento con pintura electrostática en polvo, luego del proceso de limpieza y fosfato, se debe aplicar un recubrimiento de pintura poliéster. El total de la capa de recubrimiento será mínimo de 65 µm tanto en el área exterior como en el área interior.

En caso de que la pintura sea tipo horneable que garantice la adherencia y espesores mínimos no se requerirá imprimante.

Todas las capas de pintura deben garantizar una adherencia mínima de 400 PSI (libras/pulgada<sup>2</sup>) probada según norma NTC 3916.

Los compuestos químicos utilizados en la elaboración de la pintura para aplicar en el tablero, no debe contener TGIC (Isocianurato de Triglicidilo).

## 6.4 CONDUCTORES Y TERMINALES

---

Para las partes fabricadas con materiales aislantes, la resistencia al calor, al [fuego](#), y a la aparición de caminos de fuga se deberán verificar de acuerdo con la NTC-IEC 61439-1.

Los terminales de los cables se localizarán de manera que se proporcione la separación adecuada y facilitar la instalación de estos.

En el [interruptor](#) termomagnético los terminales deben ser capaces de alojar cables que tengan conductores de aluminio y cobre (bimetálicos) correspondientes al área de sección que se [muestra](#) en el Anexo 1. 'Tabla guía para la selección de conductores e interruptores de acuerdo con la capacidad del transformador.

La conexión de cables de bornes de transformador al [tablero](#) se realizará usando barrajes que serán dispuestos en forma de U, con el objetivo de evitar la curvatura de cables dentro del encerramiento. Estos barrajes deberán ser diseñados para conectarse a terminales de compresión tipo pala bimetálicos Cu/Al ([ET-302](#): Conector terminal compresión tipo pala) de acuerdo con el calibre del conductor de la bajante. La capacidad amperimétrica del barraje debe ser como mínimo la misma del [interruptor](#) termomagnético, y considerar la corriente de [cortocircuito](#) de este mismo. El fabricante debe incluir los accesorios para realizar la conexión entre el barraje y el conector de la bajante (tornillería).



## 6.5 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Dentro del **tablero** en la parte inferior se debe de disponer de un baraje de conexión a **tierra** con mínimo 3 puntos de conexión, el cual soporte los esfuerzos térmicos y mecánicos causados por corrientes de **cortocircuito** en donde se conectará el cuerpo del **tablero**, la puerta y la **tierra** al poste.

La **tierra** del **tablero** deberá conectarse al **sistema de puesta a tierra** del transformador, el **material** del punto de conexión a **tierra** debe ser compatible (sin par galvánico) con acero inoxidable 304, el **material** del SPT del transformador es acero inoxidable, tal como se exige en la **ET-492 : Sistema de puesta a tierra** en acero inoxidable.

Se deberá asegurar la continuidad eléctrica entre todos los elementos que conforman el **tablero** ya que todos deben estar a un mismo potencial. Para esto el fabricante debe utilizar elementos que aseguren la equipotencialidad entre las diferentes partes y garanticen una correcta fijación mecánica. El elemento de conexión de **puesta a tierra** entre el cuerpo del **tablero** y la puerta debe ser hecho mediante trenza flexible con una funda aislante y dentro de esta debe incluirse una banda metálica que limite la apertura de la puerta, no se permiten cables o alambres rígidos. La apertura de la puerta debe estar limitada a 120 °.

## 6.6 INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS

El **tablero** de protección BT, debe incluir interruptores termomagnéticos conforme a los requerimientos indicados en la especificación global **GSCL003 : Automatic four-pole circuit-breakers with 40/630 A rated current for secondary substations**, también aplica la **ET-507** Interruptores para tableros de protección de **baja tensión** en poste. La corriente **nominal** del **interruptor** estará determinada por la potencia **nominal** del transformador a proteger y el número de bajantes, de acuerdo con el anexo 1. Los interruptores por suministrar deberán ser tetrapolares o tripolares e interrumpir el **neutro** en caso de una apertura, ya sea manual o por disparo automático.

## 6.7 PRENSAESTOPAS

Para la entrada y salida de los conductores al **tablero** se deben utilizar prensaestopas de nailon, libre de defectos tales como grietas, cavidades, sopladuras, defectos superficiales o internos o cualquier otro que pueda afectar su correcto funcionamiento, del tamaño necesario para el conductor, además deben ser inmunes a la acción de la humedad, el humo, el polvo, etc. y a los cambios de temperatura, en condiciones de **trabajo**. De igual forma deben asegurar el grado de aislamiento del **tablero**, grado de protección IP y resistencia mecánica (según NTC-IEC 61439-1). El número de perforaciones y prensaestopas estará determinado por el número de bajantes desde **tablero**. En esta medida, para una bajante trifásica tetrafilar se tendrán nueve (9) perforaciones: cuatro (4) perforaciones de entrada (3F 1N), cuatro (4) perforaciones para bajantes de salida (3F 1N) y la perforación para la conexión del **tablero** a **tierra**. Para una bajante monofásica trifilar se tendrán siete (7) perforaciones: tres (3) perforaciones de entrada (2F 1N), tres (3) de salida (2F 1N) y la perforación de conexión a **tierra** del **tablero**. En caso de dos bajantes trifásicas tetrafilares, serán 17 perforaciones y de dos bajantes monofásicas trifilares, serán 13



perforaciones de acuerdo con lo previamente establecido. En el caso de uso para Telecontrol el **Tablero** debe tener las perforaciones adicionales correspondientes.

## 6.8 LED PILOTO DE SEÑALIZACIÓN DE DISPARO

El **tablero** debe incluir un LED piloto de **señalización** por cada **interruptor** termomagnético. Este piloto estará ubicado en la parte frontal exterior inferior, y debe señalizar en luz roja el disparo de cada **interruptor**. Si el **interruptor** está en estado normal (No disparo), el piloto estará apagado. Para esta señal se necesita un contacto auxiliar por cada **interruptor** cableado al piloto. La **tensión** de alimentación deberá utilizar la **tensión** de entrada disponible en el **interruptor**. En adición, el **tablero** deberá incluir un pulsador con el propósito de verificar el estado del piloto.

## 7. CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

A continuación, se indica el nivel de **inspección** y AQL para la realización de las pruebas de recepción.

### 7.1 MUESTREO

A menos que se especifique otra condición, el muestreo se llevará a cabo tomando muestras para cada prueba de acuerdo con lo indicado en las tablas 1 y 2, según la norma NTC-ISO 2859-1.

### 7.2 ACEPTACIÓN O RECHAZO

Si el número de elementos defectuosos es menor o igual al correspondiente número de defectuosos (dado en la norma NTC-ISO 2859-1 en la tercera columna de las tablas 1 y 2), se deberá considerar que el **lote** cumple con los requisitos relacionados en el numeral 6 de esta especificación; en caso contrario el **lote** se rechazará.

**TABLA 1 PLAN DE MUESTREO PARA INSPECCION VISUAL Y DIMENSIONAL (NIVEL DE INSPECCION II, NAC = 2,5%) (NORMA NTC-ISO 2859-1 TABLA1 - TABLA 2A)**

TAMAÑO DEL LOTE	TAMAÑO DE LA MUESTRA	NUMERO PERMITIDO DE DEFECTUOSOS	NUMERO DEFECTUOSOS PARA RECHAZO
2 a 8	A = 2	0	1
9 a 15	B = 3	0	1
16 a 25	C = 5	0	1
26 a 50	D = 8	1	2



51 a 90	E = 13	1	2
91 a 150	F = 20	1	2
151 a 280	G = 32	2	3
281 a 500	H = 50	3	4
501 a 1200	J = 80	5	6
1201 a 3200	K = 125	7	8
3201 a 10000	L = 200	10	11

**TABLA 2 PLAN DE MUESTREO PARA LOS ENSAYOS MECANICOS (NIVEL DE INSPECCION ESPECIAL S-3, NAC = 2,5%) (NORMA NTC-ISO 2859-1 TABLA1 - TABLA 2A)**

TAMAÑO DEL LOTE	TAMAÑO DE LA MUESTRA	NUMERO PERMITIDO DE DEFECTUOSOS	NUMERO DEFECTUOSOS PARA RECHAZO
2 a 8	A = 2	0	1
9 a 15	A = 2	0	1
16 a 25	B = 3	0	1
26 a 50	B = 3	0	1
51 a 90	C = 5	1	2
91 a 150	C = 5	1	2
151 a 280	D = 8	1	2
281 a 500	D = 8	1	2
501 a 1200	E = 13	1	2
1201 a 3200	E = 13	1	2
3201 a 10000	F = 20	1	2

## 8. ENSAYOS DE LABORATORIO Y PRUEBAS

Los ensayos y pruebas requeridos por Enel Colombia para este **tablero** están dados de acuerdo con las normas NTC-IEC 61439-1 y IEC 61439-5. Los ensayos requeridos que apliquen de acuerdo con el **material** del **tablero** se deben realizar en el **tablero** construido y ensamblado con todos sus componentes.



## 8.1 PRUEBAS TABLERO

### 8.1.1 PRUEBAS TIPO

#### 8.1.1.1 INSPECCIÓN VISUAL / DIMENSIONAL

La verificación de las dimensiones se hará con los instrumentos de medida que den la aproximación requerida (cinta métrica con divisiones de 1 mm para longitudes y calibrador para los diámetros y espesores).

Los tableros deben ser sometidos a las siguientes pruebas:

##### Inspección visual

Se verificará:

- La marcación de la leyenda "USO EXCLUSIVO ENEL" en la tapa.
- Logotipo del Fabricante.
- Adhesivo interno con la información solicitada, adicional a la marcación externa.
- El acabado adecuado de todos los elementos constitutivos y sus accesorios.
- La ausencia de grietas, sopladuras, poros, exfoliaduras, ampolladuras, raspaduras, bordes cortantes y otros defectos.
- El [producto](#) no debe presentar abolladuras en la lámina del cuerpo y la tapa.
- El [producto](#) no debe presentar perforaciones diferentes a las aprobadas en el diseño.
- En caso de unir físicamente piezas de sujeción o apertura con soldadura, se deben evitar afectaciones a la lámina que contribuyan al detrimiento del IP.
- La pintura debe ser homogénea en el exterior como en el interior y no debe presentar desprendimientos.

##### Verificación dimensional

Se verificará con base en:

- Esquemas indicados en las figuras anexas a la presente norma.
- Planos entregados por el fabricante y aprobados por Enel Colombia S.A.
- Calibres de la lámina
- Espesor del recubrimiento

##### Verificación del cierre y apertura de la puerta

Se verificará la correcta instalación de la puerta y el adecuado funcionamiento del dispositivo de cierre.

#### 8.1.1.2 PRUEBAS MECANICAS



Se deben poner a prueba las propiedades mecánicas, eléctricas y térmicas de los materiales y partes usados para construir el **tablero** de acuerdo con los siguientes ensayos descritos en la NTC-IEC 61439-1 numeral. 10.2:

- Resistencia a la **corrosión** : En Probeta prueba de severidad B (NTC-IEC 61439-1 numeral 10.2.2.3), para encerramientos metálicos a la intemperie.
- Estabilidad térmica de los materiales aislantes (NTC-IEC 61439-1 numeral 10.2.3.1).
- Resistencia al calor anormal y al **fuego** debido a efectos eléctricos internos (NTC-IEC 61439-1 numeral 10.2.3.2).
- Resistencia a la radiación ultravioleta (UV) (NTC-IEC 61439-1 numeral 10.2.4).
- Verificación del grado de protección al impacto mecánico (NTC-IEC 61439-1 numeral 10.2.6). El gabinete debe soportar un impacto de 20 J, Grado de protección IK10 conforme con NTC-IEC 62262.
- Verificación de la marcación (NTC-IEC 61439-1 numeral 10.2.7).

#### **8.1.1.3 PRUEBA DE DETERMINACIÓN DEL GRADO DE PROTECCIÓN DEL ENCERRAMIENTO**

---

El grado de protección debe ser verificado de acuerdo con la norma NTC-IEC 60529, con un grado igual o superior a IP55, a causa de su exposición a la intemperie.

#### **8.1.1.4 PRUEBA DE DISTANCIAS DE AISLAMIENTO Y FUGA**

---

Las distancias de separación y fuga deben cumplir la sección 10.4 de la norma NTC-IEC 61439-1, tomando en cuenta el anexo F Grado de polución II.

#### **8.1.1.5 PRUEBAS DE EFECTIVIDAD DE CONTINUIDAD ENTRE LAS PARTES EXPUESTAS CONDUCTORAS Y EL CIRCUITO DE PROTECCIÓN**

---

Se debe verificar que las diferentes partes expuestas conductoras del **tablero** estén efectivamente conectadas al terminal de **tierra** y que la resistencia de este circuito no exceda el valor de 0.1 ?, de acuerdo con el numeral 10.5.2 de la norma NTC-IEC 61439-1.

#### **8.1.1.6 PRUEBAS DIELECTRICAS**

---

Para esta prueba, de acuerdo con el numeral 10.9 de la norma NTC-IEC 61439-1, todos los equipos eléctricos del ensamblaje deben ser conectados a 1 890 V durante un tiempo de 5 s, excepto aquellos donde de acuerdo con especificaciones relevantes, estén diseñados para una **tensión** de prueba menor y equipos que consuman corriente (Devanados, instrumentos de medida, dispositivos de supresión contra sobretensiones) en los cuales la aplicación de **tensión** podría causar un flujo de corriente. Dichos aparatos deben desconectarse en uno de sus terminales a menos que no estén diseñados para soportar la **tensión** de **ensayo** completa en cuyo caso hay que desconectar todos los terminales.



#### **8.1.1.7 PRUEBAS DE RESISTENCIA AL IMPULSO DE TENSIÓN**

---

Se debe aplicar una **tensión** de prueba de 2.5 kV con forma de onda 1.2/50  $\mu$ s de acuerdo con el numeral 10.9.3.2 de NTC-IEC 61439-1.

#### **8.1.1.8 PRUEBA DE CALENTAMIENTO**

---

Se deben verificar los límites de calentamiento para los distintos elementos del encerramiento de acuerdo con el numeral 10.10.2 de la norma NTC-IEC 61439-1.

#### **8.1.1.9 PRUEBA DE CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO SOPORTADA**

---

La corriente asignada de **cortocircuito** declarada debe verificarse, de acuerdo con el numeral 10.11.2 de la norma NTC-IEC 61439-1. La verificación debe realizarse mediante **ensayo** de acuerdo con el numeral 10.11.5 de la norma ya mencionada.

#### **8.1.1.10 PRUEBAS A LA PINTURA**

---

De igual forma el proveedor debe entregar protocolos de las siguientes pruebas tipo realizadas en laboratorio acreditado.

- **Ensayo** de adherencia de pintura de acuerdo con la norma NTC 3916
- **Ensayo** de cámara salina, según ASTM B 117, bajo las siguientes condiciones: Temperatura = 35 °C, PH= 6,5 – 7,2 y concentración de cloruro de sodio al 5% durante 400 horas.

### **8.1.2 PRUEBAS DE RUTINA**

---

Se deben realizar las siguientes pruebas, la periodicidad y el muestreo los define el fabricante:

- **Inspección** visual / dimensional.
- Prueba de distancias de aislamiento y fuga.
- **Ensayo** de adherencia de pintura, puede ser en una probeta.

### **8.1.3 PRUEBAS DE RECEPCIÓN**

---

Estas pruebas se realizarán para la primera solicitud de **inspección técnica** de cada contrato o cuando se presenten cambios en el diseño.

#### **8.1.3.1 INSPECCIÓN VISUAL / DIMENSIONAL**

---

De acuerdo con lo indicado en el numeral 8.1.1.1



### **8.1.3.2 OPERACIÓN MECÁNICA**

---

Se debe verificar el correcto funcionamiento de la envolvente y sus partes móviles.

### **8.1.3.3 PRUEBAS MECÁNICAS**

---

Se debe verificar el grado de protección al impacto mecánico de acuerdo con la prueba descrita en el numeral 8.1.1.2. El **tablero** debe soportar un impacto de 20 J, Grado de protección IK10 conforme con NTC-IEC 62262.

### **8.1.3.4 PRUEBAS DE EFECTIVIDAD DE CONTINUIDAD ENTRE LAS PARTES EXPUESTAS CONDUCTORAS Y EL CIRCUITO DE PROTECCIÓN**

---

Se debe verificar que las diferentes partes expuestas conductoras del **tablero** estén efectivamente conectadas al terminal de **tierra** en concordancia con el numeral 8.1.1.5.

### **8.1.3.5 PRUEBAS DIELÉCTRICAS**

---

El **tablero** construido y ensamblado con todos sus componentes, se le debe aplicar la prueba descrita en el numeral 8.1.1.6 pero durante una duración de 1s. Esta prueba debe solicitarse para la primera recepción o cuando se presenten cambios en el diseño.

### **8.1.3.6 PRUEBAS A LA PINTURA**

---

**Ensayo** de adherencia de pintura en probeta de acuerdo con el numeral 8.1.1.10, excepto la prueba de cámara salina.

## **8.2 PRUEBAS A INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS**

---

### **8.2.1 PRUEBAS TIPO**

---

Las pruebas para estos equipos se realizarán conforme se indique en la sección 8 de la norma IEC 60947-2.

Las pruebas tipo definidas en esta sección corresponden a las mínimas necesarias para verificar el grado de cumplimiento de los equipos, conforme con lo dispuesto en esta especificación. Los protocolos de ensayos deben cubrir como mínimo las pruebas indicados a continuación.



Prueba	Numeral de la norma IEC 60947-2
Resistencia al calor anormal y al fuego .	8.2.1.1
Conexiones de piezas conductivas.	8.2.6
Distancias de aislamiento y de fuga.	Tabla no. 13 y no. 15
Propiedades mecánicas de los terminales	8.2.4

Para las pruebas asociadas con el funcionamiento del **Interruptor**, deben ser llevadas a cabo en secuencia, conforme a los grupos de secuencia de prueba definidos en la tabla No. 9 de la IEC 60947-2, bajo las condiciones señaladas en la sección 8.3.2 de la misma norma.

Las pruebas de tipo requeridas por esta especificación, para constatar los requerimientos funcionales de los equipos, corresponderán a las asociadas a las secuencias de prueba I, II y III detalladas en las secciones 8.3.3, 8.3.4 y 8.3.5 de la IEC 60947-2, respectivamente.

Las pruebas asociadas a cada secuencia y la sección correspondiente en la norma IEC 60947-2, en la cual se detalla la realización de la prueba respectiva, se muestran de forma indicativa en la siguiente Tabla.

Secuencias de pruebas de tipo para los Interruptores	
Pruebas	Numeral de la norma IEC 60947-2
<b>Secuencia de Pruebas I</b>	
Características y límites para la apertura	8.3.3.1
Propiedades dieléctricas	8.3.3.2
Operación mecánica y capacidad operacional	8.3.3.3
Operación en <b>sobrecarga</b>	8.3.3.4
Verificación de rigidez dieléctrica	8.3.3.5
Verificación de elevaciones de temperatura	8.3.3.6
Verificación de disparo por <b>sobrecarga</b>	8.3.3.7
<b>Secuencia de Pruebas II</b>	
<b>Capacidad nominal de cortocircuito en servicio</b>	8.3.4.1



Rigidez dieléctrica	8.3.4.2
Verificación de elevación de temperatura	8.3.4.3
Verificación de disparo por <a href="#">sobrecarga</a>	8.3.4.4
<b>Secuencia de Pruebas III</b>	
Verificación de disparo por <a href="#">sobrecarga</a>	8.3.5.1
<a href="#">Capacidad nominal de cortocircuito final</a>	8.3.5.2
Verificación de rigidez dieléctrica	8.3.5.3
Verificación de disparo por <a href="#">sobrecarga</a>	8.3.5.4

## 8.2.2 PRUEBAS DE RUTINA

Se deben aplicar las siguientes pruebas según la norma IEC 60947-2:

- Operación mecánica (8.4.2)
- Verificación de la [calibración](#) de liberación por sobrecorriente (8.4.3)
- Verificación de rigidez dieléctrica (8.4.6)
- Verificación de distancias de aislamiento (8.4.7)

## 8.2.3 PRUEBAS DE RECEPCIÓN

Se deben aplicar las pruebas referentes a la secuencia de pruebas I para verificar las características técnicas garantizadas por el fabricante conforme a la norma IEC 60947-2.

# 9. CERTIFICADOS DE CONFORMIDAD DE PRODUCTOS

El oferente adjuntará con su propuesta con los Certificados de [Conformidad de Producto](#), expedidos por una entidad acreditada, para el [tablero](#) bajo norma NTC-IEC 61439-1, los Interruptores bajo norma IEC 60947-2 y certificado [RETIE](#) para [tablero](#) e [Interruptor](#). Estos certificados se deberán mantener vigentes durante el plazo del contrato,

# 10. REQUISITOS DE LAS OFERTAS

El oferente debe incluir con su propuesta, la siguiente información:

- Planilla de características técnicas garantizadas, la cual deberá ser diligenciada completamente, en formato Excel [accesible](#) sin claves.

- Excepciones técnicas, respecto a los bienes solicitados. Si la oferta no presenta excepción, se indicará



expresamente en el mismo "NO HAY EXCEPCIONES".

- Catálogos originales actualizados del fabricante, que correspondan a los bienes cotizados, en la planilla de características técnicas garantizadas.
- Protocolos de pruebas tipo de acuerdo con lo indicado en el numeral 8 de la presente especificación.
- Copia de los certificados de **conformidad** de **producto** con norma y **RETIE**, además del certificado del sistema de **calidad** del fabricante tanto del **tablero** como de los interruptores.
- Información que aporta su diseño (planos, detalles, características de operación, dimensiones y pesos de los materiales ofertados, fotografías)
- Se debe entregar las curvas de operación de tiempo-corriente de los interruptores.
- Listado de repuestos del tablero.

Enel Colombia S.A. podrá descartar ofertas que no cumplan con las anteriores disposiciones, sin comunicación de causa ni obligación de compensación.

## 11. GARANTÍA DE FÁBRICA

---

Enel Colombia S.A. E.S.P requiere como mínimo, un período de garantía de fábrica de veinticuatro (24) meses, a partir de la entrega de los tableros.

## 12. MARCACIÓN Y EMPAQUE

---

Tanto los tableros como los interruptores deben estar debidamente marcados con la siguiente información:

### Tablero de Protección de BT

- a) Nombre del fabricante del **Tablero**
- b) Referencia del **Tablero** .
- c) Fecha de Fabricación.
- d) Norma Aplicable
- e) **Tensión** (es) **nominal** (es) de operación.
- f) Corriente **nominal** .
- g) Número de fases.
- h) El **símbolo** de riesgo **eléctrico** .
- i) La marcación de la leyenda "USO EXCLUSIVO ENEL" en la tapa. Se marca en alto relieve o bajo relieve,



con letras de 6 mm o más.

- j) Grado de protección o tipo de encerramiento.
- k) Marcación con número del contrato.

Adicional al rotulado, el proveedor de los tableros debe entregar a Enel Colombia:

- a) Instrucciones para instalación, operación y **mantenimiento**.

En la puerta deberá adherirse la placa de advertencia de **peligro** de acuerdo con las dimensiones y colores indicados por **RETIE**.

### **Interruptores**

- a) Razón social o marca registrada del productor o proveedor.
- b) Designación de tipo, número de catálogo o número de serie.
- c) Norma IEC 60947-2
- d) Corriente **nominal**.
- e) Fases y **neutro**
- f) Indicación de las posiciones de abierto y cerrado.
- g) **Tensión** de operación **nominal**.
- h) Capacidad de interrupción de **cortocircuito**, para cada valor de **tensión nominal**
- i) Número de polos.
- j) **Tensión nominal** del aislamiento.

La marcación de la corriente **nominal** deberá estar ubicada de manera tal que sea visible cuando el **equipo** se encuentre instalado.

Todo **Tablero** debe ir completo y cerrado, debe protegerse contra rayones y daños dentro del transporte, para esto cada una debe embalarse en elementos superiores al cartón grueso, en cuyo exterior debe indicarse en forma impresa o mediante una etiqueta adherida el “nombre del fabricante”, propiedad de “Enel Colombia S.A. E.S.P.”, descripción del producto “**Tablero** de protección de **baja tensión**”, número de contrato y código de inventario Enel Colombia S.A.- E.S.P.

Para el transporte debe embalarse en estibas con un número de unidades no mayor a 8 unidades por estiba y la estiba recubierta y sellada con **material** plástico, sobre el cual se adherirá una etiqueta de por lo menos 30 x 30 cm que indique que no se puede almacenar más de dos estibas en sentido vertical.

## **13. TABLAS DE CARACTERISTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS**

TABLA DE CARACTERISTICAS TECNICAS GARANTIZADAS <b>TABLERO BT</b>			
ITEM	DESCRIPCIÓN	SOLICITADO	OFERTADO



1	Fabricante		
2	Referencia		
3	País de fabricación		
4	Cantidad de Interruptores/caja		
5	Corriente nominal de Interruptores		
6	Normas de Fabricación	NTC-IEC 61439-1	
7	LED piloto indicador	Si	
8	Anillos de izaje	Si	
9	<b>DIMENSIONES TABLERO</b>	-----	-----
10	Ancho (mm)	500 ± 3	
11	Alto (mm)	650 ± 3	
12	Profundidad (mm)	400 ± 25	
13	<b>MATERIAL</b>		
14	Calibre lamina		
15	Color	RAL 703X	
16	Sistema para montaje a poste		
17	<b>PERFORACIONES</b>	-----	-----
18	Ubicación	Inferior	
19	Diámetro (mm)		
20	Prensaestopas (Si/No)	Si	
21	<b>PRUEBAS TABLERO</b>	-----	-----
22	Dimensional		
23	Resistencia a la corrosión Severidad B		
24	Estabilidad térmica materiales aislantes		
25	Resistencia al calor anormal y al fuego debido a efectos eléctricos internos		
26	Protección al impacto mecánico	IK 10	
27	Marcación		
28	Protección del encerramiento	IP 55	
29	Distancias de aislamiento y fuga		
30	Efectividad de continuidad entre las partes conductoras y el circuito de protección		
31	Propiedades Dieléctricas		
32	Resistencia al impulso de tensión		
33	Verificación del calentamiento		
34	Verificación de la resistencia a los cortocircuitos		



35	Adherencia de pintura		
36	Cámara salina		
37	<b>Certificación de producto con norma técnica</b>	<b>Certificación</b>	
		Ente certificador	
		Certificado No.	
		Vigencia	
38	<b>Certificación RETIE</b>	<b>Certificación</b>	
		Ente certificador	
		Certificado No.	
		Vigencia	
39	<b>Certificación Sistema de calidad (Norma ISO 9001)</b>	<b>Certificación</b>	
		Ente certificador	
		Certificado No.	
		Vigencia	

<b>TABLA DE CARACTERISTICAS TECNICAS GARANTIZADAS INTERRUPTORES</b>			
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>SOLICITADO</b>	<b>OFERTADO</b>
1	Fabricante		
2	Referencia		
3	País de fabricación		
4	Cantidad de Interruptores/caja		
5	Numero de polos		
6	Dimensiones		
7	Corriente <b>nominal</b> de Interruptores		
8	Normas de Fabricación		
9	<b>PRUEBAS INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO</b>	-----	-----
10	Resistencia al calor anormal y al <b>fuego</b>		
11	Conexiones de piezas conductivas		
12	Distancias de aislamiento y fuga		
13	Propiedades mecánicas de los terminales		
14	<b>Secuencia de Pruebas I IEC 60947-2</b>	-----	-----
15	Características y límites para la apertura		
16	Propiedades dieléctricas		
17	Operación mecánica y capacidad operacional		



18	Operación en <b>sobrecarga</b>		
19	Verificación de rigidez dieléctrica		
20	Verificación de elevaciones de temperatura		
21	Verificación de disparo por <b>sobrecarga</b>		
22	<b>Secuencia de Pruebas II IEC 60947-2</b>	-----	-----
23	<b>Capacidad nominal de cortocircuito en servicio</b>		
24	Rigidez dieléctrica		
25	Verificación de elevación de temperatura		
26	Verificación de disparo por <b>sobrecarga</b>		
27	<b>Secuencia de Pruebas III IEC 60947-2</b>	-----	-----
28	Verificación de disparo por sobrecarga		
29	<b>Capacidad nominal de cortocircuito final</b>		
30	Verificación de rigidez dieléctrica		
31	Verificación de disparo por <b>sobrecarga</b>		
32	<b>Certificación de producto con norma técnica</b>	<b>Certificación</b> Ente certificador Certificado No. Vigencia	
33	<b>Certificación RETIE</b>	<b>Certificación</b> Ente certificador Certificado No. Vigencia	
34	<b>Certificación Sistema de calidad (Norma ISO 9001)</b>	<b>Certificación</b> Ente certificador Certificado No. Vigencia	

## 14. FIGURAS

---

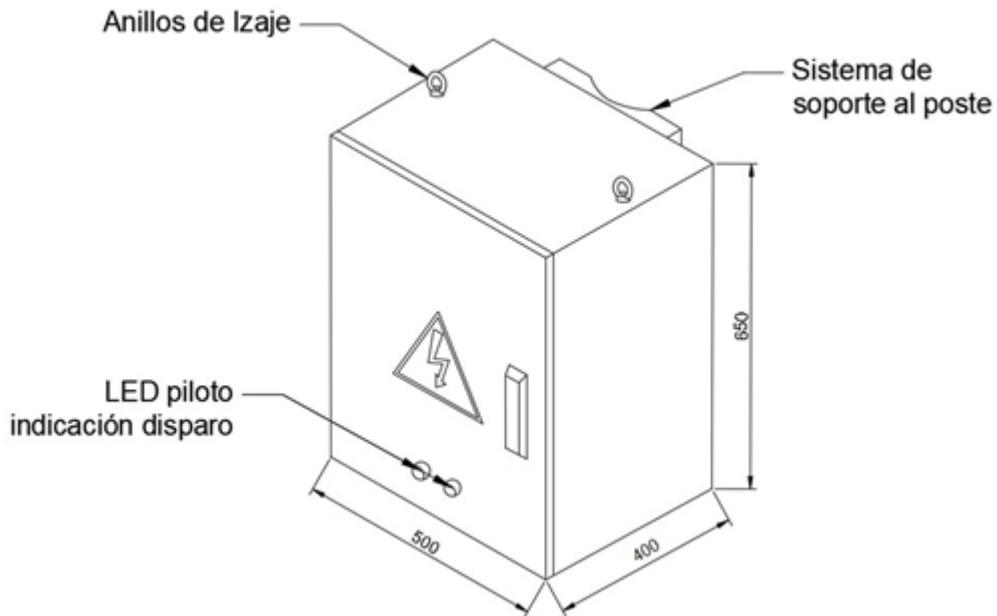


Figura 1. Vista Isométrica con medidas en mm.

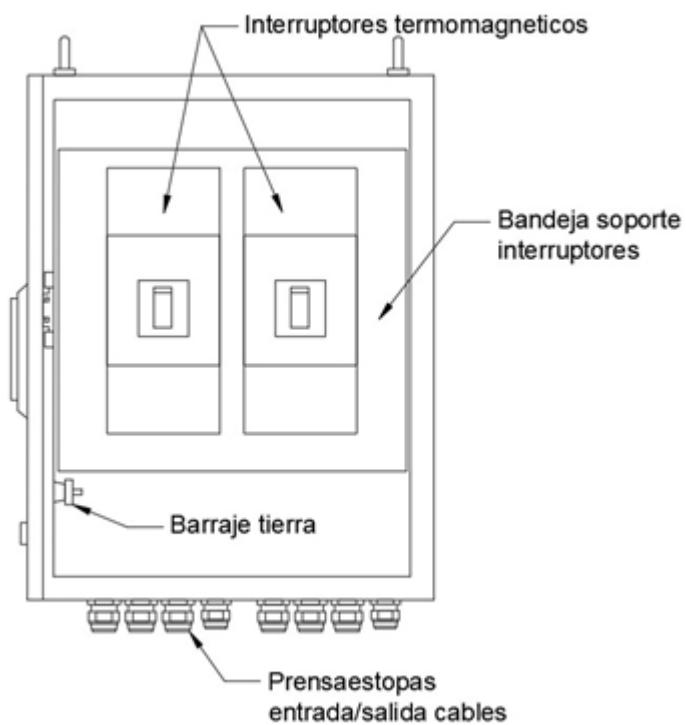


Figura 2. Vista Frontal

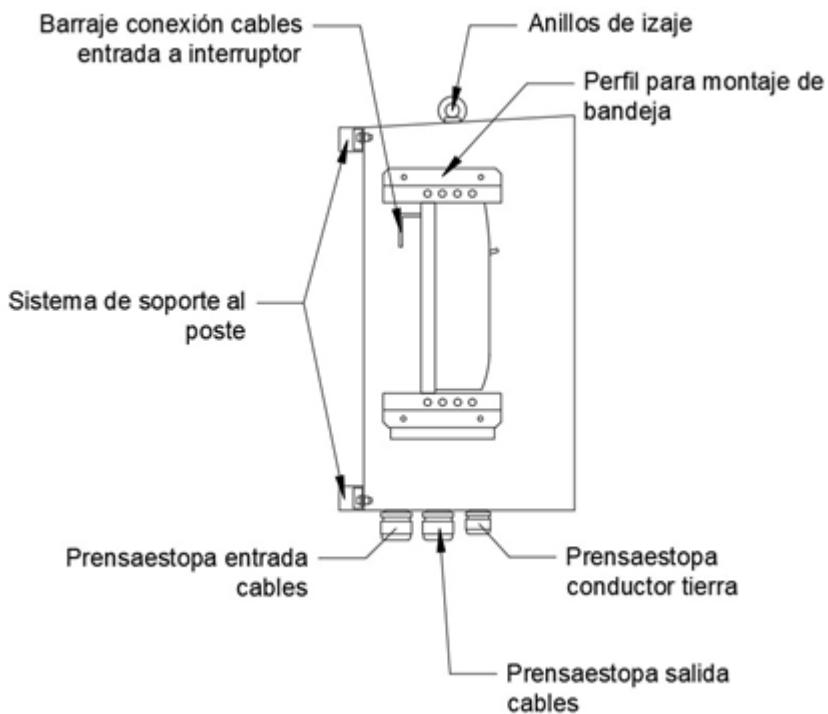


Figura 3. Vista lateral

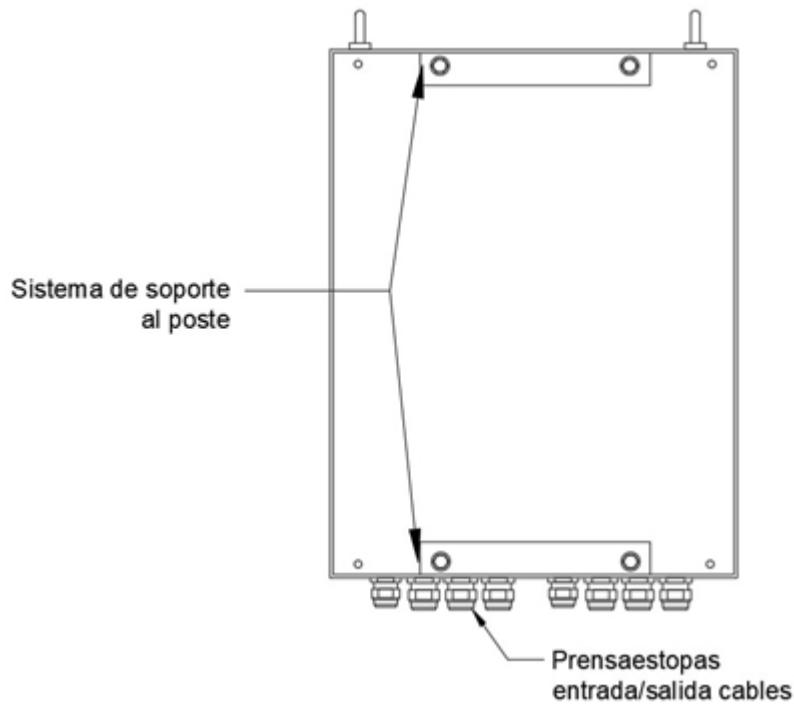


Figura 4. Vista posterior



## 15. ANEXOS

Anexo 1. Tabla guía para la selección de conductores ( [GSCC009](#) ) e interruptores de acuerdo con la capacidad de transformador.

Ítem	Tipo de Transformador	Potencia (kVA)	Tensión Nominal BT (V)	Corriente Nominal BT (A)	Calibre del conductor Al (mm <sup>2</sup> ) / Cantidad de bajantes			Corriente Nominal del interruptor (A)			Capacidad de Interrupción Ics (kA)
					1	2	4	1	2	4	
1	Monofásicos	5	240	21	2x25 + 1x54.6	---	---	3x25	---	---	10
2		10	240	42	2x25 + 1x54.6	2(2x25 + 1x54.6)	---	3x63	2(3x25)	---	10
3		15	240	63	2x25 + 1x54.6	2(2x25 + 1x54.6)	---	3x80	2(3x40)	---	10
4		25	240	104	2x50 + 1x54.6	2(2x25 + 1x54.6)	---	3x125	2(3x63)	---	10
5		37,5	240	156	2x50 + 1x54.6	2(2x50 + 1x54.6)	---	3x180	2(3x125)	---	10
6		50	240	208	---	2(2x50 + 1x54.6)	---	---	2(3x125)	---	10
7	Trifásicos	15	208	42	3x25 + 1x54.6	2(3x25 + 1x54.6)	---	4x50	2(4x25)	---	10
8		30	208	83	3x25 + 1x54.6	2(3x25 + 1x54.6)	---	4x125	2(4x50)	---	10
9		45	208	125	3x70 + 1x54.6	2(3x25 + 1x54.6)	---	4x180	2(4x80)	---	10
10		75	208	208	3x95 + 1x80	2(3x35 + 1x54.6)	---	4x250	2(4x125)	---	10
11		112,5	208	312	---	2(3x95 + 1x54.6)	---	---	2(4x180)	---	10
12		150	208	416	---	2(3x95 + 1x54.6)	---	---	2(4x250)	---	25
13		225	208	625	---	---	4(3x95 + 1x54.6)	---	2(4x250)	4(4x180)	25

Notas:

- Para transformadores de 225 kVA se utilizarán dos tableros de protección para proteger 4 bajantes.