



# ET492 Sistema puesta a tierra en acero inoxidable

## ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

<b>Revisión #:</b>	<b>Entrada en vigencia:</b>
26	30 Abril 2024



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 <https://likinormas.enelcol.com.co>





## 1. OBJETO

---

Esta especificación técnica tiene por objeto establecer las características y requisitos técnicos que deben cumplir los sistemas de puesta a tierra en acero inoxidable adquiridos por ENEL, para el sistema eléctrico de distribución.

## 2. ALCANCE

---

Esta especificación técnica se aplicará en todos los sistemas de puesta a tierra en acero inoxidable que adquiera ENEL. Están constituidos por flejes, conectores y varilla en acero inoxidable, son aplicables en el sistema eléctrico de distribución.

## 3. SISTEMA DE UNIDADES

---

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

## 4. NORMAS DE FABRICACIÓN Y PRUEBAS

---

En caso de discrepancia entre las Normas y este documento, prevalecerá lo aquí establecido. Las normas aplicables son las siguientes:

NORMA		DESCRIPCIÓN
NTC	1	Ensayo de doblamiento para productos metálicos.
NTC	2	Ensayo de tracción para productos de acero.
NTC	23	Determinación gravimétrica de carbono por combustión directa, en aceros al carbono.
NTC	24	Determinación del manganeso en aceros al carbono. Método del persulfato.
NTC	25	Determinación del manganeso en aceros al carbono.
NTC	26	Determinación del silicio en aceros al carbón.
NTC	27	Determinación de azufre en aceros al carbono. Método de evolución.
NTC	28	Determinación del silicio en aceros al carbono. Método del ácido sulfúrico.



NTC	180	Método gasométrico para determinación de carbono por combustión directa en hierros y aceros al carbono.
NTC	181	Aceros al carbono y fundiciones de hierro. Método alcalimétrico para determinación de fósforo.
NTC	402	Segunda revisión. Metalurgia. Perfiles de acero laminados en caliente. Angulos de alas iguales y ángulos de alas desiguales. Tolerancias en dimensiones y en masa.
NTC	422	Perfiles livianos y barras de acero al carbono acabadas en frío.
NTC	858	Pernos y Tuercas
NTC	1920	Metalurgia. Acero estructural.
NTC	1985	Siderúrgica. Acero de calidad estructural, de alta resistencia y baja aleación, al columbo vanadio.
NTC	2206	Equipo de conexión y puesta a tierra.
NTC	3496	Electrotenia. Herrajes y accesorios para redes y líneas aéreas de Distribución de Energía eléctrica. Cintas y Hebillas de acero Inoxidable.
NTC ISO	2859	Control estadístico de calidad, inspección por atributo, planeo de muestra única, doble y múltiple.
UL	467	Grounding and Bonding Equipment
UL	486-A	Wire connectors and soldering lugs for use with copper conductors
ASTM	B117	Test Method of Salt Spray [Fog] Testing

## 5. CONDICIONES DE SERVICIO

Estos elementos se usan para instalación de las puestas a tierra del sistema de Distribución de ENEL y son de servicio continuo.

Los conectores serán instalados junto con las varillas de puesta a tierra y enterradas permanentemente en cualquier zona del área de concesión de ENEL, el Fleje será adosado y fijado al poste mediante elementos suministrados en el kit.

Los suelos donde son instalados podrán ser terrenos de relleno, arenosos, rocosos, arcillosos semiduros, con una capa de profundidad variable de humus, abarcando químicamente suelos desde ácidos a alcalinos y desde oxidantes a reductores con gran variedad en la cantidad y tipo de sales solubles.

Las varillas y conectores serán aptos para suelos ácidos, con alta resistividad y para suelos alcalinos, de baja resistividad y poca dificultad en el enterramiento



## 6. ACCESORIOS

---

El conductor principal, puente de descargadores y transformador será en fleje de acero inoxidable con las siguientes características:

<b>Nivel de Tensión</b>	<b>Longitud (m)</b>	<b>Ancho (mm)</b>	<b>Espesor (mm)</b>
Media Tensión	11	> 22,22	1,2
Media Tensión Red Compacta (LA450)	14	> 22,22	1,2
Baja Tensión y AP	9,5	> 22,22	1,2

Se pueden tener otras longitudes de acuerdo con los requerimientos del sistema.

El sistema de puesta a tierra para baja tensión debe incluir los dispositivos que permitan conectarlo al conector perforación (acoplador de fleje a cable).

El conector del electrodo no debe ser afectado por electrólisis y/o corrosión galvánica cuando se instale bajo las condiciones reales de servicio y esté expuesto a la humedad. Debe tener rigidez y resistencia mecánica adecuadas para permitir su instalación en el terreno sin rotura o deformaciones que afecten su servicio.

El conector del electrodo debe garantizar una conexión eléctrica y mecánica entre la varilla de puesta a tierra y el fleje. La unión mecánica debe ser rígida.

El conector del electrodo sirve de unión eléctrica a tierra, mediante un fleje de acero inoxidable y una varilla de puesta a tierra de acero inoxidable

Las puestas a tierra de acero inoxidable deberán estar formadas por elementos que deben ser de alta calidad y cumplir la norma AISI tipo 304.

Las abrazaderas deberán cumplir con NTC 3496

El sistema de puesta a tierra debe poseer certificación de cumplimiento RETIE.

El sistema de puesta a tierra estará conformado por los siguientes elementos:



## **6.1 Accesorios para instalación de la puesta a tierra de transformador**

---

### **6.1.1 Accesorios para instalación de la puesta a tierra de transformador con DPS en cruceta**

---

Fleje puente de los descargadores

- Longitud del fleje de 2,0 m con 3 conectores de apriete a fleje para los DPS, con tornillos y arandelas

Fleje principal

- Longitud de 11 m y un conector fleje a fleje para conectar con el tramo puente de descargadores.

Fleje tanque de 1 m

- Longitud del fleje de 1,0 m con perforación de diámetro de 13 mm ubicada a 50 mm de un extremo para sujeción de la tierra del tanque del transformador y con un conector fleje a fleje al otro extremo para la conexión al principal.

Fleje neutro del transformador de 1,5 m

- Longitud del fleje de 1,5 m con perforación de diámetro de 13 mm ubicada a 50 mm de un extremo para sujeción de la tierra del neutro del transformador y con un conector de fleje a fleje al otro extremo para la conexión al principal.

- Seis (6) Hebillas.

- Conector fleje a varilla.

- Electrodo tipo varilla de 15 mm X 2,4 m.

- Abrazaderas de 3/8" X 1,5 m, seis (6) tramos. Se instalará una a partir de 50 cm del piso y cada 1,5 m a partir de esta en los otros tramos.

### **6.1.2 Accesorios para instalación de la puesta a tierra de transformador con DPS en soporte de transformador bifásico <= 15 KVA**

---

Fleje puente de los descargadores

- Longitud del fleje de 50 cm con 3 conectores de apriete a fleje para los DPS, con tornillos y arandelas.

Fleje principal

- Longitud de 11 m y un conector fleje a fleje para conectar con el tramo puente de descargadores.

Fleje unión entre fleje principal y fleje descargadores

Longitud del fleje de 1,0 m y con 2 conectores fleje a fleje para conectar un tramo con el fleje principal y en otro tramo el fleje puente de descargador



Fleje tanque de 1 m

Longitud del fleje de 1,0 m con perforación de diámetro de 13 mm ubicada a 50 mm de un extremo para sujeción de la tierra del tanque del transformador y con un conector fleje a fleje al otro extremo para la conexión al principal.

Fleje neutro del transformador de 1,5 m

Longitud del fleje de 1,5 m con perforación de diámetro de 13 mm ubicada a 50 mm de un extremo para sujeción de la tierra del neutro del transformador y con un conector fleje a fleje al otro extremo para la conexión al principal

Conector fleje a varilla.

Electrodo tipo varilla de 15 mm X 2,4 m.

- Abrazaderas de 3/8" X 1,5 m, seis (6) tramos. Se instalará una a partir de 50 cm del piso y cada 1,5 m a partir de esta en los otros tramos.

Seis (6) Hebillas.

### **6.1.3 Accesorios para instalación de la puesta a tierra de transformador con DPS en soporte de transformador trifasico > 15 KVA**

---

Fleje puente de los descargadores

- Longitud del fleje de 90 cm con 3 conectores de apriete a fleje para los DPS, con tornillos y arandelas.

Fleje principal

- Longitud de 11 m y un conector fleje a fleje para conectar con el tramo puente de descargadores.

.

Fleje unión entre fleje principal y fleje descargadores

Longitud del fleje de 1,0 m y con 2 conectores fleje a fleje para conectar un tramo con el fleje principal y en otro tramo el fleje puente de descargador

Fleje tanque de 1 m

Longitud del fleje de 1,0 m con perforación de diámetro de 13 mm ubicada a 50 mm de un extremo para sujeción de la tierra del tanque del transformador y con un conector fleje a fleje al otro extremo para la conexión al principal.

Fleje neutro del transformador de 1,5 m

Longitud del fleje de 1.5 m con perforación de diámetro de 13 mm ubicada a 50 mm de un extremo para sujeción de la tierra del neutro del transformador y con un conector fleje a fleje al otro extremo para la conexión al principal



Conector fleje a varilla.

Electrodo tipo varilla de 15 mm X 2,4 m.

Abrazaderas de 3/8" X 1,5 m, seis (6) tramos. Se instalará una a partir de 50 cm del piso y cada 1,5 m a partir de esta en los otros tramos.

Seis (6) Hebillas.

## **6.2 Accesorios para instalación de la puesta a tierra en red de baja tensión**

---

- Conductor fleje principal de 9,5 m.
- Acople de un extremo del fleje principal con cable No 4 de 25 cm de largo Cu estañado calibre 4 AWG para conectar al neutro de la red de BT
- Conector fleje a varilla.
- Electrodo tipo varilla de 15 mm X 2,4 m.
- Abrazaderas de 3/8" X 1,5 m, seis (6) tramos. Se instalará una a partir de 2 m del piso y cada 1,5 m en los otros tramos.

## **6.3 Accesorios para instalación de la puesta a tierra en conductor mensajero de Red Compacta**

---

- Conductor principal longitud de 14 m.
- Acople de un extremo del fleje principal con cable No 4 de 25 cm de largo Cu estañado calibre 4 AWG para conectar al mensajero de red Compacta
- Conector fleje a varilla.
- Electrodo tipo varilla de 15 mm X 2,4 m.
- Abrazaderas de 3/8" X 1,5 m, seis (6) tramos. Se instalará una a partir de 50 cm del piso y cada 1,5 m a partir de esta en los otros tramos.



## 6.4 Accesorios para instalación de la puesta a tierra de Seccionador bajo carga Telecontrolado (LA515)

Descripción	Cantidad
Interconectores de los DPS, compuesto por:	1
· Fleje de 2 m x 1,5 mm, con una perforación ojo de ½ "ubicada a 2 cm de un extremo.	
· Fleje de 3 m x 1,5 mm, con una perforación ojo de ½ "ubicada a 2 cm de un extremo.	
· Ocho (8) Conectores de apriete fleje a fleje.	
· Seis (6) acoples a DPS. Cada acople esta compuesto:	
o Fleje de 10 cm x 1,5 mm, perforación ojo de ½ ". o Cable 4 AWG cobre estañado, largo 35 cm. o Terminal compresión tipo pala, cobre estañado, perforación 1/2 ", barril para cable 4 AWG.	
Fleje de 14 m x 1,5 mm, perforación al inicio de ½ ", el otro extremo con preforma varilla.	1
Fleje de 14 m con cubierta x 1,5 mm, perforación al inicio 1/2 ", el otro extremo con preforma varilla, la longitud de la cubierta desde el punto de conexión de la varilla hasta el otro extremo.	1
La cubierta debe:	
· Tolerar las condiciones tipo exterior, soportar los rayos UV.	
· Tener un espesor mínimo de 1,6 mm. · Puede ser en XLPE o PVC.	
Conector de apriete fleje a fleje.	3
Acople fleje a terminal ½", compuesto por:	2
· Fleje de 20 cm x 1,5 mm.	
· Cable 4 AWG cobre estañado, largo 1 m. · Terminal compresión tipo pala, cobre estañado, perforación 1/2 ", barril para cable 4 AWG.	
Acople fleje a terminal ¼", compuesto por:	1
· Fleje de 20 cm x 1,5 mm.	
· Cable 4 AWG cobre estañado, largo 1,2 m. · Terminal compresión tipo pala, cobre estañado, perforación 1/4 ", barril para cable 4 AWG.	





Conector doble fleje a varilla	1
Varilla largo 2,4 m, diámetro 15 mm.	1
Abrazadera sin cubierta, 3/8" x 1,5 m, con sus respectivas hebillas. Se instalará una (1) a partir de 2 m del piso y cada 1,5 m en los otros tramos.	6

Los siguientes puntos deben ser conectados al sistema de puesta a tierra, teniendo en cuenta que esas conexiones no requieren ser en acero inoxidable y no se encuentran incluidas en este kit:

- El positivo de las baterías de la UP (Unidad Periférica), conectado a un punto de tierra del gabinete de la UP.
- La tarjeta RGDAT, conectada a un punto de tierra del gabinete de la UP.
- Punto en la caja de conexiones al punto externo de tierra del Transformador de Potencial (TP).

En el caso de utilizarse en poste con tierra embebida, no se requiere el fleje principal para DPS.

Con el fin de mitigar el efecto de par galvánico se recomienda utilizar para las conexiones anteriores, cable y terminales de cobre estañado.

Los flejes para poner a tierra los DPS se instalan en la parte superior de la respectiva cruceta.







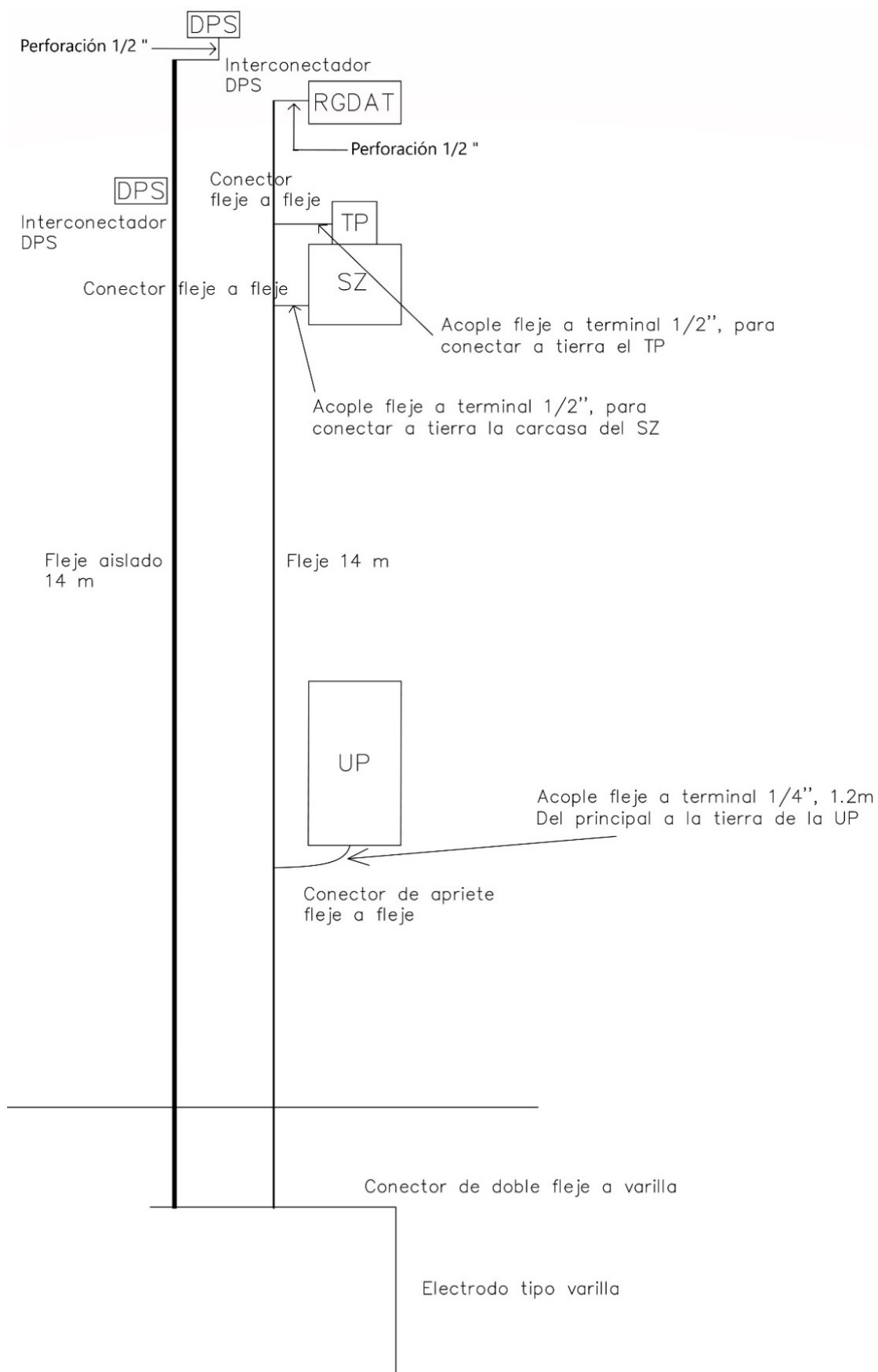




Figura No. 1.1 Esquema uso de KIT para LA515

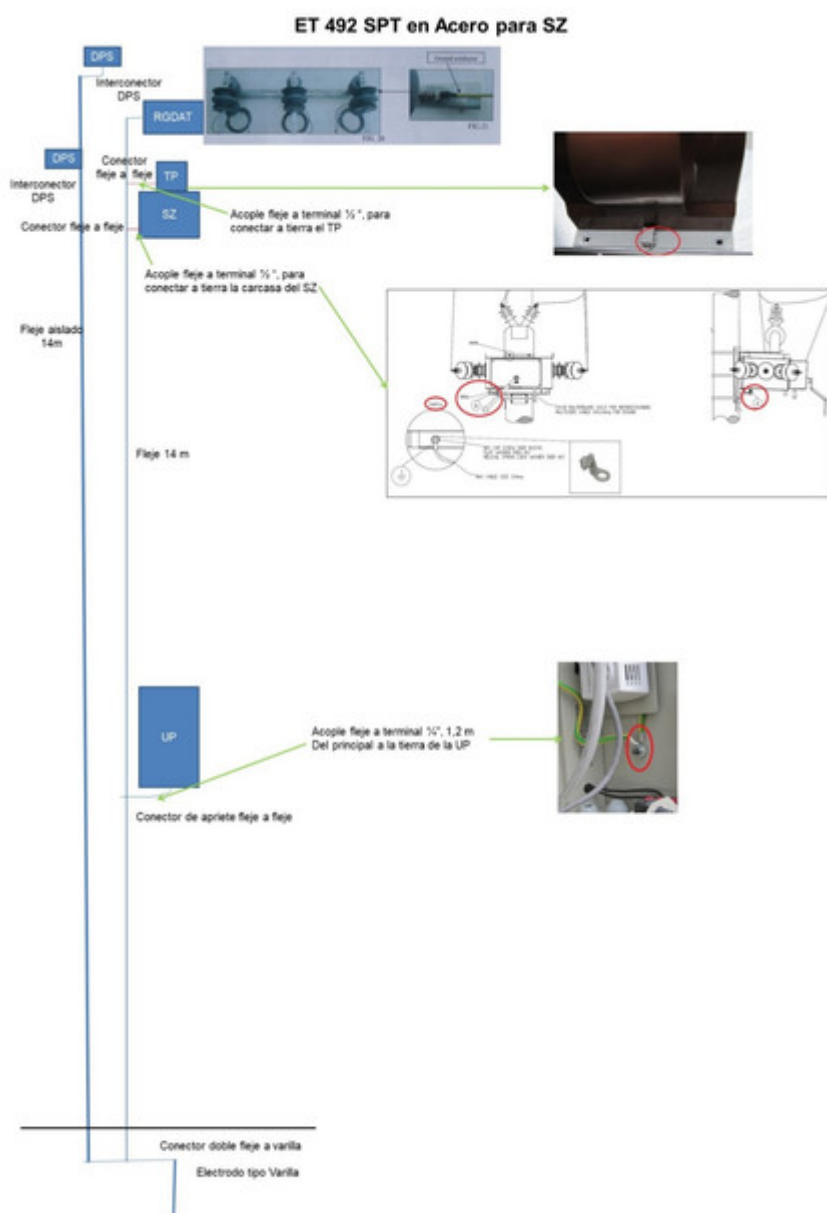


Figura No. 1.2 Esquema uso de KIT para LA515

## 6.5 Accesorios para instalación de la puesta a tierra de poste metálico (ET208, ET204, ET207, ET211, ET212, ET214, ET220, ET221 y ET222)

- Acople fleje a terminal 1/2":
- Fleje de 20 cm x 1,2 mm, preforma varilla.



- Terminal compresión tipo pala, cobre estañado, perforación de 1/2", barril para cable 4 AWG.
- Cable 4 AWG cobre estañado, largo 3 m.
- Conector fleje a varilla.
- Varilla largo 2,4 m, diámetro 15 mm.

## **6.6 Accesorios para instalación de la puesta a tierra de red aislada (familia de normas LA650)**

---

Materiales generales.

- Fleje para DPS's, compuesto por: Fleje de 2,20 m con una perforación de diámetro de 10 mm ubicada a 10 cm en un extremo para sujeción al tornillo del DPS y con 2 conectores de apriete a fleje para los otros dos DPS.
- Un (1) fleje principal de 12 m x 1,2 mm.
- Un (1) conector doble fleje a varilla.
- Una (1) varilla largo 2,4 m, diámetro 15 mm.
- Abrazaderas de 3/8" X 1,5 m, seis (6) tramos. Se instalará una a partir de 50 cm del piso y cada 1,5 m a partir de esta en los otros tramos.

Materiales particulares.

Puesta a tierra del apantallamiento de cable aislado en hilos de cobre:

- Conector para cables, uno calibre 4 AWG y otro para los hilos de cobre que equivale a un conductor de 25 mm<sup>2</sup>.
- Acople fleje a terminal premoldeado:
  1. Cable 4 AWG cobre estañado, largo 1 m.
  2. Fleje de 20 cm x 1,2 mm.
- Conector de apriete fleje a fleje.

## **6.7 Accesorios para instalación de la puesta a tierra de Reconector LA510**

---

Fleje aislado principal a DPS

o Longitud de fleje de 11 m aislado. El conector fleje a fleje ya viene con el fleje puente DPS

Fleje puente de los descargadores DPS

o Longitud del fleje de 1m cm con 3 conectores de apriete a fleje, para poder conectar el conductor de puente a los 3 soportes del DPS ubicados en el tanque del DPS

o conector fleje a fleje para conectar con el tramo puente de descargadores con fleje principal aislado

Fleje unión entre fleje principal y fleje puente DPS



o Longitud del fleje de 1,0 m y con 2 conectores fleje a fleje para conectar un tramo con el fleje principal y en otro tramo el fleje puente de descargador

Fleje desnudo principal a RC

o Longitud de fleje de 11 m

Fleje puente de conexión a RC

o Longitud del fleje de 1m cm con perforación de diámetro de 13 mm ubicada a 50 mm de un extremo para sujeción de la tierra del tanque del RC y con un conector fleje a fleje al otro extremo para la conexión al fleje principal desnudo

Fleje puente de conexión a PT

o Longitud del fleje de 1m cm con perforación de diámetro de 13 mm ubicada a 50 mm de un extremo para sujeción de la tierra del tanque del PT y con un conector fleje a fleje al otro extremo para la conexión al fleje principal desnudo

Fleje puente de conexión a tablero de control

o Longitud del fleje de 1m con perforación de diámetro de 13 mm ubicada a 50 mm de un extremo para sujeción de la tierra del tanque del RC y con un conector fleje a fleje al otro extremo para la conexión al principal.

Conector doble fleje a varilla.

Electrodo tipo varilla de 15 mm X 2,4 m.

- Abrazaderas de 3/8" X 1,5 m, seis (6) tramos. Se instalará una a partir de 50 cm del piso y cada 1,5 m a partir de esta en los otros tramos.

Seis (6) Hebillas.

## **6.8 Puesta a Tierra para afloramiento acorde con LA228**

---

Ver tabla 10.10.

# **7. REQUISITOS TÉCNICOS**

---

## **7.1 GEOMETRICOS.**

---

Las puesta a tierra debe ser de forma rectangular como se muestra en la figuras.

Deben suministrarse en kits de instalación de acuerdo con lo indicado en esta especificación.





## 7.2 QUIMICOS.

---

Los sistemas de puesta a tierra deben ser de acero inoxidable y cumplir con los siguientes requisitos, de la tabla 1:

<b>ELEMENTO</b>	<b>AISI 304</b>
% Carbono, máx.	0,08
% Manganeso	2,00 max.
% Fósforo, máx.	0,045
% Azufre, máx	0,03
% Cromo,	18-20
% Níquel	8-10,5
% Nitrógeno, máx.	-

**TABLA 1**

## 7.3 MECÁNICOS.

---

El material de la hebilla y de la cinta deben tener los siguientes requisitos mínimos:

Acero inoxidable 304:

- Resistencia a la tracción 52,5 Kg/mm<sup>2</sup> (515 MPa).
- Límite mínimo de fluencia 20,9 Kg/mm<sup>2</sup> (205Mpa).
- Elongación 40 % en 50,8 mm.

## 7.4 ELÉCTRICOS

---

Los conectores deben cumplir con las características indicadas en la planilla de datos técnicos garantizados.



Los conectores deben cumplir con las siguientes normas:

<b>NORMAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
UL 486-A	Wire connectors and soldering lugs for use with copper conductors
UL 467	Grounding and Bonding Equipment
ASTM B 117	Test Method of Salt Spray [Fog] Testing
NTC 2206	Equipos de Conexión y Puesta a Tierra

## 7.5 REQUISITOS DEL ACABADO

---

Los perfiles del fleje deben ser de una sola pieza, libres de soldaduras, libres de deformaciones, fisuras, aristas cortantes, y defectos de laminación. No se permiten dobleces ni rebabas en las zonas de corte, perforadas o punzadas.

## 8. CRITERIOS DE ACEPTACION O RECHAZO

---

Para este caso se considerará que existe un lote cuando, los materiales de la hebilla, la cinta o varilla pertenecen a un mismo lote de materia prima y un mismo lote de producción, de no ser así deberá tomarse como lotes distintos, por los diferentes aspectos de materia prima y de producción.

### 8.1 Muestreo

---

A menos que se especifique otra condición, el muestreo se llevará a cabo tomando muestras para cada prueba de acuerdo a lo indicado en las tablas 2 y 3, según la norma NTC -ISO 2859-1.

### 8.2 Aceptación o Rechazo

---

Si el número de elementos defectuosos es menor o igual al correspondiente número de defectuosos definidos a continuación, se deberá considerar que el lote cumple con los requisitos relacionados en el numeral 5 de esta especificación; en caso contrario el lote se rechazará.

El muestreo se realizará acorde a la NTC-ISO 2859-1 utilizando un nivel de inspección I y un nivel de aceptación de 2,5%:



<b>Tabla inspección visual-dimENSIONAL</b>			
<b>Tamaño del lote</b>	<b>Muestra</b>	<b>Aceptado</b>	<b>Rechazado</b>
2 a 8	2	0	1
9 a 15	2	0	1
16 a 25	3	0	1
26 a 50	5	0	1
51 a 90	5	0	1
91 a 150	8	0	1
151 a 280	13	1	2
281 a 500	20	1	2
501 a 1200	32	2	3
1201 a 3200	50	3	4
3201 a 10000	80	5	6
10001 a 35000	125	7	8
35001 a 150000	200	10	11
150001 a 500000	315	14	15

**Tabla 2. Plan de muestreo para inspección visual y dimensional.**

El muestreo se realizará acorde a la NTC-ISO 2859-1 utilizando un nivel de inspección S2 y un nivel de aceptación de 2,5%:

<b>Tabla inspección ensayos mecánicos</b>			
<b>Tamaño del lote</b>	<b>Muestra</b>	<b>Aceptado</b>	<b>Rechazado</b>
2 a 8	2	0	1
9 a 15	2	0	1



16 a 25	2	0	1
26 a 50	3	0	1
51 a 90	3	0	1
91 a 150	3	0	1
151 a 280	5	0	1
281 a 500	5	0	1
501 a 1200	5	0	1
1201 a 3200	8	0	1
3201 a 10000	8	0	1
10001 a 35000	8	0	1
35001 a 150000	13	1	2
150001 a 500000	13	1	2

- Tabla 3. Plan de muestreo para pruebas mecánicas\*

## 9. PRUEBAS E INFORME

### 9.1 ENSAYOS DE RECEPCIÓN

#### 9.1.1 Verificación visual y dimensional

La verificación de las dimensiones se hará con los instrumentos de medida que den la aproximación requerida (cinta metálica con divisiones de 1 mm para longitudes y micrómetro para los diámetros y espesores). El tamaño de la muestra deberá estar de acuerdo con la tabla 2.

#### 9.1.2 Ensayo de doblamiento

La prueba de doblamiento de la cinta se efectúa sobre un segmento de 152,4 mm (6") de longitud e idéntica sección transversal a la del producto, doblando a presión 180 ° alrededor de un mandril de diámetro igual a dos veces el espesor de la cinta sin que se presenten agrietamientos o daños en el material.

La prueba de doblamiento en las hebillas consiste en plegar 180 ° (a golpes) las aletas de cierre de estas



sobre una calzada de espesor igual a tres veces el espesor de la cinta correspondiente de idéntico ancho al de esta y de suficiente longitud, sin que se presenten agrietamientos o daños en el material.

### 9.1.3 Ensayo de Tracción

---

El conector de puesta a tierra debe ser sometido durante 5 minutos a una tracción de 150 libras (667 N) aplicada entre el conector, la varilla y el conductor de puesta a tierra, sin presentar deslizamiento entre las partes.

## 9.2 ENSAYOS TIPO

---

### 9.2.1 Análisis Químico

---

Se efectuará el análisis químico con base en las normas NTC 23 y 180 (carbono), NTC 27 (azufre), NTC 181 (fósforo), NTC 24 o 25 (manganeso), NTC 26 o 28 (silicio) o en su defecto se aceptará un certificado de calidad de los materiales empleados, emitido por un laboratorio reconocido y aprobado por ENEL S.A. ESP. El análisis químico puede ser realizado en un espectrómetro calibrado con los patrones correspondientes

### 9.2.2 Ensayo de corriente

---

Un conector de puesta a tierra, debe estar en la capacidad de portar la corriente especificada en la tabla 4 (valores tomados de la tabla 13.1 de la norma UL 467) para el tiempo especificado.

### 9.2.3 Prueba de estabilidad térmica

---

La muestra debe ser sometida a un valor de corriente especificado según el calibre del cable, hasta tanto se logre la estabilidad térmica, el incremento de temperatura no debe superar 50°C. (tabla 11,1 norma UL 486 A)

Una vez realizada la prueba el conector no debe presentar agrietamiento, rotura o fundición.

Calibre del conductor para puesta a tierra y conexión del equipo		Tiempo, segundos	Corriente de ensayo, amperios
AWG	(mm <sup>2</sup> )		
4	25	6	2 450



## **TABLA 4. CORRIENTES DE ENSAYO DE CORTA DURACIÓN**

### **9.2.4 Prueba de impulso**

---

Los flejes deben ser conectados a un generador de impulsos y una corriente de 20 kA, con una onda 8/20  $\mu$ s.

No debe existir arqueado entre el conector y los elementos conductivos. Después de la aplicación de la prueba de corriente, la resistencia de la conexión no debe variar en más de 5 m $\Omega$ , por sobre la medida previa a la prueba, adicionalmente los requerimientos de la prueba de halado deben ser cumplidas (ver numeral 3.5).

### **9.3 Informe de Pruebas**

---

El informe del proveedor que presentará a ENEL debe seguir las instrucciones y diligenciar los formatos contenidos en el Manual de Inspección, adicionando, si fuera el caso, sus observaciones y comentarios. La totalidad de las pruebas denominadas como pruebas de recepción deben ejecutarse con la presencia de un funcionario de ENEL.

- Dimensiones de las muestras.
- Resultados del análisis químico o certificado de la calidad del acero.
- Resultados de la prueba de tracción.
- Resultado pruebas eléctricas
- Empaque y rotulado

### **9.4 Empaque**

---

Los Kits se deben empaquetar en cajas de cartón de tal manera que no sufran durante el transporte, manipulación y almacenamiento.

### **9.5 Rotulado**

---

En cada Kit se debe colocar un rótulo con la siguiente información:

- Especificación del contenido con su referencia.
- Nombre y razón social del proveedor.
- País de origen.
- Cantidad de elementos.
- Peso unitario, peso total bruto y neto.
- Nombre ENEL.



- Número de contrato o pedido.
- Fecha de entrega.
- Código de Almacén.

Marcación en varilla:

La varillas deben ir marcadas en alto relieve o en bajo relieve y debe tener indicado la siguiente información:

- Nombre o logotipo del fabricante
- Dimensiones largo y diámetro de la varilla
- ENEL

Marcación del fleje:

El fleje debe ir marcado en alto relieve o en bajo relieve y debe tener indicado la siguiente información:

- Nombre o logotipo del fabricante
- Dimensión Nominal de la cinta
- Tipo de acero
- ENEL

La marcación deberá ser realizada en forma secuencial cada 2 m.

Marcación en conector:

Los conectores deben ir marcados en alto relieve o en bajo relieve y deben tener indicado la siguiente información:

- Nombre o logotipo del fabricante
- Dimensiones diámetro de la varilla
- ENEL

Respecto a las figuras de los conectores pueden presentarse otras opciones para revisión y aprobación de ENEL Colombia.

**Figura 2: Dimensiones varilla, conectores y acoples fleje a terminal.**

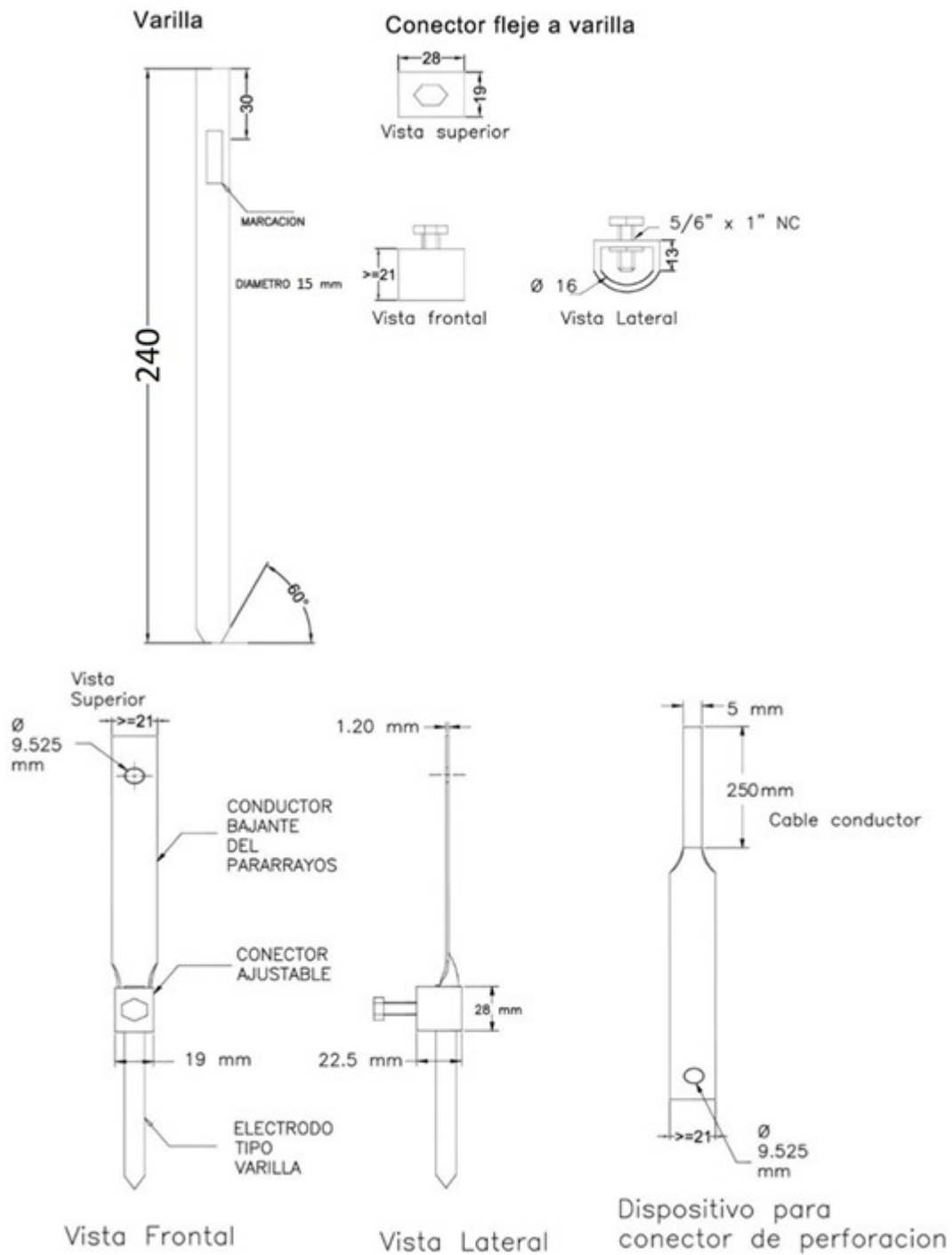
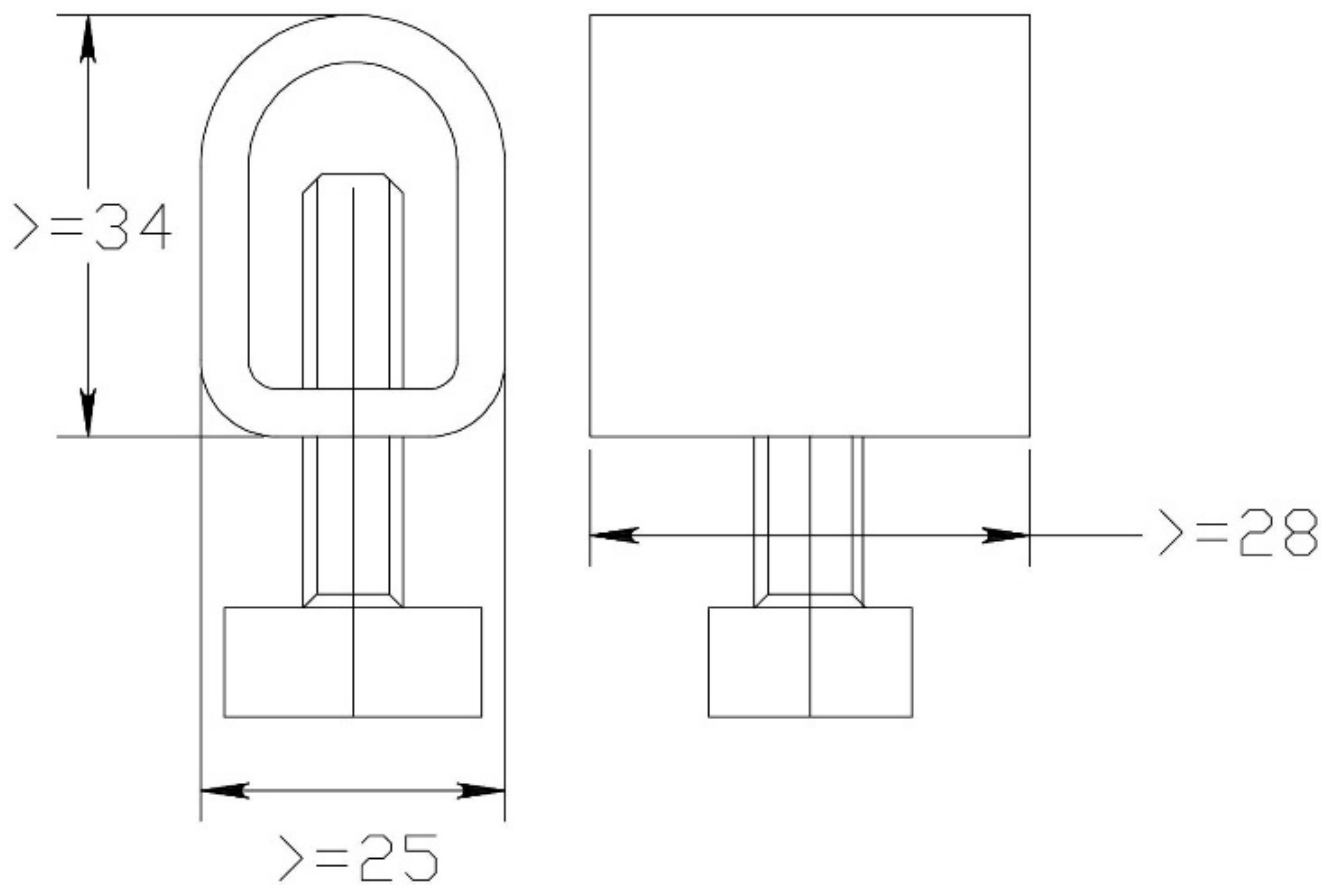
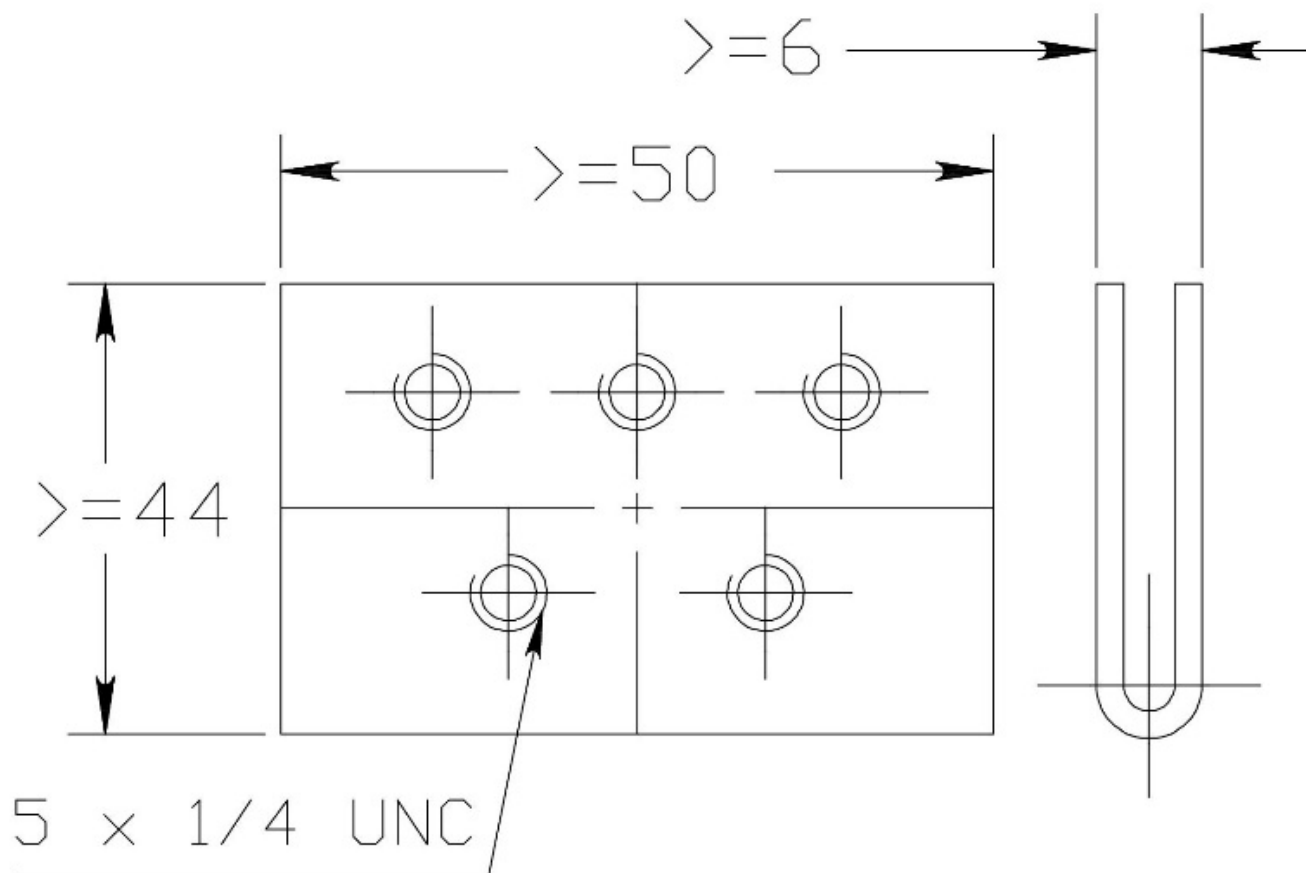


Figura 2.1. Conector fleje a varilla, opción 1.

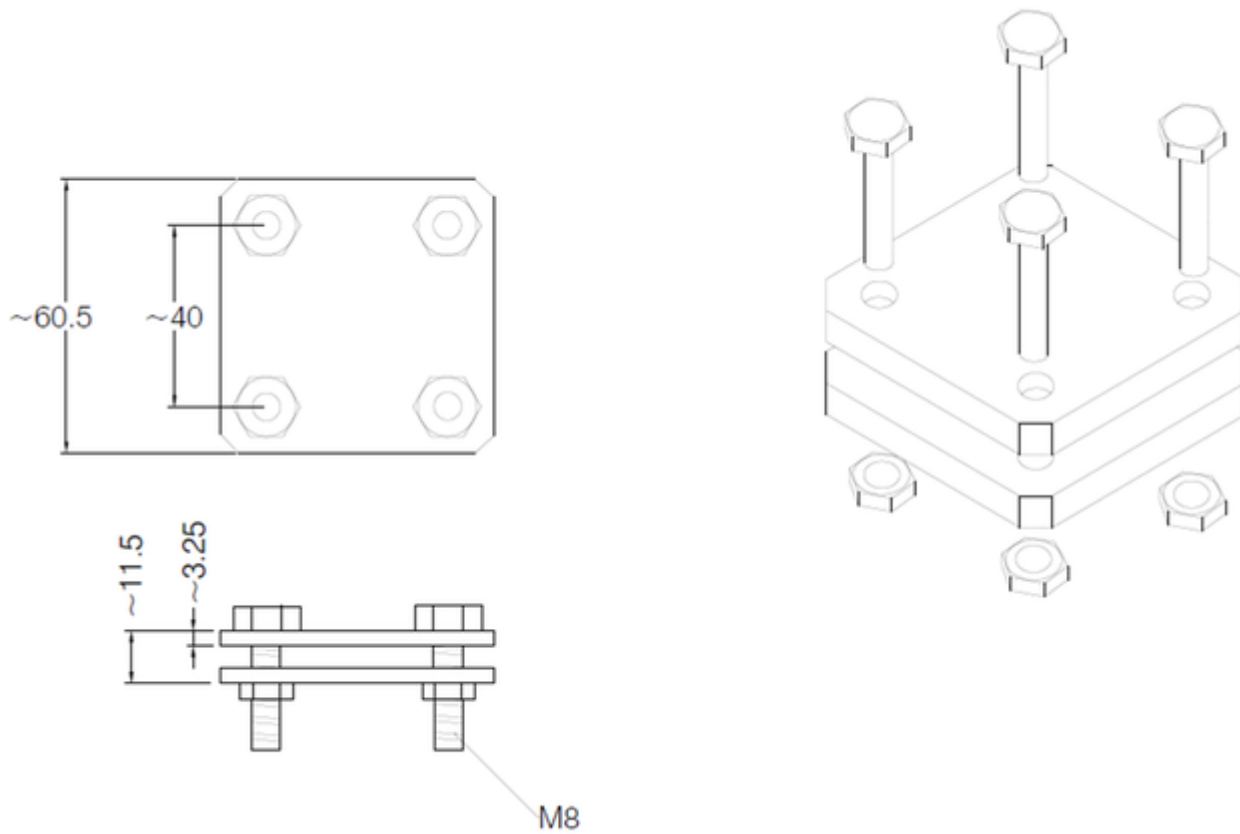




**Figura 3. Conector doble fleje a varilla**



**Figura 4.1. Conector apriete fleje a fleje, opción 1**



**Figura 4.2. Conector apriete fleje a fleje, opción 2**

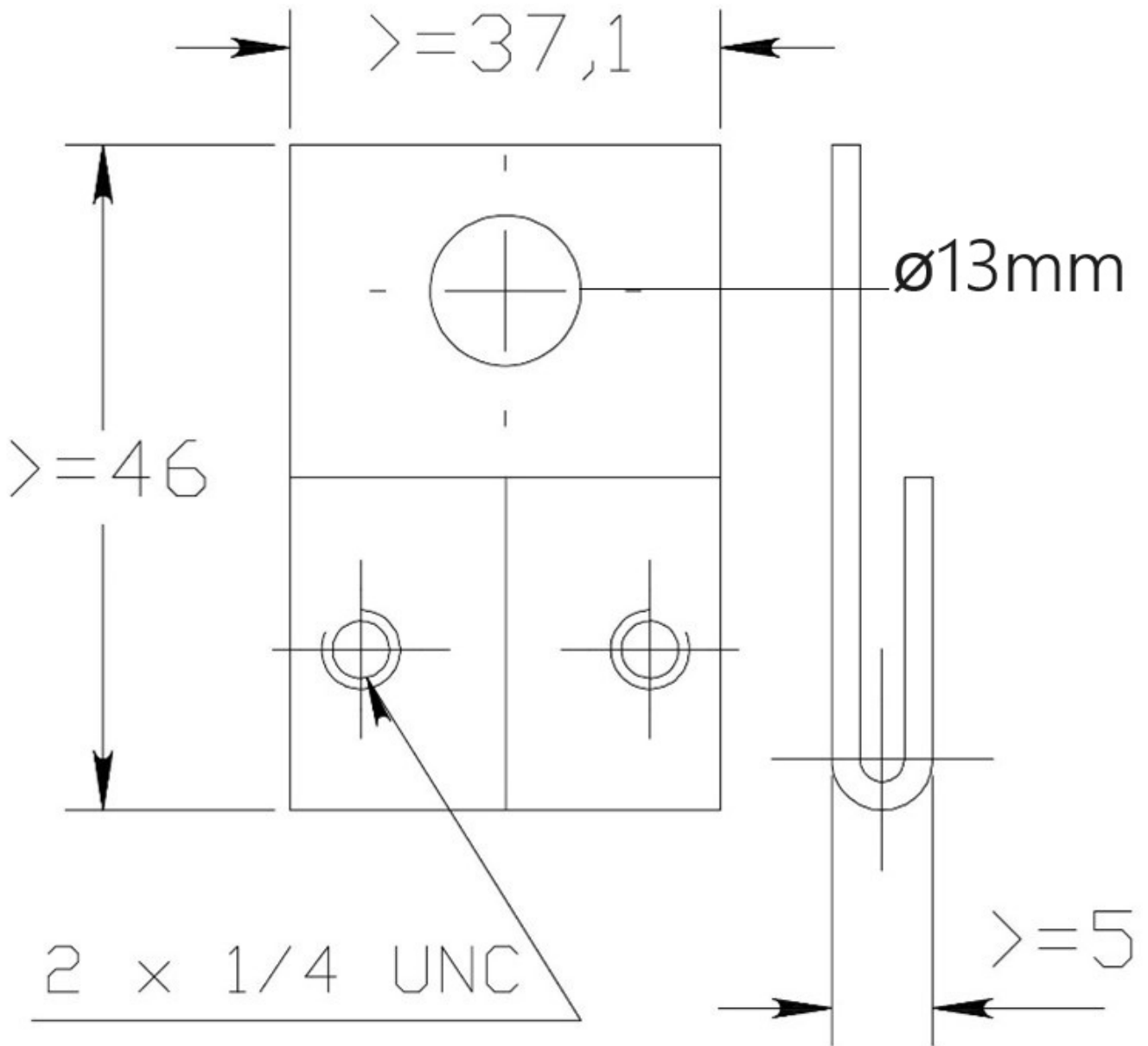
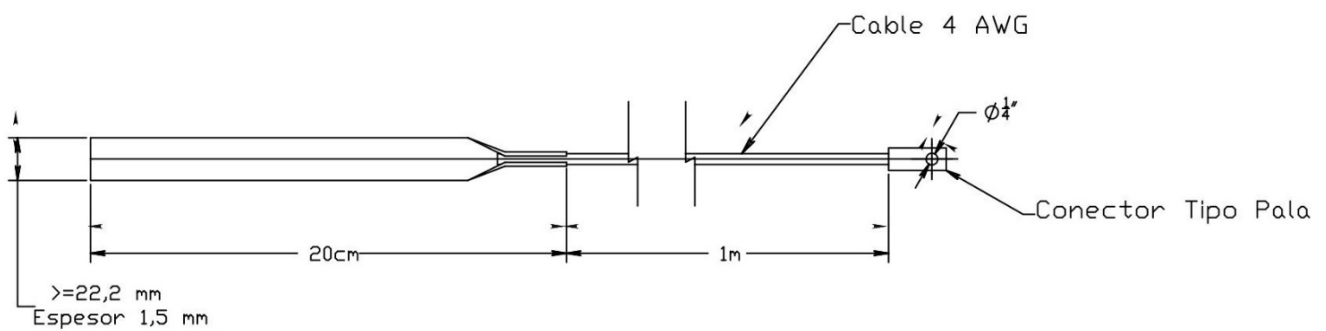
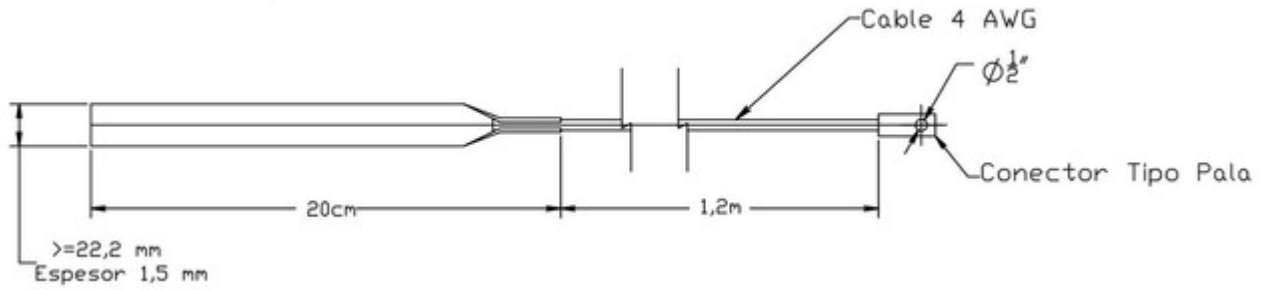


Figura 5. Conector de apriete fleje





**Figura 6. Acople fleje a terminal 1/4".**



**Figura 7. Acople fleje a terminal 1/2".**

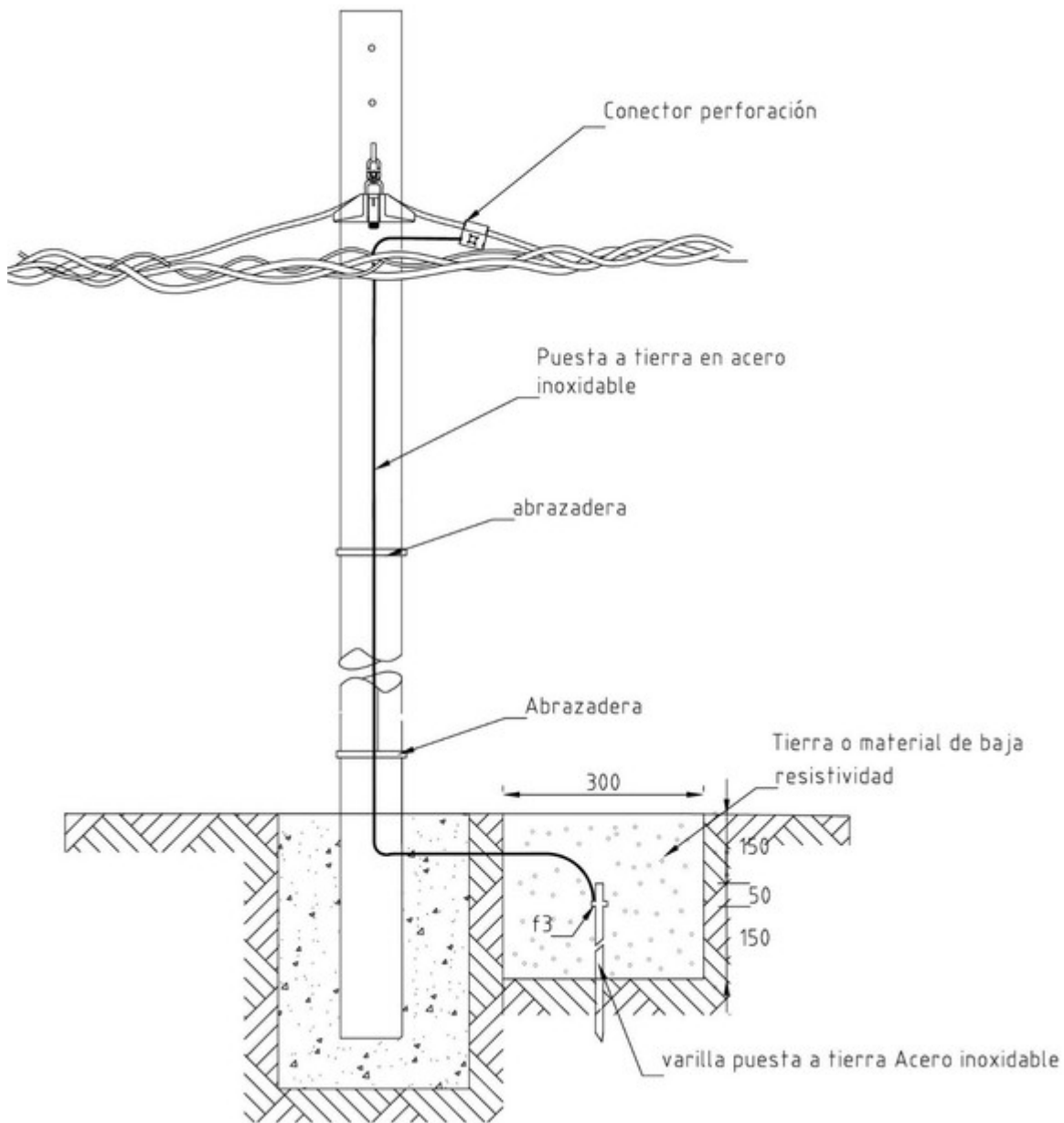


Figura 8: Instalación de conductor en red de baja tensión.

## 10. PLANILLA DE CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS GARANTIZADAS

### 10.1 Puesta a tierra transformador con DPS en cruceta en poste acorde con numeral 6.1.1



ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	SOLICITADO	OFERTADO
1	Fabricante	---	(*)	
2	país	---	(*)	
3	Normas	---	NTC 3496	
4	Espesor fleje	mm	1,2	
5	Ancho	mm	>= 22,2	
6	Fleje puente descargadores, 3 conectores de apriete a fleje y tornillos y arandelas		si	
7	Fleje principal y 1 conector fleje a fleje		si	
8	Fleje tanque de 1 m y 1 conector fleje a fleje		si	
9	Fleje neutro del transformador de 1.5 m y 1 conector fleje a fleje		si	
10	Conector fleje a varilla.		si	
11	Abrazaderas de 3/8"x 1,5 m, seis (6) tramos		si	
12	Seis (6) Hebillas.		si	
13	Acero Inoxidable tipo	---	304	

## 10.2 Puesta a tierra transformador en poste con DPS en soporte de transformador bifásico <= 15 KVA. Acorde con numeral 6.1.2

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	SOLICITADO	OFERTADO
1	Fabricante	---	(*)	
2	país	---	(*)	
3	Normas	---	NTC 3496	
4	Espesor fleje	mm	1,2	



5	Ancho	mm	$\geq 22,2$	
6	Fleje puente descargadores 50 cm y 3 conectores de apriete a fleje y tornillos y arandelas		si	
7	Fleje principal 11m y 1 conector fleje a fleje		si	
8	Fleje unión entre fleje principal y fleje descargadores 1m y 2 conectores fleje a fleje		si	
9	Fleje tanque de 1 m y 1 conector fleje a fleje		si	
10	Fleje neutro del transformador de 1.5 m y 1 conector fleje a fleje		si	
11	Conector fleje a varilla.		si	
12	Abrazaderas de 3/8"x 1,5 m, seis (6) tramos		si	
13	Seis (6) Hebillas.		si	
14	Acero Inoxidable tipo	---	304	

### 10.3 Puesta a tierra transformador en poste con DPS en soporte de transformador trifasico > 15 KVA Acorde con numeral 6.1.3

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	SOLICITADO	OFERTADO
1	Fabricante	---	(*)	
2	país	---	(*)	
3	Normas	---	NTC 3496	
4	Espesor fleje	mm	1,2	





5	Ancho	mm	$\geq 22,2$	
6	Fleje puente descargadores 90 cm y 3 conectores de apriete a fleje y tornillos y arandelas		si	
7	Fleje principal 11m y 1 conector fleje a fleje		si	
8	Fleje unión entre fleje principal y fleje descargadores 1m y 2 conectores fleje a fleje		si	
9	Fleje tanque de 1 m y 1 conector fleje a fleje		si	
10	Fleje neutro del transformador de 1.5 m y 1 conector fleje a fleje		si	
11	Conector fleje a varilla.		si	
12	Abrazaderas de 3/8"x 1,5 m, seis (6) tramos		si	
13	Seis (6) Hebillas.		si	
14	Acero Inoxidable tipo	---	304	

#### 10.4 Puesta a tierra baja tensión acorde con 6.2

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	SOLICITADO	OFERTADO
1	Fabricante	---	(*)	
2	País	---	(*)	
3	Normas	---	NTC 3496	
4	Espesor fleje	mm	1,2	
5	Ancho	mm	$\geq 22,2$	
6	Longitud fleje principal	m	9,5	
7	Acero Inoxidable tipo	---	304	



8	Acople de un extremo del fleje principal con cable No 4 de 25 cm de largo Cu estañado calibre 4 AWG para conectar al neutro de la red de BT	---	Si/No	
9	6 Abrazaderas de 3/8" X 1,5 m, 6 tramos	---	Si/No	
10	6 hebillas para cinta 3/8"	---	Si/No	
11	Electrodo tipo varilla de 15 mm X 2,4 m	---	Si/No	

NOTA: Se podrán solicitar accesorios independientes al KIT, con base en las características indicadas en esta especificación

### 10.5 Puesta a tierra red compacta acorde con 6.3

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	SOLICITADO	OFERTADO
1	Fabricante	---	(*)	
2	País	---	(*)	
3	Normas	---	NTC 3496	
4	Espesor fleje	mm	1,2	
5	Ancho	mm	$\geq 22,2$	
6	Longitud fleje principal	m	14	
7	Acero Inoxidable tipo	---	304	
8	Acople de un extremo del fleje principal con cable No 4 de 25 cm de largo Cu estañado calibre 4 AWG para conectar al mensajero de red Compacta	---	Si/No	
9	6 Abrazaderas de 3/8" X 1,5 m, 6 tramos	---	Si/No	
10	6 hebillas para cinta 3/8"	---	Si/No	



11	Electrodo tipo varilla de 15 mm X 2,4 m	---	Si/No	
12	6 tramos Abrazaderas de 3/8" X 1,5 m,	---	Si/No	

(\*) A indicar por el oferente

NOTA: Se podrán solicitar accesorios independientes al KIT, con base en las características indicadas en esta especificación

### 10.6 Puesta a tierra Seccionador bajo carga telecontrolado acorde con 6.4

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT.	SOLICITADO	OFERTADO
1	Fabricante			
2	País de origen			
3	Normas		NTC 3496	
4	Material fleje, conectores y varilla		Acero Inoxidable tipo 304	
5	Interconectores de los DPS, compuesto por: <ul style="list-style-type: none"> <li>· Fleje 2m x 1,2 mm, una perforación ojo de ½ ubicada a 2 cm de un extremo, largo 2 m.</li> <li>· Fleje 3m x 1,2 mm, una perforación ojo de ½ ubicada a 2 cm de un extremo, largo 3 m.</li> <li>· Ocho (8) Conectores apriete fleje a fleje.</li> <li>· Seis (6) acoples a DPS. Cada acople está compuesto: <ul style="list-style-type: none"> <li>o Fleje de 10 cm x 1,2 mm, perforación ojo de ½ "</li> <li>o Cable 4 AWG cobre estañado, largo 35 cm.</li> <li>o Terminal compresión tipo pala, cobre estañado, perforación 1/2 ", barril para cable 4 AWG.</li> </ul> </li> </ul>	1	Si/No	



6	Fleje de 14 m x 1,2 mm, perforación al inicio de ½ ", el otro extremo con preforma varilla.	1	Si/No	
7	Fleje con cubierta de 14 m x 1,2 mm, un extremo con preforma varilla, la longitud de la cubierta desde el punto de conexión de la varilla hasta el otro extremo.	1	Si/No	
8	Conector apriete fleje a fleje	3	Si/No	
9	Acople fleje a terminal ½", compuesto por:	2	Si/No	
	· Terminal compresión tipo pala, cobre estañado, perforación 1/2 ", barril para cable 4 AWG.			
	· Cable 4 AWG cobre estañado, largo 1 m.			
	· Fleje 20 cm x 1,2 mm			
10	Acople fleje a terminal ¼", compuesto por:	1	Si/No	
	· Terminal compresión tipo pala, cobre estañado, perforación 1/4 ", barril para cable 4 AWG.			
	· Cable 4 AWG cobre estañado, largo 1,2 m			
	· Fleje 20 cm x 1,2 mm largo 20 cm			
11	Conector doble fleje a varilla	1	Si/No	
12	Varilla largo 2,4 m, diámetro 15 mm	1	Si/No	
13	Abrazadera sin cubierta, 3/8" x 1,50 cm	6		

NOTA: Se podrán solicitar accesorios independientes al KIT, con base en las características indicadas en esta especificación

## 10.7 Puesta a tierra poste metálico acorde con 6.5



ITEM	DESCRIPCIÓN	SOLICITADO	OFERTADO
1	Fabricante		
2	País de origen		
3	Normas	NTC 3496	
4	Material Fleje, Conector y Varilla	Acero Inoxidable tipo 304	
5	Acople fleje a terminal 1/2":	Si/No	
	· Terminal compresión tipo pala, cobre estañado 1/2", cable 4 AWG.		
	· Cable 4 AWG cobre estañado, 3 m.		
	· Fleje 20 cmx 1,2 mm, preforma varilla.		
6	Conector fleje a varilla	Si/No	
7	Varilla largo 2,4 m, diámetro 15 mm	Si/No	

NOTA: Se podrán solicitar accesorios independientes al KIT, con base en las características indicadas en esta especificación

### 10.8. Puesta a Tierra de Red MT Aérea Aislada. Acorde con 6.6

ítem	Descripción	Solicitado	Ofertado
1	Fabricante		
2	País de origen		
3	Normas	NTC 3496	
4	Material Fleje, Conector y Varilla	Acero Inoxidable tipo 304	
5	Fleje para DPS's, compuesto por:	Si/No	
	- Fleje de 2,20 m con una perforación de diámetro de 10 mm ubicada a 10 cm en un extremo para sujeción al tornillo del DPS - 2 conectores de apriete a fleje para los otros dos DPS.		
6	Conector fleje a varilla	Si/No	



7	Varilla largo 2,4 m, diámetro 15 mm	Si/No	
8	Abrazaderas de 3/8" X 1,5 m	Si/No	
9	Seis (6) Hebillas	Si/No	
10	Tres (3) Puestas a tierra del apantallamiento de cable aislado en hilos de cobre:	Si/No	
	Tres (3) Conectores para cables, uno calibre 4 AWG y otro para los hilos de cobre que equivale a un conductor de 25 mm <sup>2</sup> .		
	Tres (3) Acoples fleje a terminal premoldeado:		
	1. Cable 4 AWG cobre estañado, largo 1 m.		
	2. Fleje de 20 cm x 1,2 mm.		
	• Conector de apriete fleje a fleje.		

### 10.9. Puesta a Tierra de Reconector acorde con numeral 6.7.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	SOLICITADO	OFERTADO
1	Fabricante	---	(*)	
2	país	---	(*)	
3	Normas	---	NTC 3496	
4	Espesor fleje	mm	1,2	
5	Ancho	mm	>= 22,2	
6	Fleje aislado principal a DPS 11m y conector fleje a fleje		si	
7	Fleje puente de los descargadores DPS y 3 conectores de apriete a fleje		si	
8	Fleje unión entre fleje principal y fleje puente DPS de 1,0 m y con 2 conectores fleje a fleje		si	
9	Fleje desnudo principal a RC Longitud de fleje de 11 m		si	
10	Fleje puente de conexión a RC 1m y un conector fleje a fleje		si	
11	Fleje puente de conexión a PT 1m y un conector fleje a fleje		si	



12	Fleje puente de conexión a tablero de control 1m y un conector fleje a fleje		si	
13	Conector fleje a varilla.		si	
14	Abrazaderas de 3/8"x 1,5 m, seis (6) tramos		si	
15	Seis (6) Hebillas.		si	
16	Acero Inoxidable tipo	---	304	

### 10.10. Puesta a Tierra para afloramiento acorde con LA228

ítem	Descripción	Solicitado	Ofertado
1	Fabricante		
2	País de origen		
3	Normas	NTC 3496	
4	Material Fleje, Conector y Varilla	Acero Inoxidable tipo 304	
5	Puente para DPS, compuesto por:	Si/No	
	- Fleje de 1 m x 1,2 mm		
	- Tres (3) conectores de apriete a fleje		
	- Tres (3) Tornillos M12, tuercas y arandelas.		
6	Un (1) Conector fleje a fleje, para el Puente para DPS a Fleje Principal		
7	Fleje Principal 11 m	Si/No	



8	Tres (3) Acoples de apantallamiento.	Si/No	
	Cada uno compuesto por:		
	- Conector, un extremo para cable calibre 4 AWG de cobre estañado y el otro extremo para los hilos de cobre del apantallamiento que equivalen a un conductor de 25 mm <sup>2</sup> .		
	- Cable 4 AWG cobre estañado, largo 0,5 m.		
	- Fleje de 20 cm x 1,2 mm.		
9	Tres (3) Conectores fleje a fleje, para los Acoples de apantallamiento a fleje Principal	Si/No	
10	Conector fleje a varilla	Si/No	
11	Varilla largo 2,4 m, diámetro 15 mm	Si/No	
12	Seis (6) Abrazaderas en cinta de acero (ET450) 3/8 " x 1,5 m	Si/No	
13	Seis (6) Hebillas 3/8 " (ET450)	Si/No	

## ANEXO 1. LISTADO DE CÓDIGOS DE MATERIAL.

Listado de códigos	
Código	Descripción
201075	Kit de puesta a tierra BT, acero inox.





<b>201147</b>	SPT Seccionador Bajo Carga Telecontrol MT
<b>201150</b>	ET492 SPT ACERO 6.3 RED COMPACTA
<b>200291</b>	Sistema de puesta a tierra para afloramiento LA228-ET492
<b>200290</b>	Sistema de puesta a tierra de Reconectador ET492
<b>200289</b>	Sistema de puesta a tierra de transformador con DPS en soporte de transformador trifásico > 15 KVA ET492
<b>200288</b>	Sistema de puesta a tierra de transformador con DPS en soporte de transformador bifásico <= 15 KVA ET492
<b>200287</b>	Sistema de puesta a tierra de transformador con DPS en cruceta ET492
<b>200615</b>	SPT Acero Poste metálico
<b>200616</b>	SPT Acero Red MT Aérea Aislada