

# Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.

Ingeniería eléctrica

Reporte de residencia.

Análisis de carga para ampliar la red eléctrica en la cabecera municipal de bellavista.

Alumno

Santiago Hernández Luis Geovanni.

Asesor interno

Ing. Jorge Díaz Hernández

Asesor externo

Lic. Raúl Alejandro Sol Pérez

Revisores

Ing. Ariosto Mandujano Cabrera

Ing. Pedro Cruz Farrera

## Índice

1.1 Introducción.....	1
1.2 Antecedente.....	1
1.3 Marco legal.....	2
1.4 Objetivo general.....	2
1.5 Objetivo específico.....	2
<b>2. Fundamento teórico.</b>	
2.1 simbología.....	3
2.2 empotramiento.....	4
2.2.1 cepas para postes de concreto.....	6
2.2.2. cepas para anclas.....	7
2.2.3. Empotramiento de postes.....	8
2.2.4. Compactación de cepas (norma 03 00 08).....	9
2.2.8. Compactación de sepas (norma 03 00 09).....	9
2.3 retenidas.....	10
2.3.1. codificación de retenidas.....	12
2.3.2. selección de retinas para media tensión.....	14
2.3.3. selección de remate pata retenidas.....	14
2.4 estructuras.....	15
2.5 conductores.....	19
2.5.1. Características de conductores desnudos.....	20
2.5.2. tendido de conductores de áreas urbanas.....	21
2.6 líneas de baja tensión.....	22
2.7 bajante de tierra.....	25

3 desarrollo.....	26
3.1. calculo de carga.....	26
3.2. Plano de la red eléctrica.....	34
3.3Diagrama unifilar.....	35
3.4. Empotramiento.....	36
3.5. Estructuras.....	43
3.6. Estructuras de M.T.....	61
3.7. Conductores.....	62
3.8. Equipos eléctricos.....	64
3.9. líneas de baja tención (secundaria).....	68
3.10 diagrama de tierra.....	72

## **1.1 Introducción.**

Para la realización de este reporte de residencia profesionales se realizó en el proyecto de electrificación rural, para la alimentación de energía eléctrica de la cabecera principal de bellavista, municipio de Comalapa. Ya que la actividad que realice en esta empresa fue de apoyar en los proyectos en alta y baja tensión.

Antes de iniciar con el proyecto de las líneas de media tensión (13.3 KV) se debe de realizar un recorrido en el lugar donde se instalara, esto con el propósito de ver las condiciones en que se encuentran la topografía del terreno para elegir el mejor acceso de dicha línea para que nos proporcione mayos seguridad de operación, cumplimiento con las norma oficial mexicana NOM además de las especificaciones de seguridad que C.F.E exige para la instalación de líneas de 13.2 KV.

Se cuantifica el número de casa habitación, para así saber la capacidad de carga que alimentara un transformador y seleccionar la capacidad de esta y también seleccionar por medio del cálculo tanto de cargas como el cálculo de corto circuito, los dispositivos de protección tanto para el lado primario y secundario de los transformadores que llevara este proyecto así como también los dispositivos de protección que llevara en el entronque de la línea de alta tensión por especificaciones que exige C.F.E.

## **1.2 Antecedente**

La formulación de las normas está basada en la experiencia de la institución que integra, analiza, modifica, complementa y sustituye las normas siguientes:

Normas de distribución construcción-contaminación líneas aéreas, edición 1997.

Para la elaboración de las presentes normas, se tomo como referencia la mayor parte de las normas antes mencionadas, integrándose ambas en un solo tomo, que considera las instalaciones en áreas normales y de contaminación, cambios en:

Aislamiento, conductores, tipo de sistema, normatividad vigente, nuevos cálculos de las limitantes mecánicas de las estructuras y de flechas y tensiones, velocidad de viento de 120 km/h, nuevas formas de trabajo y el avance en sistemas informáticos. Por lo anterior, se considera una nueva edición que lleva por título:

## ***NORMAS DE DISTRIBUCIÓN-CONSTRUCCIÓN-INSTALACIONES AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN, EDICION 2006.***

Los materiales y equipos que se incluyen en éstas normas, deben cumplir con las especificaciones y normas de Referencias CFE vigentes, en caso de no existir éstas, se debe cumplir con la Normativa nacional o internacional aplicable.

### **1.3 Marco legal**

En la elaboración de éstas normas se ha cuidado el cumplir con lo dispuesto en:

Ley del servicio Público de Energía Eléctrica.

Reglamento de ley del servicio público de Energía Eléctrica.

NORMA oficial mexicana NOM-001-SEDE-1999, instalaciones eléctricas (utilización)

Ley federal de metrología y normalización y su reglamento.

Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida.

### **1.4 OBJETIVO GENERAL**

Ampliar la cobertura del servicio de energía eléctrica haciendo un análisis minucioso del número de usuarios para determinar la capacidad de los transformadores y mejorar el servicio de suministro de energía.

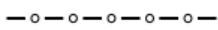

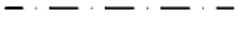
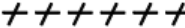





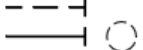

### **1.5 OBJETIVO ESPECIFICO**

Rehabilitación y ampliación de red de energía eléctrica en la cabecera municipal de bellavista de acuerdo alas normas de CFE.

## 2 fundamento teórico

### 2.1. Simbología

Norma: 01 00 08

Línea telegráfica o telefónica		7
Línea aérea de baja tensión con cable múltiple		3, 4, 5, 6 y 20
Línea subterránea de media tensión		2, 4 y 20
Línea subterránea de baja tensión		3, 4 y 20
Circuito subterráneo de alumbrado en baja tensión		3, 4 y 20
<b>ELEMENTO A REPRESENTAR</b>	<b>SÍMBOLO</b>	<b>VER NOTAS</b>
Línea aérea de media tensión		2, 5, 6,7 y 20
Línea aérea de media tensión particular		2, 5, 6,7 y 20
Línea aérea de baja tensión		3, 4, 5,7 y 20
Líneas aéreas de media tensión y baja tensión abiertas en un punto definido		2, 3, 4, 7 y 20
Remate de líneas aéreas de media tensión y baja tensión		2, 3, 4, 7 y 20
Cruce de conductores aéreos conectados		2, 3, 6 y 20

## **2.2 Empotramiento.**

### ***Norma 03 00 01***

Esta sección de empotramiento incluye las cepas y cimentaciones que en función de la naturaleza de terreno y características del material a empotrar, difieren en las distintas regiones de la República Mexicana dada su gran variedad de tipos de terreno.

Una vez que se cuenta con el trazo y estacado de la línea, la excavación de las cepas es la primera acción propia para el primer constructor. En la mayoría de los casos quien ejecuta estos trabajos es personal sin conocimientos de construcción de líneas, por lo que se requiere que el supervisor de la obra compruebe las características de las cepas.

Se debe tomar en cuenta que la cepa debe de estar al centro de la línea de trazo para que los postes queden alineados, ya que el poste debe quedar al centro de la cepa.

Antes de empezar las cepas, se necesita comprobar las dimensiones de las mismas, así como las características de consistencia del terreno, las del poste a hincar o del ancla a enterrar.

En el medio rural se debe tomar en cuenta que el terreno no tenga problemas de erosión por efectos pruviales o eólicos. También verifique que no existan problemas por encharcamiento o inundación.

Siempre se debe mantener o mejorar la condición original de la compactación del terreno. En necesario apisonarlo debidamente para obtener una óptima compactación: tener cuidado de que no queden huecos al cimentar con piedras grandes que obstruyan el llenado con tierra para compactación. Ver normas 03 008.

En áreas urbanas siempre se debe tener presente que pueden existir instalaciones de agua, gas, drenaje, cables eléctricos, de comunicaciones o fibra óptica.

Se recuerda que al destruir una banqueta es obligatorio del mismo constructor dejarla en condición similar a la original y limpia.

Se debe tener en cuenta de tapar provisionalmente las cepas cuando el poste o ancla no se instalen inmediatamente, la cual debe de ser de material resistente y pintada con franjas de color amarillo tráfico y negro, de lo contrario se puede causar accidentes a los peatones.

En el área rural dejar de un montículo de tierra adicional una vez cubierta la cepa, para que al compactarse con el tiempo, el nivel de la cepa quede ligeramente superior al del terreno original.

En terreno salitroso es necesario prever la corrosión por el efecto del terreno en los materiales a enterrar, en especial en los primeros 60 cm, los postes a instalar se deberán de proteger de la salinidad aplicándole dos capas de impermeabilizante base en frío en la parte a enterrar mas 20 cm sobre la superficie.

Para compactar, utilizar el material extraído de la cepa, excepto que se indique que debe substituirse o adicionar otros materiales.



### 2.2.1. Cepas para postes de concreto

**Norma: 03 00 02**

La profundidad de la cepa para empotrar está en función del tipo de terreno, de la altura, resistencia del poste y de su diámetro en el empotramiento. De diámetro de la cepa de 50 cm como mínimo en todos los casos

EMPOTRAMIENTO POR TIPO DE SUELO (cm)			
Altura (m) y resistencia (kg) del poste	Blando	Normal	Duro
	Arena, arcilla suelta y arcilla con arena	Tierra común	Tepetate, grava y roca
7 - 600	140	120	100
9 - 450	160	140	120
12 - 750	190	170	150
13 - 600	200	180	160
14 - 700	210	190	170
15 - 800	220	200	180

Notas:

Un terreno normal que se anega como tierra de cultivo se debe considerar como un terreno blando.

Un terreno blando es posible considerarlo como terreno normal si se compacta con piedras 30 cm en la base y 60 cm en la parte superior del empotramiento.

En áreas urbanas en que el poste esta en banquetta terminada se considera como terreno normal.

Un terreno normal es posible considerarlo como terreno duro si se compacta con piedras de 30cm en la base y 60 cm en la parte superior del empotramiento.

En zonas con actividad sísmica adicione 10 cm al empotramiento de la tabla anterior y si el terreno es blando procederá como se indica en el punto 2.

En líneas rurales con terreno blando o normal se debe agregar una capa de 30 cm de piedra en la parte superior de la cepa.

En caso de que no se tenga la tabla, se puede utilizar la fórmula siguiente para terreno normal:

Profundidad del empotramiento=Altura del poste en cm/10+50cm

### **2.2.2. Cepas para anclas**

#### ***Norma 03 00 03***

La profundidad de las cepas debe ser de 140 para que la inclinación del perno ancla sea de 45°

El perno ancla debe quedar 20 cm fuera del nivel del piso terminado y se hace una zanja para que el perno ancla a usar es el 1PA.

Las anclas deben quedar recargadas en la pared de la cepa.

Las dimensiones de las cepas deben ser de acuerdo al tamaño de las anclas, mas 10 cm de tolerancia para su acomodo.

El relleno de la capa debe hacerse con el mismo material extraído del terreno, compactándolo cada 20 cm.

En terreno blanco, el relleno de la cepa del ancla se compacta con piedras de 10cm de diámetro hasta formar una capa de 60 cm de espesor sobre la base de la cepa.

### **2.2.3. Empotramiento de postes**

***Norma: 03 00 04***

La cepa para hincar el poste debe tener un diámetro mínimo de 50 cm y una profundidad indicada en la norma 03 00 02 en función del tipo de terreno. Verifique que la cepa esté con el eje de la línea.

Inserte el poste en la cepa y céntrelo en la misma.

Gire el poste para que la cara con las características del mismo quede del lado del tránsito.

Con el material extraído rellene la cepa con una capa de 20 cm alrededor del poste y compáctelo.

Plomear el poste y continúe relleno la cepa en capas de 20 cm compactando cada una de ellas. Compruebe la verificación del poste.

En lugar donde no existe banquetta debe quedar un pequeño montículo de tierra sobre nivel de piso, aproximadamente de 10 cm alrededor del poste y compactándolo.

Cuando se utiliza piedra en el empotramiento, deben añadir agregados finos (tierra y arena) para eliminar huecos entre las piedras y mejorar la compactación.

En terreno blando sobreponga el poste en una base de piedra de 30 cm de espesor.

#### **2.2.4. Compactación de cepas**

**Norma: 03 00 08**

El poste debe quedar al centro de la cepa.

La separación del poste a la pared de la cepa debe permitir la entrada libre del pisón y de la piedra que se adicione. El tamaño máximo de la piedra debe ser de la mitad de distancia S.

Se debe efectuar una compactación uniforme alrededor del poste en cada capa de 20 cm de material de relleno en la cepa.

Cuando se usen piedras, los huecos que se forman deben quedar bien rellenos de la tierra o arena.

La cepa para el ancla hacerle una cavidad para recargarla en terreno firme. Se debe hacer también una ranura para que el perno ancla quede instalado con el ángulo requerido por la retenida.

Para compactación en condiciones normales, el relleno para la cepa del ancla no requiere de otros materiales diferentes al extraído.

Al finalizar el relleno de una cepa, deje un pequeño montículo de material compactado para evitar encharcamiento y para que con el tiempo, el terreno quede en su nivel.

#### **2.2.5. Compactación de cepas para retenida.**

**Norma: 03 00 09**

La compactación en las cepas para retenidas de banquetas debe hacerse rellenando y apisonando la tierra extraída revuelta con piedras.

El perno ancla debe quedar pegado a la pared de la cepa.

La cepa para retenida de banqueta se debe cavar a partir de la colindancia del paramento con la banqueta, a una distancia máxima entre éste y la retenida en 5 cm.

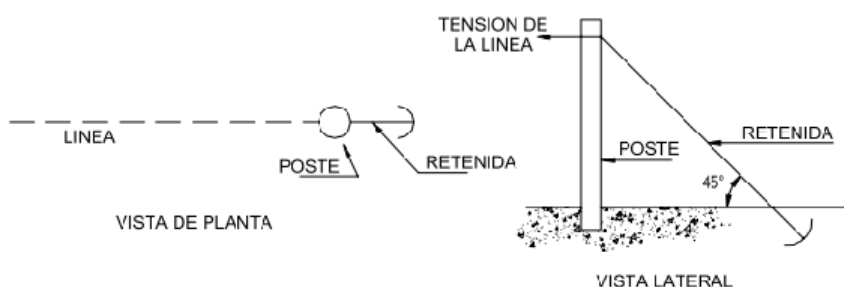
Para compactar en terrenos blandos utilice piedras de aproximadamente 20 cm de diámetro.

## 2.3. Retenidas.

### **Norma: O6 00 01**

La retenida es un elemento mecánico que sirve para contrarrestar las tensiones mecánicas de los conductores en las estructuras y así eliminar los esfuerzos de flexión en el poste.

Las retenidas se instalan en sentido opuesto a la tensión de los conductores por retener. Generalmente se deben anclar en el piso con un ángulo de 45°; para colocarlo en ángulos diferentes se deben analizar los esfuerzos mecánicos.

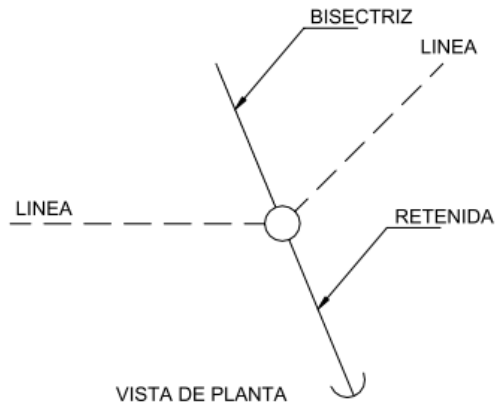


Para estructuras RD, AD Y DA, las retenidas se colocan en la dirección de la línea, para contrarrestar la tensión horizontal de los cables.

Para estructuras de deflexión como la TD, PD, VD, Y DP, las retenidas se colocan en la dirección del ángulo bisectriz, para contrarrestar la componente transversal de la tensión máxima de los cables debida a la deflexión de la línea. Las retenidas para instalaciones de media y baja tensión en una misma estructura, son independientes y comunes al mismo perno ancla.

Las anclas para retenidas no deben estar colocadas en:

- Paso obligado de peatones, vehículos y animales.
- cause de agua pueda aflojar el terreno o deslavarlo.
- propiedades particulares.



En todos los casos se deben instalar señalizaciones o protección mecánica a las retenidas. Instale el protector para retenida según la norma 04 R0 05.

Las retenidas para instalaciones de media y baja tensión en una misma estructura son independientes y comunes al perno ancla.

En todas las retenidas para sujetar instalaciones de media tensión (independientemente del tipo de poste) se debe instalar aislador tipo R. vea norma 06 00 04.

Las retenidas en poste de concreto deben estar apoyadas en la parte superior de algún herraje.

Las puntas del cable de retenida al nivel de piso no deben tener hilos sueltos o salientes que pudieran dañar a las personas.

El perno ancla deberá estar en dirección del punto de sujeción de la retenida en el poste.

En el caso de retenidas en estructura para compensar efectos de viento transversal a la línea se instalaran retenidas de tempestad. Consulte normas 06 00 15.

Las retenidas se instalarán antes de rematar los conductores dejando el poste ligeramente inclinado al lado opuesto de la línea para que con la tensión de los conductores quede vertical.

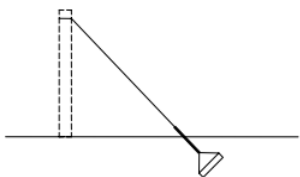
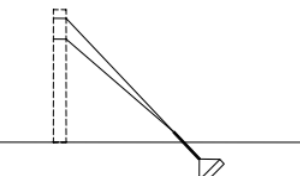
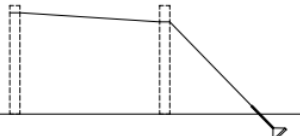
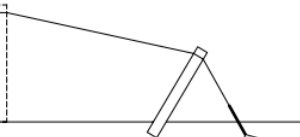
Todas las retenidas de estaca necesariamente llevan ancla, salvo que la tensión máxima de los conductores no exceda de 300 kg.

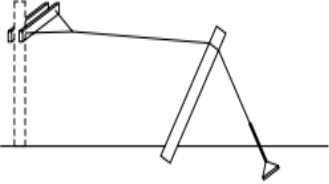
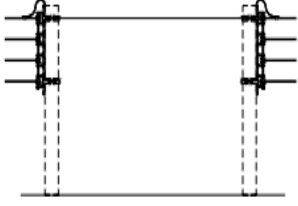
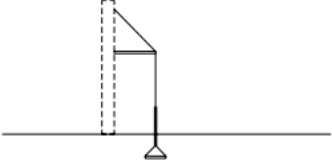
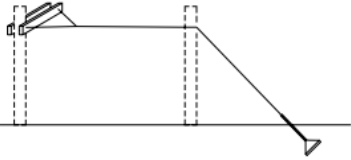
### 2.3.1. Codificación de retenidas

**NORMA: 06 00 02**

La codificación de las retenidas está compuesta por tres dígitos alfabéticos.

El primero será la letra R de retenidas y los dos siguiente dígitos son indicativos del nombre del tipo de retenida, anotándose en estos la primera letra de las palabras que la describen, tal como se indica en los croquis siguientes:

DISPOSICIÓN DE RETENIDAS	CLAVE	NOMBRE
	RSA	Retenida sencilla de ancla
	RDA	Retenida doble de ancla
	RPA	Retenida a poste y ancla
	REA	Retenida a estaca y ancla

	RVE	Retenida volada a estaca y ancla
	RPP	Retenida poste a poste
<p><b>DISPOSICIÓN DE RETENIDAS</b></p>	<p><b>CLAVE</b></p>	<p><b>NOMBRE</b></p>
	RBA	Retenida de banqueta y ancla
	RVP	Retenida volada a poste y ancla



### 2.3.2. Selección de retinas para media tensión

#### **NORMA: 06 00 04**


La selección de las retenidas está basada en el tipo de estructuras, el tipo de conductor, la velocidad regional del viento, el tipo de ambiente, contaminación o normas, así como con la probabilidad de acumulación de hielo en los cables, el diseño de líneas conoce estos conceptos, y son suficientes para entrar directamente a las tablas que se incluyen en esta sección, las cuales proporcionan:

- Diámetro
- Tipo de retenida
- Diámetro del perno ancla
- Tipo de ancla a usar en diferentes tipos de suelo.

El ángulo de la retenida de ancla debe ser de 45° con respecto al piso.

### 2.3.3. Selección de remates para retenidas

#### **NORMA: 06 00**

REMATE PREFORMADO PRA PARA CABLE DE ACERO GALVANIZADO	
ESPECIFICACIÓN CFE 20000-98 REMATE PREFORMADO PRA	
	
DESCRIPCIÓN CORTA	LONGITUD
Remate PRA 5/16"	152.4
Remate PRA 3/8"	175.2

## 2.4. Estructura

### Norma: 05 00 01

La sección de estructuras de media tensión está prevista con los lineamientos siguientes:

Se consideran estructuras de líneas de media tensión todas aquellas que soportan conductores cuya operación sea 13 hasta 33 kV.

La identificación de las estructuras está codificada con base al tipo, de la posición de los diferentes niveles y números de conductores en la estructura. Esto facilita su sistematización al momento de presupuestar o requerir materiales.

En líneas de media tensión se consideran tramos cortos los menores de 65 m y tramos largos los mayores de 65 m. Los primeros se construyen principalmente en zonas urbanas puesto que están determinados por los tramos en instalaciones de baja tensión, en tanto que los segundos se construyen por lo general en zonas rurales. Un tramo flojo, es un tramo de línea menor de 40 m donde la tensión mecánica de los conductores menor al 40% de la indicada en las tablas de flechas y tensiones a la temperatura del lugar, al momento de rematar.

Se consideran a conductores ligeros hasta:

Cobre	2	AWG
ACSR	1/0	AWG
AAC	3/0	AWG

Conductores de calibre mayor se consideran pesados.

En las líneas de media tensión aéreas se utilizan conductores desnudos y semiaislados. La selección de crucetas de madera a utilizar con conductores ligeros será del tipo ligera y para conductores pesados será la correspondiente del tipo pesada.

El neutro corrido se puede instalar en la posición del cable de guarda. El uso del neutro en la posición del guarda está limitado a líneas rurales 3F-4H, ubicadas en regiones con alta incidencia de descargas atmosféricas o en casos especiales que lo requieran.

Antes de iniciar la construcción se debe formular un proyecto con base a las características del terreno, así como comprobar que no se excedan las limitantes de diseños de las estructuras.

Los postes deben quedar verticales después que el conductor haya sido tensado.

El cable de guarda y el neutro corrido se instalaran del lado del tránsito vehicular.

Las bajantes a tierra debe quedar en la cara del poste del lado del tránsito vehicular.

En líneas con cable de guarda o neutro corrido se debe instalar una bajante de tierra cada dos estructuras.

Se recomienda que el proyecto y la construcción de más de un circuito en la misma estructura sólo se hagan cuando los derechos de vía impidan la construcción normal. Si las tensiones de operación de los circuitos son diferentes, el de mayor tensión eléctrica debe ubicarse en la parte superior.

Debe evitarse el cruce de dos circuitos diferentes. Si el cruce es del mismo circuito, debe reconfigurarse de manera tal que se elimine dicho cruce quedando un solo punto de alimentación.

Para identificar las fases debe respetarse la convención establecida de nombrarlas como A, B Y C, de izquierda a derecha parado de frente a la fuente.

Normalmente en las líneas de distribución no se requiere transposiciones. Cuando sea necesaria la interconexión entre circuitos donde cambie la posición de las fases, debe respetarse la forma de identificarlas.

Los postes de concreto que queden empotrados en terreno salino o de alta contaminación se deben impermeabilizar con recubrimiento asfáltico.

Cuando en una estructura se presente una ligera deflexión y que no requiera la instalación de retenida(s), el poste se debe inclinar ligeramente en sentido contrario a la bisectriz del ángulo de la deflexión. No aplica en estructuras tipo D.

El cable de la retenida para la línea de media tensión es independiente del cable de retenida de la red de baja tensión, aunque ambos rematen en la misma ancla.

En lugares con fuertes vientos, se debe instalar a las estructuras, retenidas tipo tempestad.

En una estructura en donde se constituyan dos niveles del mismo circuito por cambio de dirección o deflexión de la línea, el lado fuente debe estar en la parte superior de la misma.

No se debe instalar ningún equipo en la cruceta de la línea sin antes verificar la separación entre fases. En el caso de que no se cumplan las separaciones mínimas, instale el equipo en el siguiente nivel inferior.

Se debe verificar manualmente que en el caso de movimiento de los puentes por efectos de viento no se reduzcan las distancias mínimas establecidas.

En la construcción de líneas se debe procurar seguir trayectorias rectas.

El amarre para el conductor neutro en posición de guarda o como corrido, es identificar al utilizado en líneas de baja tensión.

En áreas urbanas para estructuras tipo T, el conductor de la fase central siempre debe ir en el lado de la calle. Solo una fase debe quedar al lado de la banqueta.

En todas las estructuras para líneas de media tensión en conductor neutro, que se instalen en donde existan líneas de baja tensión, no se debe considerar la bajante de tierra ni los herrajes para fijación del conductor neutro, que están anotados en la lista de materiales que integran cada estructura.

En todos los sistemas de neutro corrido al entrar en una red debe tomar la posición e interconectarse al neutro de la propia red de baja tensión.

En las estructuras tipo TS, PS, VS, C Y HS, la posición de las crucetas se debe alternar en cada lado del poste en líneas rurales. Aplica también para el soporte aislador AP-1.

En lugares donde exista vandalismo se recomienda la instalación del aislador tipo poste PD sintético en estructuras de paso.

La conexión de los transformadores monofásicos a la línea, se debe hacer proporcionalmente en las tres fases para que el circuito quede balanceado.

En electrificación de colonias o fraccionamientos urbanos, las caídas de voltaje de la línea de media tensión desde el punto de conexión al punto extremo o crítico de esta electrificación, no debe exceder el 1%.

El conductor mínimo a utilizar en líneas de media tensión, es el cable de cobre 1/0, ACSR 1/0 y AAC 1/0.

Los conductores de cobre no requieren guarda líneas en los apoyos.

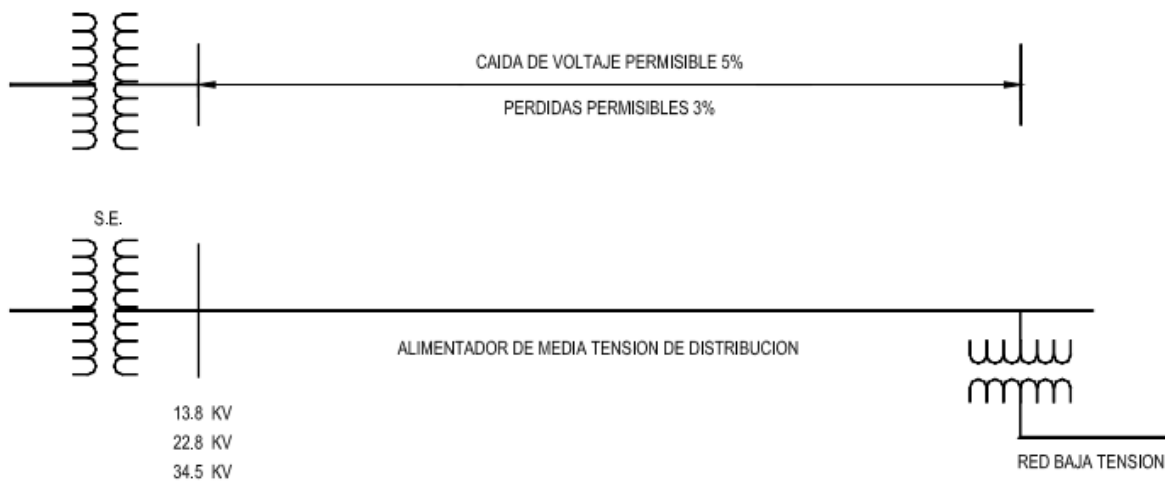
La selección de conductores para líneas de media tensión de distribución, se debe basar en un estudio técnico-económico con las variables que el caso presente.

Los circuitos de distribución deben diseñarse para operar con enlaces.

En condiciones de operación normal, el conductor de líneas de media tensión en disposición radial, no debe exceder el 50% de su capacidad de conducción.

Para condiciones de emergencia, el conductor se puede operar hasta operar el 75% de su capacidad. En el caso de que tenga un punto de enlace entre circuitos, se debe considerar equipo de operación de apertura con carga.

La regulación de voltaje permitirá en líneas de media tensión partiendo desde la subestación debe ser de 5% máxima.



Las estructuras de deflexión tipo D se aplican principalmente en el área rural por su sencillez y alta resistencia mecánica.

Para estas estructuras no se incluyen tablas con limitantes, debido a que el perno ancla, ancla y empotramiento se realizó con la tensión mecánica de cables calculadas para de paso, por lo tanto los claros interpostales máximos para estas estructuras serán los mismos que para las estructuras TS.

## 2.5. Conductores

### Norma: 07 00 01

Para seleccionar conductores se deben considerar factores eléctricos, mecánicos, ambientales y económicos.

Eléctricamente se calcula el calibre en función de la carga por alimentar y la distancia de la fuente a la carga. (Analizando regulación y pérdidas de energía por conducción. Empleando como mínimo 1/0 ACSR, AAC Y Nº 2 Cu.

Las condiciones ambientales pueden ser normales, contaminadas o hielo.

Los conductores se normalizan en base a los siguientes criterios.

I. Calibres.-Los incluidos en la Norma 07 00 03.

II. Material.-

1) Líneas de media tensión aérea con conductor desnudo:

a) AAC: en áreas urbanas y de contaminación.

b) ACSR: Líneas y áreas rurales en todos los calibres normalizados.

c) COBRE: En áreas donde se justifique técnica y económicamente.

2) Líneas de baja tensión aéreas:

Cable múltiple formado por un conductor desnudo o de soporte y uno o varios conductores de aluminio o de cobre forrados y dispuestos helicoidalmente alrededor del conductor desnudo.

En derivaciones y empalmes de conductores de ACSR o AAC se utilizarán invariablemente conectores de compresión.

Para conductores AAC y ACSR se utilizarán varillas preformadas en los apoyos de aisladores para seleccionarlos consulte normas 07 FC 02.

Para conectar ramales en media tensión se utilizara conector derivador tipo L, T.

Cuando se instalen conectores derivados mecanicos para línea viva (pericos) se deben instalar en un estribo de cobre.

Para rematar líneas de baja tensión de ACSR o AAC se utilizaran remates preformados.

El conductor de cobre se podrá empalmar, conectar y rematar entorchando, también se podrán utilizar conectadores a compresión.

En remates de líneas de media tensión se usara grapa de remate, las líneas de baja tensión se remaran mediante preformados.

### 2.5.1. Características de conductores desnudos

#### Norma: 07 00 02

Cable ACSR: Cable de aluminio con refuerzo central de acero.

Cable AAC: Conductor fabricado en aluminio, de nominación usada generalmente para conductores desnudos.

Cable de cobre: Cable de cobre desnudo en temple duro, semiduro y suave.

Calibre (AWG o KCM)	Material	Hilos	Área (mm <sup>2</sup> )	Diámetro (mm)	Peso (Kg/1000 m)	Kg/1000 m 3 Conductores + 5%	Carga de ruptura (Kg)	Capacidad (Amperes)	Equivalente en conductividad
2	Cu	7	33,62	8,14	305	931	1312	230	-
1/0	Cu	7	53,48	9,36	485	1479	2155	310	-
3/0	Cu	7	85,01	11,8	771	2352	3341	420	-
250	Cu	19	126,7	15,24	1149	3505	5048	540	-
3/0	AAC	7	85,01	12,75	234,4	715	1377	330	Cu 1/0
266,8	AAC	19	135,2	16,31	372,8	1137	2784	440	Cu 3/0
336,4	AAC	19	170,5	18,29	470,1	1434	2730	510	Cu 4/0
477	AAC	19	241,7	21,77	666,4	2033	3773	640	300
1/0	ACSR	6/1	62,4	10,11	216	659	1940	240	Cu 2
3/0	ACSR	6/1	99,23	12,75	343	1046	3030	315	Cu 1/0
266,8	ACSR	26/7	157,22	16,28	545	1662	5100	455	Cu 3/0
336,4	ACSR	26/7	198,3	18,31	689	2101	6375	530	Cu 4/0
477	ACSR	26/7	281,1	21,8	977	2980	8820	660	300

Características tomadas de:

#### Especificación CFE

#### Descripción

E0000-12 Cables de aluminio con cableado concéntrico y alma de acero (ACSR).

E0000-30 Cable de aluminio desnudo (AAC).

E0000-32 Alambre y cable de cobre desnudo.

## **2.5.2. Tención de conductores.**

### **Norma: 07 TT 01**

En esta su subsección de tendido y tensado de conductores se norma de manejo de los conductores y su colocación sobre estructuras de líneas aéreas.

Los conductores están sujetos a elongaciones definitivas cuando se les aplique una tensión mecánica permanente.

Las técnicas de tendido están en función del tipo de material (cobre o aluminio), calibre del conductor, de la longitud a tender y del lugar de instalación (urbana o rural).

Estas normas de construcción no incluyen el tendido de conductor con líneas energizadas por ser una técnica especializada sólo para personal capacitado de CFE.

Las medidas de seguridad se deben extremar tanto para protección del personal de líneas como para terceros en sus bienes y en sus personas.

Cuando la magnitud del trabajo por realizar requiere que varias cuadrillas, deberá existir un coordinador general de la maniobra.

Antes de iniciar estas maniobras verifique que las estructuras y retenidas sean las adecuadas al calibre del conductor y que estén debidamente terminadas. Además confirme la disponibilidad de todo el material y equipo necesario para el trabajo.

Tome en cuenta los obstáculos que existan en áreas de trabajo (anuncios, árboles, etc.) para evitar enganches con la línea.



## 2.6. Líneas de baja tensión

**Norma: 10 00 01**

Las tensiones eléctricas de las líneas de baja tensión normalizadas como sigue:

<b>SISTEMA</b>	<b>TENSIÓN ELÉCTRICA</b>
2F - 3H	120/240 V
3F - 4H	220Y/127 V

Las líneas de baja tensión se instalan en un nivel inferior a las líneas de media tensión y de equipo.

Los conductores que se utilizan en instalaciones de baja tensión deben ser de acuerdo a especificación CFE-09, CONDUCTORES MÚLTIPLES PARA DISTRIBUCIÓN AÉREA HASTA 600 V PARA 75° C, con el cable mensajero de ACSSR para fases de aluminio o de cobre con fases de cobre.

El forro es una cubierta aislada que evita fallas por contactos momentáneos con objetos o ramas de árboles.

Las características físicas y mecánicas de los conductores que se utilizan en instalaciones de baja tensión con conductores múltiples, son diferentes a los que se utilizan en líneas de media tensión con conductores desnudos; por lo tanto, las flechas y tensiones para la instalación de cables múltiples.

El cable de mensajero para AAC es de ACSR y se remata con preformado y el de cobre se remata entorchado.

Cuando el remate de la acometida es diferente al de la red, esta se instalará utilizando el conector adecuado, evitando la conexión de acometidas de cobre de aluminio.

La longitud mínima del poste para instalaciones de baja tensión será de 9m.

El cable mensajero neutro se ubicara en la parte superior del bastidor y se fija un aislador 1C, tanto en estructuras de paso como de remate y a continuación se colocarán las fases.

Cuando se presenten nuevos desarrollos habitacionales para electrificación distantes y no exista neutro corrido se debe interconectar con el neutro más próximo utilizando los postes para líneas de media tensión.

El criterio que se establece en estas normas en referencias al uso de conductor múltiple, se refiere a todas aquellas poblaciones urbanas menores a 10,000 habitantes y en caso a las mayores a 10,000 habitantes el diseño del tipo de red a construir será subterráneo o híbrido, definido por cada una de las divisiones de distribución en áreas de su ámbito. En zonas con muy alta contaminación se debe construir subterráneos.

El cable mensajero neutro de las instalaciones de baja tensión, se debe aterrizar en los remates sin conexión a la retenida.

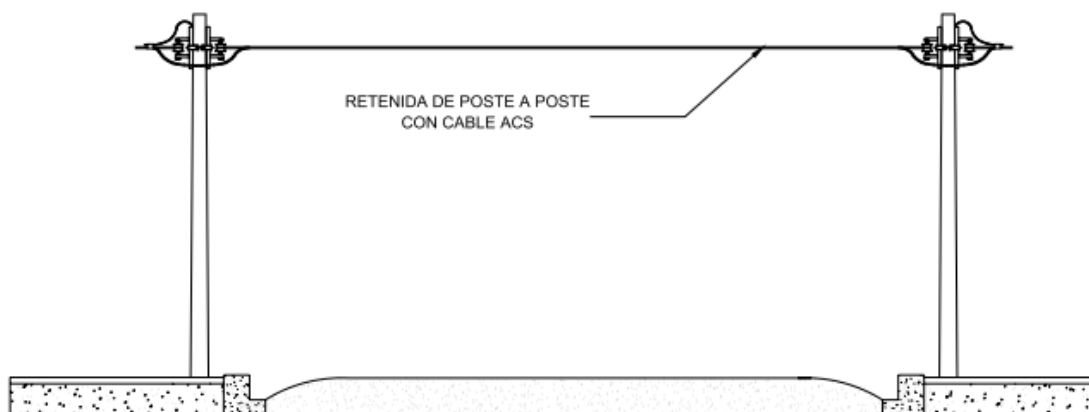
El claro máximo en instalaciones de baja tensión depende del tipo de conductor múltiple y de la altura del poste.

Solo las retenidas de poste a poste empleadas con instalaciones de baja tensión se deben conectar el neutro del sistema realizando la función de neutro corrido.

Las características para instalaciones de baja tensión llevaran aisladores del tipo R.

La regulación de voltaje en las instalaciones de baja tensión será de un máximo de 5% en áreas trifásicas y de 3% en áreas monofásicas en condiciones de demanda máxima.

En instalaciones de baja tensión con conductores de cobre en ambientes contaminados, las retenidas de poste deben ser con cable ACS conectando los extremos de los neutros adyacentes. El calibre del cable ACS conectando será el equivalente mecánico al de acero galvanizado y deberá tener una conductividad equivalente a la del neutro de mayor calibre instalado entre los tramos.



El conductor de fase mínimo a utilizar en líneas de baja tensión con material de cobre será 1/0.

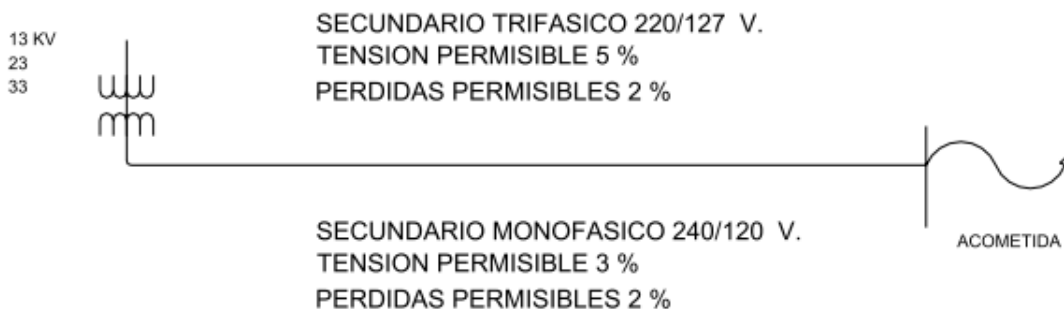
Para instalaciones con conductor de aluminio puro (AAC) será el N° 1/0 AWG.

Solo se construirán instalaciones de baja tensión en vía pública.

Se deberá mantener la altura de la instalación de baja tensión lo más uniformemente posible en base a la que determine el poste de 9m, independientemente de que esté sujeta a estructuras para líneas de media tensión.

En avenidas o calles con o sin camellón cuya distancia entre cordones sea mayor de 20m, se debe instalar líneas de baja tensión en ambas aceras, evitando con esto el cruce de acometidas.

La instalación del bastidor para fijación de instalaciones de baja tensión se hará con abrazaderas BS, BD o fleje de acero.



Notas:

La longitud máxima de las instalaciones de baja tensión no debe exceder a 100 m, a cada lado del transformador.

Debe utilizarse preferentemente sistemas monográficos salvo aquellos casos en que se prevee que habra cargas trifasicas.

Las capacidades de los transformadores tipo poste serán preferentemente de 15 y 25 kVA en poblados rurales y 25, 37, 5 y 50 kVA en perimetros hurbanos.

En áreas urbanas se considera invariablemente la instalación de baja tensión, con conductor calibre 3/0 AWG para AAC y conductor calibre 1/0 AWG para cobre.

Deberá limitarse el uso del cobre en áreas donde se justifique técnicas y económicamente.

## 2.7 Bajante de tierra.

La seguridad del personal y equipo es de primordial importancia en los sistemas de distribución, por lo que el neutro y la conexión a tierra tienen la misma importancia que las fases energizadas.

Normalmente los sistemas de tierra deben construirse con alambre de cobre semiduro desnudo de 15.19 de diámetro (calibre N° AWG) mínimo.

Nunca se deben utilizar conductores de ACSR o AAC.

La bajante para tierra en nuevas instalaciones se debe de instalar en el interior del poste, para el caso de instalaciones existentes se podrá instalar por el exterior utilizando protector TS.

La resistencia de tierra debe tener un valor máximo de  $25\Omega$  en tiempo de secas, cuando el terreno esta húmedo debe tener un máximo de  $10\Omega$ .

Todos los neutros contiguos y bajantes de tierra deben estar interconectados, independientemente que no correspondan al mismo circuito o área en baja tensión.

Para áreas de alta incidencias de vandalismo y cuando la bajante de tierra se instale por fuera del poste, se optará por utilizar alambre ACS 3 N°9.

Para áreas de contaminación, todos los conectadores a utilizar serán de cobre a compresión.

### 3. Desarrollo

#### 3.1 Calculo de carga

CONCEPTO	CANTIDAD	TOTAL EN WATTS
Lámparas incandescentes de 100watts	4	400
Contactos sencillos de 125watts	4	500
	Suma total	900

Para obtener de la carga en VA/Lote del total de la relación anterior, se le implica un factor de potencia F.P. que la norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMP-1994.

Establece como valor mínimo para una instalación eléctrica, la cual es de 0.90.

Por lo tanto, la carga total por lote es:

$$S=W/F.P.$$

$$S=900/0.90=1000 \text{ VA/Lote}$$

Donde

S=Potencia

W=Potencia real

F.P.=Factor de potencia

## CALCULO DE LA CAPACIDAD DE LOS TRANSFORMADORES

Para la realización del calculo del transformador se realiza en base a la carga VA/LOTE por lo tanto en esta obra se utilizaran transformadores bifásicos con relación de 13,8 Kv/220-127 volts, ya que estos son los valores de voltajes que necesitamos para alimentar a nuestra carga. Se calcula el transformador de la siguiente manera.

### ➤ Transformador “A” RD20/RD2.

Capacidad de lotes: 36 lotes

Capacidad=cantidad de lotes X VA/LOTE

Capacidad 36lote/1000VA=36,000VA=36KVA

Aplicando factor de demanda: 0.80

Capacidad corregida: 36kvax0.80= 28.8 KVA

Capacidad del transformador 37.5kva, 2 faces, 13,200/220-127 volts.

Se obtiene un factor de utilización para el equipo.

F.U.=(28.8KVA/37.5KVA)X100%=76.8%

Inferior al máximo permitido que es el 80%

### ➤ Transformador “B Y H” TS20.

Cantidad de lotes: 22 lotes

Cantidad= cantidad de lotes XVA/LOTE

Cantidad: 22 lote/x1000 VA/lote =22,000 VA=22 VA

Aplicando factor de demanda: 0.80

Capacidad corregida: 22 KVA X 0.80 = 17.6KVA

Capacidad de transformador 25KVA, 2 faces, 13.200/220-127 volts

Se obtiene un factor de utilización del equipo.

F.U.= (17.6 KVA/25 KVA) X 100%= 70.4%

Inferior al máximo permitido que es el 80%

➤ **Transformador “C” TS20.**

Capacidad de lotes: 25 lotes

Capacidad=cantidad de lotes X VA/Lote

Capacidad 25lote/1000VA/lote=25,000VA=25KVA

Capacidad corregida:  $25\text{kv} \times 0.80 = 20 \text{ KVA}$

Capacidad del transformador 30kVA, 3 fases, 13,200/220-127 volts.

Se obtiene un factor de utilización del equipo

$F.U. = (20\text{KVA}/30\text{KVA}) \times 100\% = 66.6\%$

Inferior al máximo permitido que es el 80%

➤ **Transformador “D” RD20/RD2.**

Capacidad de lotes: 70 lotes

Capacidad=cantidad de lotes X VA/Lote

Capacidad 70lote/1000VA/lote=70,000VA=70KVA

Capacidad corregida:  $70\text{kv} \times 0.80 = 56 \text{ KVA}$

Capacidad del transformador 75 KVA, 2 fases, 13,200/220-127 volts.

Se obtiene un factor de utilización del equipo

$F.U. = (56\text{KVA}/75\text{KVA}) \times 100\% = 74.66\%$

Inferior al máximo permitido que es el 80%

➤ **Transformador “E” RD20.**

El transformador es utilizado solo para la presidencia.

➤ **El transformador “F” RD20.**

Capacidad de lotes: 24 lotes

Capacidad=cantidad de lotes X VA/Lote

Capacidad 24lote/1000VA/lote=24,000VA=24KVA

Capacidad corregida:  $24\text{kva} \times 0.80 = 19\text{ KVA}$

Capacidad del transformador 25 KVA, 2 faces, 13,200/220-127 volts.

Se obtiene un factor de utilización del equipo

F.U.=  $(19\text{ KVA}/25\text{ KVA}) \times 100\% = 76.8\%$

Inferior al máximo permitido que es el 80%

➤ **El transformador “G” RD20/RD2.**

Capacidad de lotes: 20 lotes

Capacidad=cantidad de lotes X VA/Lote

Capacidad 20lote/1000VA/lote=20,000VA=20KVA

Capacidad corregida:  $20\text{ KVA} \times 0.80 = 16\text{ KVA}$

Capacidad del transformador 25 KVA, 2 faces, 13,200/220-127 volts.

Se obtiene un factor de utilización del equipo

F.U.=  $(16\text{ KVA}/25\text{ KVA}) \times 100\% = 64\%$

Inferior al máximo permitido que es el 80%



➤ **El transformador “I” TS20**

Capacidad de lotes: 37 lotes

Capacidad=cantidad de lotes X VA/Lote

Capacidad 37lote/1000VA/lote=37,000VA=37KVA

Capacidad corregida:  $37\text{kva} \times 0.80 = 29.6 \text{ KVA}$

Capacidad del transformador 37.5 KVA, 2 faces, 13,200/220-127 volts.

Se obtiene un factor de utilización del equipo

F.U.=  $(29.6 \text{ KVA} / 37.5 \text{ KVA}) \times 100\% = 78.9\%$

Inferior al máximo permitido que es el 80%

➤ **El transformador “J” TS20.**

Capacidad de lotes: 34 lotes

Capacidad=cantidad de lotes X VA/Lote

Capacidad 34lote/1000VA/lote=34,000VA=34KVA

Capacidad corregida:  $34\text{kva} \times 0.80 = 27.2 \text{ KVA}$

Capacidad del transformador 37.5 KVA, 2 faces, 13,200/220-127 volts.

Se obtiene un factor de utilización del equipo

F.U.=  $(27.2 \text{ KVA} / 37.5 \text{ KVA}) \times 100\% = 72.5\%$

Inferior al máximo permitido que es el 80%

➤ **El transformador “K” TS20.**

Capacidad de lotes: 27 lotes

Capacidad=cantidad de lotes X VA/Lote

Capacidad 27lote/1000VA/lote=27,000VA=27KVA

Capacidad corregida:  $27\text{kvax}0.80= 21.6\text{KVA}$

Capacidad del transformador 37.5 KVA, 2 faces, 13,200/220-127 volts.

Se obtiene un factor de utilización del equipo

F.U.=  $(21.6\text{ KVA}/37.5\text{ KVA}) \times 100\%= 57.6\%$

Inferior al máximo permitido que es el 80%

➤ **El transformador “L Y P” RD20/RD2.**

Capacidad de lotes: 33 lotes

Capacidad=cantidad de lotes X VA/Lote

Capacidad 33lote/1000VA/lote=33,000VA=33KVA

Capacidad corregida:  $33\text{kvax}0.80= 26.4\text{ KVA}$

Capacidad del transformador 37.5 KVA, 2 faces, 13,200/220-127 volts.

Se obtiene un factor de utilización del equipo

F.U.=  $(26.4\text{ KVA}/37.5\text{ KVA}) \times 100\%= 70.4\%$

Inferior al máximo permitido que es el 80%

**>El transformador “M” TS20.**

Capacidad de lotes: 31 lotes

Capacidad=cantidad de lotes X VA/Lote

Capacidad 31lote/1000VA/lote=31,000VA=31KVA

Capacidad corregida:  $31\text{kv} \times 0.80 = 24.8 \text{ KVA}$

Capacidad del transformador 37.5 KVA, 2 faces, 13,200/220-127 volts.

Se obtiene un factor de utilización del equipo

$\text{F.U.} = (24.8\text{KVA}/37.5 \text{ KVA}) \times 100\% = 66.1\%$

Inferior al máximo permitido que es el 80%

➤ **El transformador “N”**

Este transformador es utilizado solo para la secundaria.

➤ **El transformador “O” TS20.**

Capacidad de lotes: 32 lotes

Capacidad=cantidad de lotes X VA/Lote

Capacidad 32lote/1000VA/lote=32,000VA=32KVA

Capacidad corregida:  $32\text{kv} \times 0.80 = 25.6 \text{ KVA}$

Capacidad del transformador 37.5 KVA, 2 faces, 13,200/220-127 volts.

Se obtiene un factor de utilización del equipo

$\text{F.U.} = (25.6 \text{ KVA}/37.5 \text{ KVA}) \times 100\% = 68.3\%$

Inferior al máximo permitido que es el 80%

➤ **El transformador “P” RD20.**

Capacidad de lotes: 30 lotes

Capacidad=cantidad de lotes X VA/Lote

Capacidad 30lote/1000VA/lote=30,000VA=30KVA

Capacidad corregida:  $30\text{kva} \times 0.80 = 24 \text{ KVA}$

Capacidad del transformador 37.5 KVA, 2 faces, 13,200/220-127 volts.

Se obtiene un factor de utilización del equipo

F.U.=  $(24 \text{ KVA} / 37.5 \text{ KVA}) \times 100\% = 64\%$

Inferior al máximo permitido que es el 80%





### 3.4 Empotramiento

El empotramiento incluye las cepas y cimentación que en función de la naturaleza del terreno y las características del material a empotrar.

Una vez que se cuenta con el trazo y estacado de la línea,

Lo primero que se realizó fueron todas las cepas donde se colocaran los postes según el plano, para eso se tiene que cumplir con las normas de Comisión Federal de Electricidad,

Se debe tomar en cuenta que la cepa debe estar al centro de la línea de trazo para que los postes queden alineados, ya que el poste debe quedar al centro de la cepa.

Según sea el tamaño, resistencia del poste de concreto y el tipo de suelo, que nos menciona en la norma **03 00 02**:

Para los postes que utilizamos en la obra que son del tamaño y resistencia de pc-9-450, pc-12-750.

Esta especificación de C.F.E. considera varios puntos que se tomaron y son los siguientes:

1. Un terreno normal que se anega como tierra de cultivo se considera terreno blando.
2. Un terreno blando que se compacta con piedra 30 cm en la base y 60 cm en la parte superior del empotramiento, se considera terreno normal.
3. En las partes urbanas en que el poste está en banquetas en cementada se considera terreno duro.
4. Un terreno normal compactado con piedra 30 cm en la base y 60 cm en la parte superior del empotramiento, se considera como terreno duro.
5. En zonas con actividades sísmicas se adicionan 10 cm a la tabla de empotramiento que más adelante se presenta y si el terreno es blando se procede como se indica en el punto 3.
6. En caso de que no se tenga la tabla, se podrá utilizar la siguiente especificación.

$$\text{Profundidad del empotramiento en el terreno normal} = \frac{\text{Altura del poste (cm)}}{10} + 50 \text{ cm.}$$

En líneas rurales con terreno blando o normal se debe de agregar una capa de 30 cm de piedra en la parte superior.

Tabla de empotramiento (cm.) por tipo de suelo.			
	BLADO	NORMAL	DURO
Altura (m.) y resistencia (kg.) del poste.	Arcilla suelta, arena suelta, capas de arcilla y arena.	Tierra común.	Tepetate, grava, roca dura.
7-600	130 cm.	110 cm.	100 cm.
9-450	130 cm.	110 cm.	100 cm.
11-500	160 cm.	140 cm.	120 cm.
11-700	190 cm.	170 cm.	150 cm.
12-750	210 cm.	190 cm.	170 cm.
13-600	190 cm.	170 cm.	150 cm.
14-700	210 cm.	190 cm.	170 cm.

Para los empotramientos dependientemente de los postes que usamos:

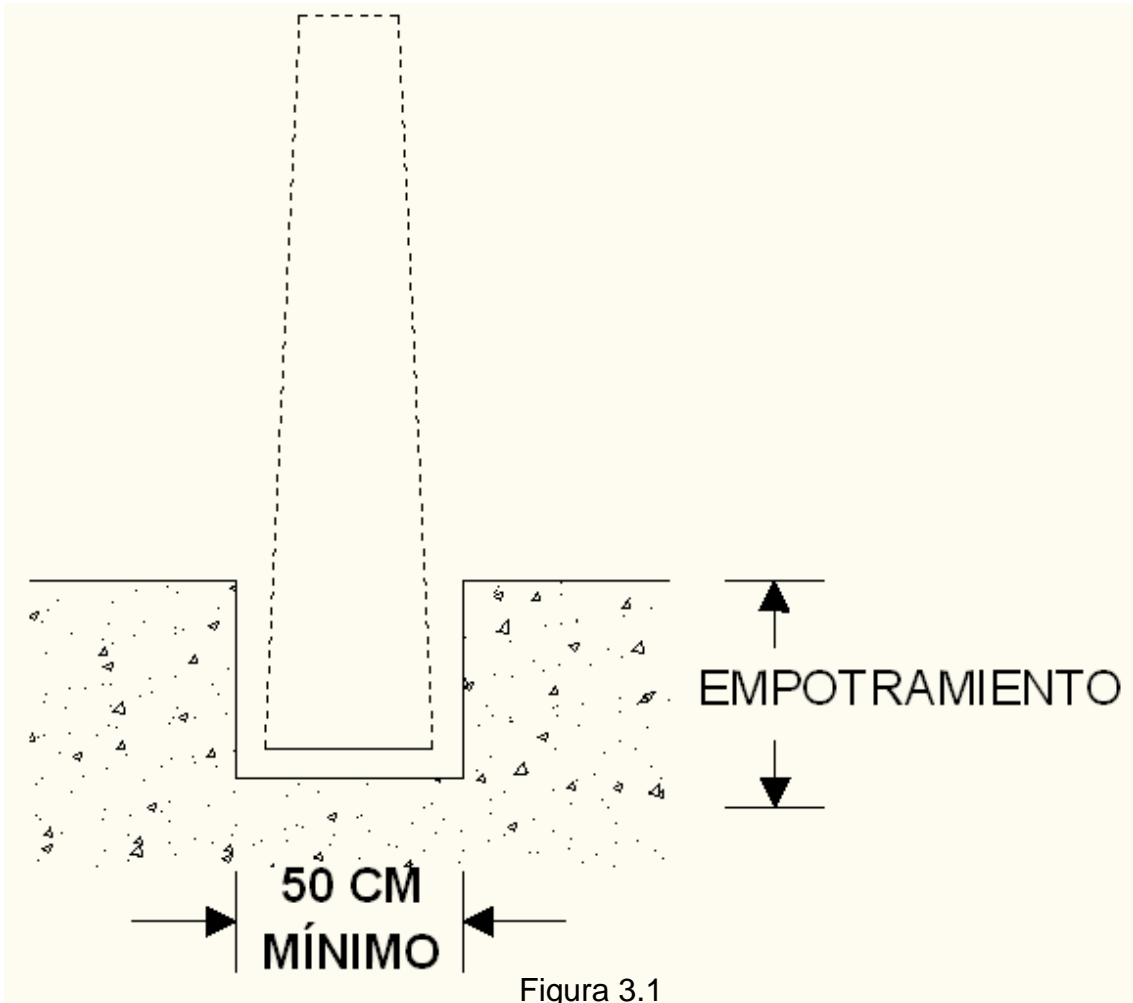
Para los postes de concreto de 9-450 se le dio un empotramiento de 110 cm. Ya que el terreno donde se colocó el poste, era tierra normal y el diámetro de esta se hizo de 60 cm. Para que se facilite la maniobra del poste y poder utilizar piedras en el empotramiento.

Para los postes de concreto de 12-750 se le dio un empotramiento de 190 cm. Ya que el terreno donde se colocó el poste, era banquetas en cementada y el diámetro de esta se hizo de 60 cm. Para que se facilite la maniobra del poste y poder utilizar piedra en el empotramiento.

Para el empotramiento de los postes, se cumplió con las especificaciones de C.F.E. apegándonos a la norma **03 00 04** que menciona los siguientes pasos para el empotramiento de los postes:



La capa para hincar un poste tendrá un diámetro mínimo de 50 cm. Y una profundidad indicada en la norma **03 00 02** antes mencionada en función del tipo de terreno, se verifica que la cepa este centrada con el eje de la línea, como se muestra en la figura 3.1.



1. se inserta el poste en la cepa y se centra en la misma.
2. se gira el poste para que la cara con las marcas de sus características queden al lado del tránsito.
3. Con el material extraído; se coloca una cantidad de 20 cm. Alrededor del poste y se compacta.
4. Se plomea el poste y se continúa colocando el material en capas de 20 cm. Compactando cada una de ellas. Comprobando la verticalidad del poste.

5. En lugares donde no exista banquetas deberá quedar un pequeño montículo de tierra sobre el nivel de piso (aproximadamente 10 cm.) alrededor del poste.
6. Cuando se utiliza piedra en el empotramiento se deberá añadir agregados finos (tierra o arena) para eliminar huecos entre las piedras y mejorar de la compactación.
7. En terreno blando sobreponga el poste en una base de piedra de 30 cm. De espesor.

Para esta obra los postes fueron empotrados de dimensiones antes mencionadas como se muestra en la siguiente figura 3.2a y 3.2b

Figura 3.2a

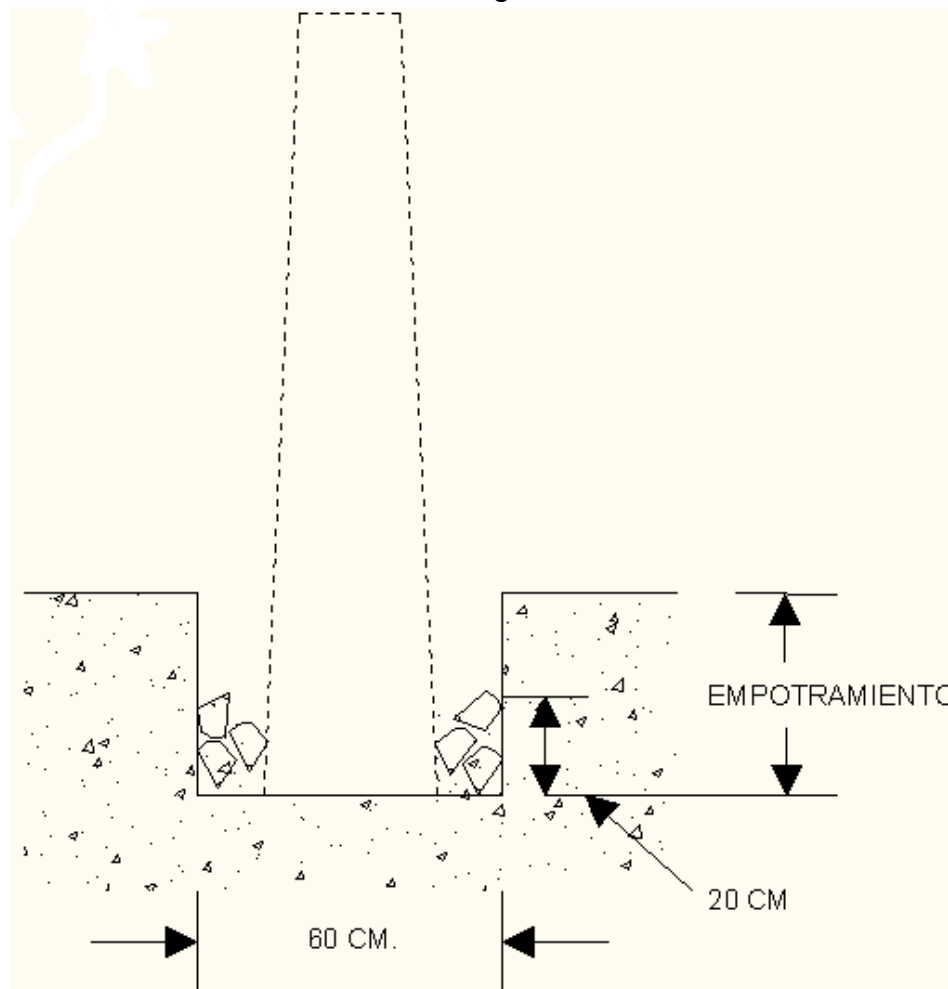
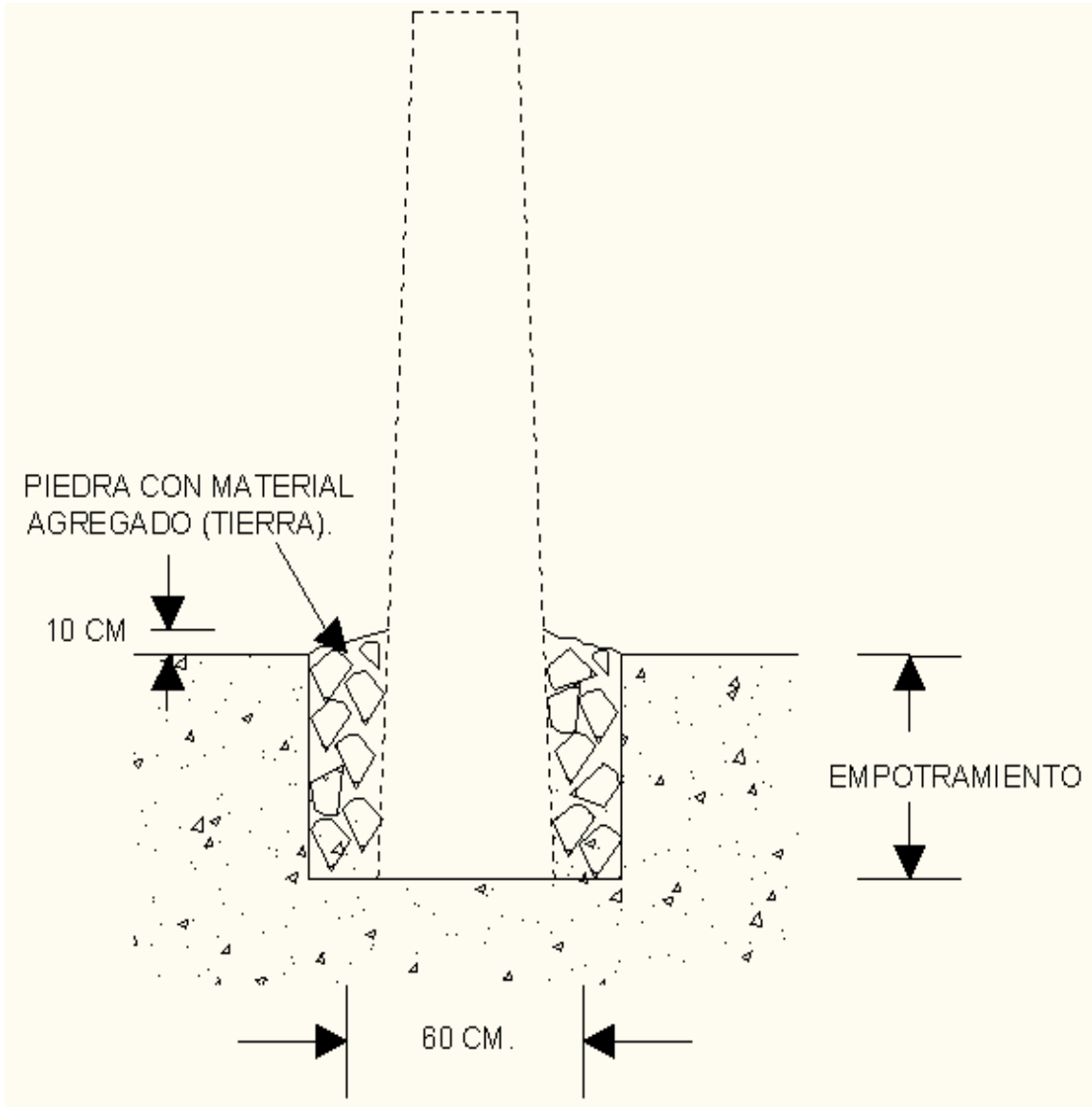


Figura 3.2b



En la figura 3.2a se puede observar que el poste se coloca en el centro de la cepa, se le coloca piedra y material agregado (tierra) formando una capa de 20 cm. Se compacta y se plomea el poste y se continúa agregando el material en capas de 20 en 20 cm. Compactando cada una de ellas sin dejar de comprobar la verticalidad del poste y la marca con sus características queden en el lado del tránsito y así sucesivamente hasta quedar como se muestra en la figura 2b.

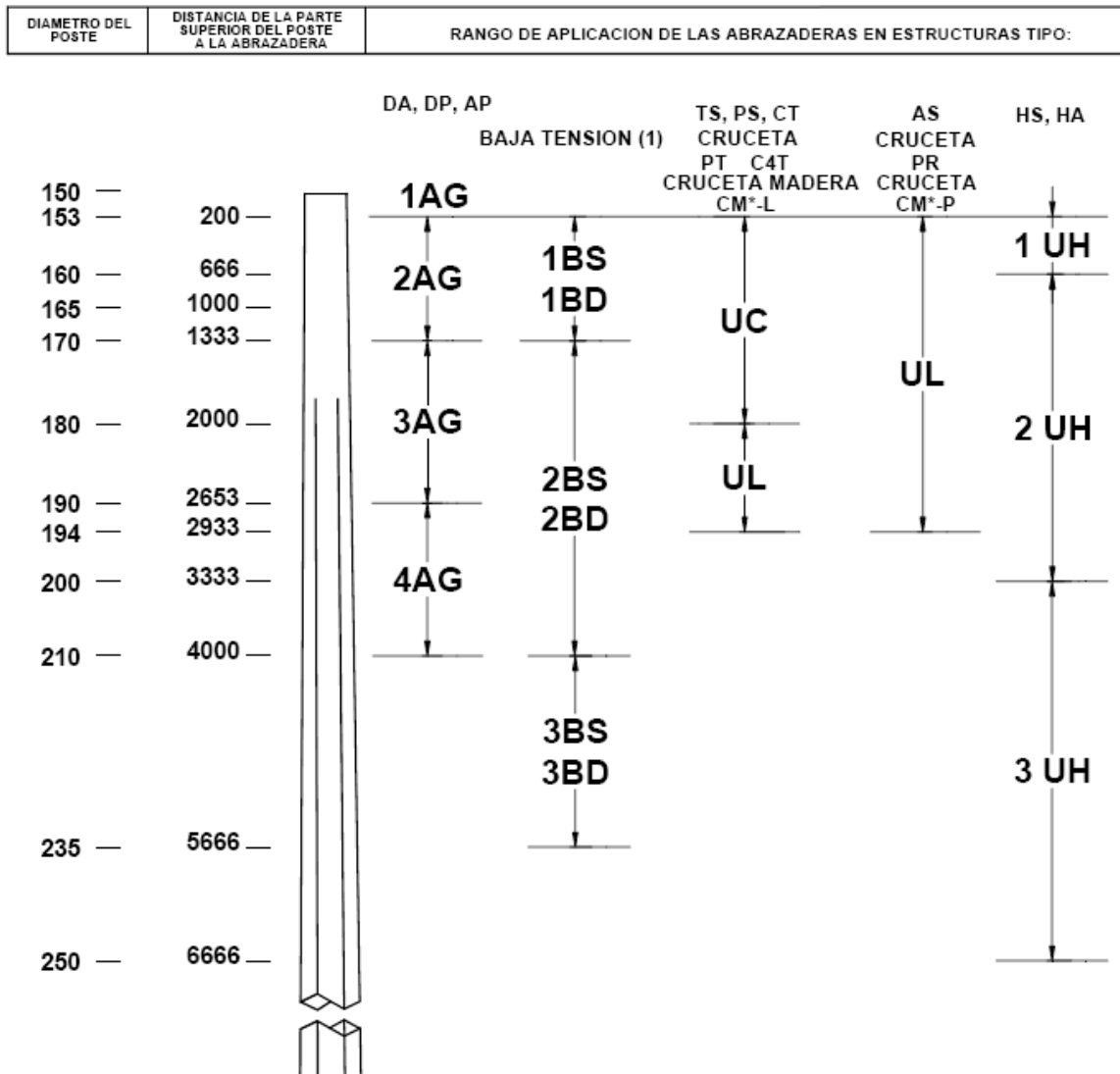
Una vez terminados todos los empotramientos de los postes se procedió a vestir estos, según el tipo de estructuras que se proyectó, según las normas de C.F.E. que exige para la instalación de estos.

Los tipos de estructuras que se utiliza en la red primaria son los cuales se hablara a continuación de la forma de instalación y sus características según las normas de C.F.E.

.Para seleccionar los herrajes se consideraron sus medidas de función del nivel de fijación al poste. Como lo indica la norma:

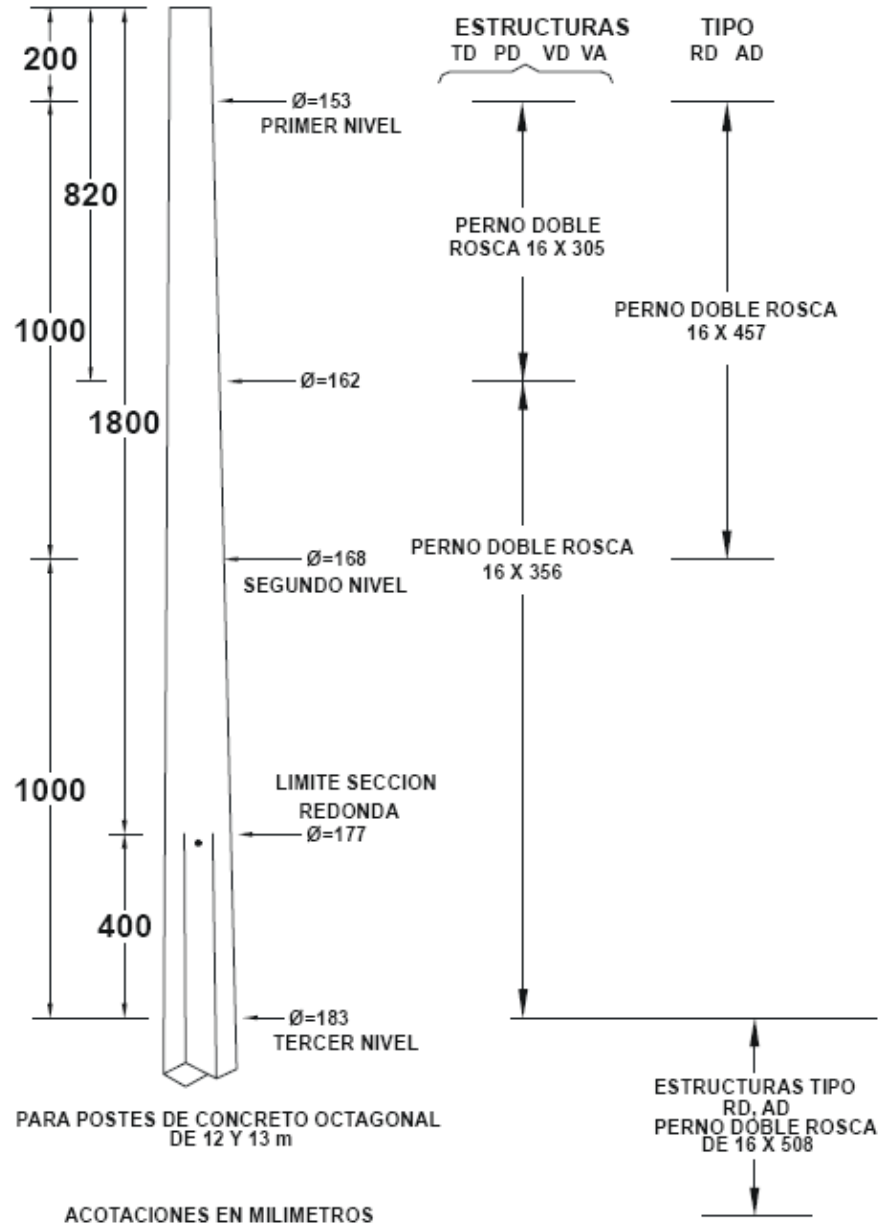
**Selección de abrazaderas en poste de concreto norma 04 H0 02**

Figura 3.3



Selección de pernos dobles roscas norma **04 H0 03**

Figura 3.4



### **3.5. Estructuras.**

#### **Características de la estructuras TS.**

La estructura tipo TS sirve para soportar conductores de líneas de media tensión sin absorber el esfuerzo de la tensión mecánica, solo los debidos al efecto de viento o pequeñas tensiones mecánicas como las del tramo flojo o alguna pequeña deflexión, para este tipo de estructuras el claro máximo interpostal depende fundamentalmente de:

1.-La estructura TS se usa en líneas en media tensión urbana y rural .

Esta estructura se utiliza siempre y cuando cumpla con la separación horizontal y vertical.

2.-Para ángulos mayores a los limitados por la estructura TS , es necesario consultar las limitaciones de las estructuras tipo, para seleccionar para seleccionar la adecuada al requerimiento.

3.-La altura mínima del poste a utilizar en líneas de media tensión es de 12 m.

4.-En áreas urbanas verificar que la estructura T cumpla con los libramientos requeridos.

5.-En líneas rurales con sistemas 3F-4H con conductores pesados, el neutro se deberá llevar como hilo de guarda.

6.-En líneas rurales de 3 fases construidas con estructuras tipo TS, la fase central se alternara en cada poste (en zig-zag).

7.-En áreas urbanas, la fase de centro siempre debe ir al lado de la calle.

8.-La posición de las crucetas en el poste se debe alternar, es decir, una del lado fuente y la siguiente en el lado de la carga

## La estructura TS20

Lista de materiales:

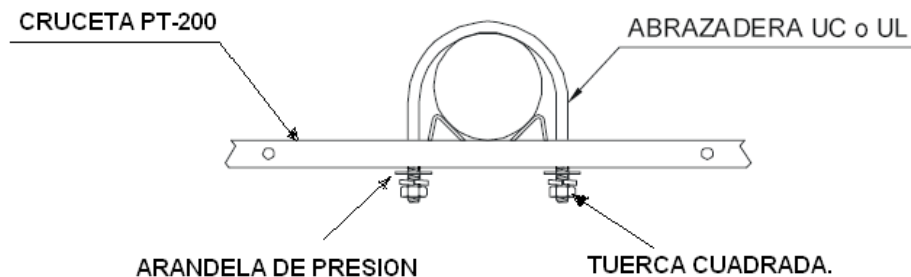
Materiales.						
Ref. N°.	Especificación o NRF CFE	U	Descripción corta	cantidad		
				13 KV	23 KV	33 KV
1	J6200-03	Pz.	Poste de concreto PCR-12-750	1	1	1
2	2C900-93	Pz.	Cruceta PT200	1	1	1
3	2A100-05	Pz.	Abrazadera UC	1	1	1
4	52000-92	Pz.	Aislador 13PD	2	0	0
5	52000-92	Pz.	Aislador 22PD	0	2	0
6	52000-92	Pz.	Aislador 33PD	0	0	2

Paso para ensamblar la estructura TS20:

1. Se selecciono la abrazadera de acuerdo a la norma **04 H0 02**.
2. Norma **04 H0 04**. Antes de instalar en el nivel superior del poste, se armo los herrajes en el piso dejando la tuerca en el extremo de la abrazadera, también le colocamos la abrazadera de presión.
3. Ya en el poste todos los materiales, antes de apretar la abrazadera U, se apoya la cruceta en la bandola para que quede perpendicular al poste, evitando que se prensa la bandola con la cruceta o abrazadera. Como se muestra en al figura:

Figura 3.5

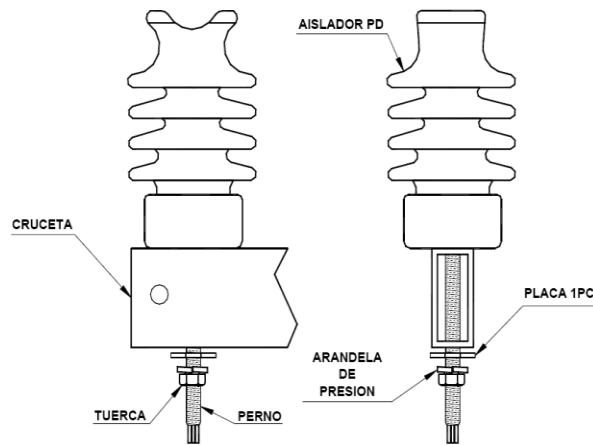
### CRUCETA PT



Terminado este montaje de la cruceta se continuó a la colocación de los aisladores tipo poste en la cruceta.

4. Norma **04 H0 14**. Se inserto el conjunto de aislador PD y perno en la cruceta, se colocó las placas 1PC, arandela de presión y la tuerca, alineando la ranura de soporte para el conductor, ya alineado se apretó la tuerca. Como se muestra en al figura.

Figura 3,6



Las estructuras ya armado queda como la figura 3.7

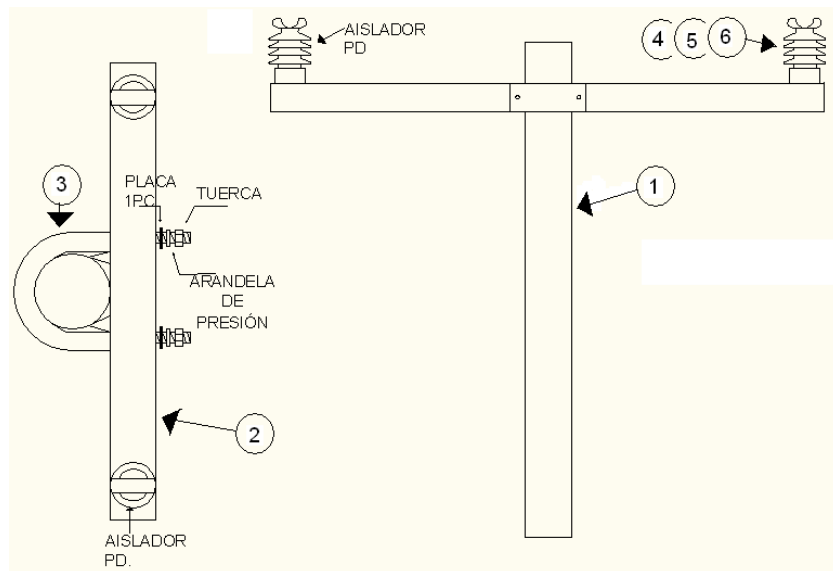


Figura 3.7



## Característica de la estructura RD.

La estructura tipo RD se usa para rematar los conductores donde principia o termina la línea. El remate de los conductores se hace en cruceta, las estructuras RD se deben instalar en tangente.

Soporta las cargas verticales, transversales y longitudinales que transmiten los cables, así como el empuje del viento sobre el poste, sin embargo para el diseño rigen las cargas longitudinales de los cables.

La capacidad de cargas de esta estructura depende fundamentalmente de la resistencia de la cruceta así como el conjunto retenida, perno ancla, ancla y empotramiento. El diseño de estos componentes es compatible con la tensión horizontal máxima de diseño indicada en las tensiones de tendido. En la norma **06 00 04** se proporcionan los componentes de las retenidas para el caso de zonas normales y de contaminación.

Una sola cruceta PR200, con apoyo fijo en el centro y carga aplicada horizontalmente en el extremo de la cruceta, tiene una resistencia de trabajo de 523 Kg. Debido a la magnitud de las tensiones horizontales máxima de diseño indicadas en las tablas de flechas y tensiones para tendido se deben utilizar dos crucetas en estructuras tipo R.

La cruceta remate debe quedar perpendicular a los conductores. La posición de las grapas de remate estará en función de la conexión de la línea al equipo o derivación.

En todas las estructuras de remate con neutro o cable de guarda debe existir una bajante de tierra.

Antes de tensar los conductores el poste de una estructura de remate debe quedar ligeramente inclinado en sentido contrario a la tensión de los conductores, para que una vez rematados, el poste quede vertical.

Al momento de rematar, los conductores de los extremos de las crucetas se deben tensar simultáneamente para evitar esfuerzos de torsión en el poste. En áreas urbanas el conductor neutro se debe rematar en batidor y carrete H. en líneas urbanas se rematará con grapa remate.

Para el diseño de la estructura se considera a la línea como un sistema formado por estructuras de: paso, deflexión anclaje y remate con tensiones mecánicas de cables iguales, de la manera que en las estructuras de paso y deflexión las tensiones horizontales se encuentran en equilibrio y que la estructura de remate absorbe las tensiones longitudinales.

## Estructura RD20.

Lista de materiales:

Materiales						
REF. N°	ESPECIFICACION O NRF CFE	U	DESCRIPCION CORA	CANTIDA		
				13 KV	23 KV	33 KV
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto pcr-12-750	1	1	1
2	2C900-93	Pz	Cruceta PR200	2	2	2
3	2P200-49	Pz	Perno DR 16 x 457	4	4	4
4	20100-38	Pz	Ojo RE	2	2	2
5	NRF-005	Pz	Aislador 16SVHO44C	6	8	10
6	2C500-68	Pz	Grapa remate	3	3	3
7		Pz	retenida	2	2	2

Los pasos que se siguieron para armar la estructura:

1. Norma **04 H0 21**. Lo primero que se realizo fue armar en el piso la estructura, se colocaron los pernos doble rosca en la cruceta en un extremos de los pernos doble rosca, en los dos extremos se insertan las placa 1PC, arandela de presión, y las tuercas. Como se muestra en la figura 3.8
- 2.

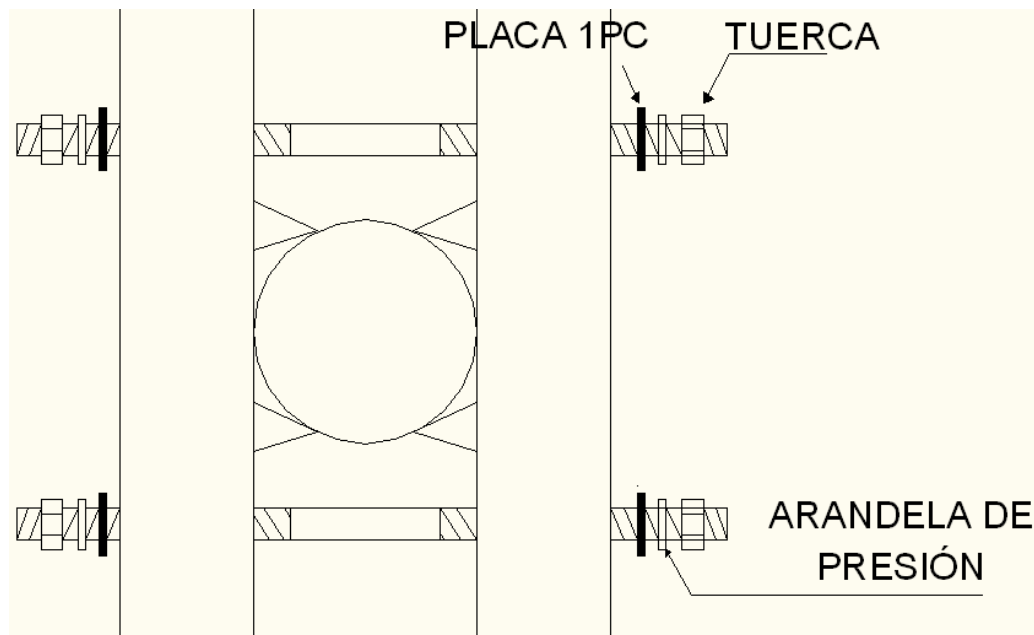


Figura 3.8

3. En los extremos de las crucetas se colocaron pernos doble rosca, en el interior, primero se tiene que insertar en los pernos doble rosca: placa 1PC, arandela de presión y la tuerca como se muestra en la figura 3.9.

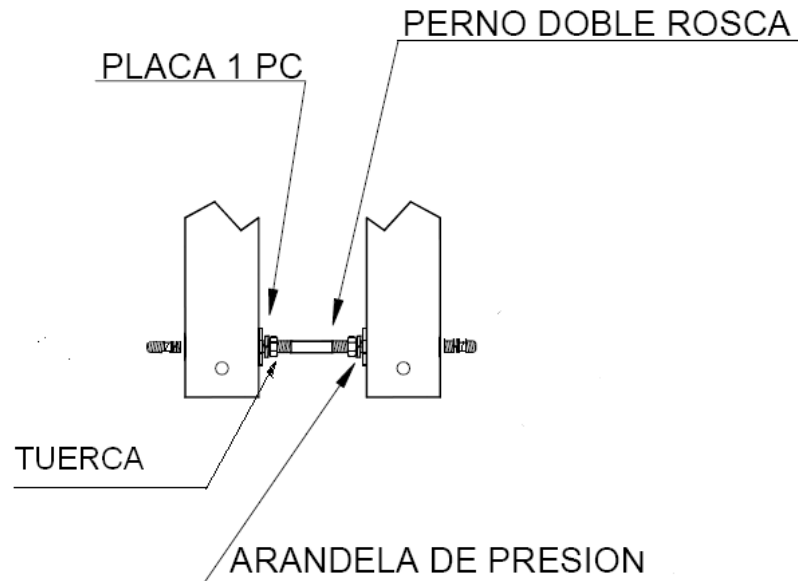


Figura 3.9

4. Norma **04 H0 22**. En el exterior de un extremo de los pernos doble rosca se coloca el ojo RE se inserta la placa 1PC, arandela de presión y la tuerca.

Las crucetas deben estar paralelas entre sí y perpendicular al poste, la separación se ajusta en los extremos con las tuercas interiores. En el caso de existir algún error en la línea, las crucetas deben quedar en dirección de la bisectriz del mismo y los ojos RE girados 90°. Los extremos quedaron ensamblados como se muestra en la figura siguiente 3.10

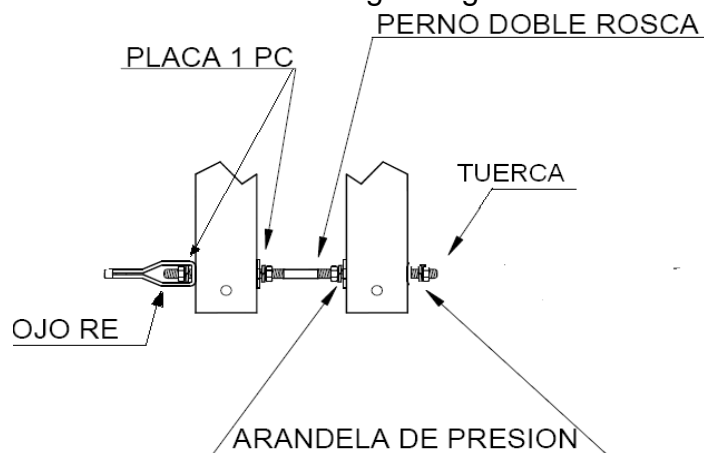


Figura 3.10

5. Norma **04 H0 18**. Los aisladores se unieron con ojo RE se utilizaron Pernos y chaveta tipo R para ensamblarlos. Figura 3.11

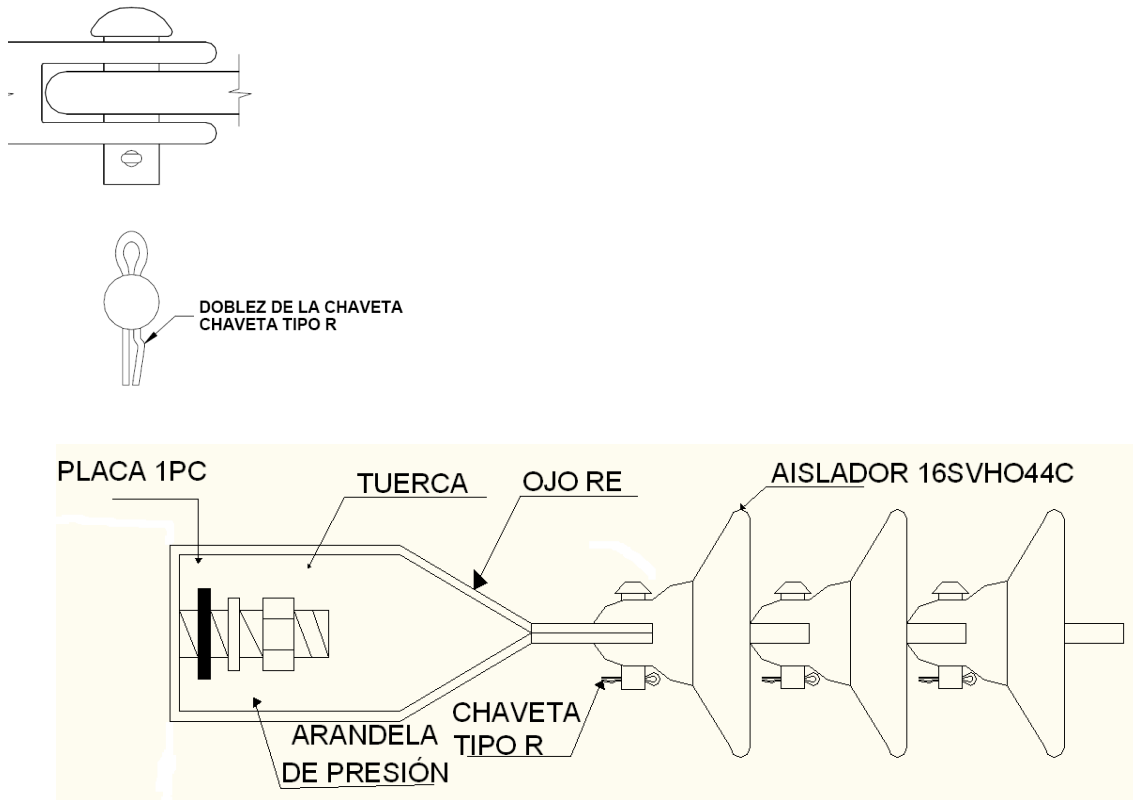


Figura 3.11

6. Norma **04 H0 06 Y 04 H0 18**. para sujetar los conductores de media tensión se utilizamos grapa remate, para sujetar los aisladores con las grapas remate se utilizaron perno, chavetas tipo R y grillete GA1, en ojo RE como se muestra en la figura 3.12

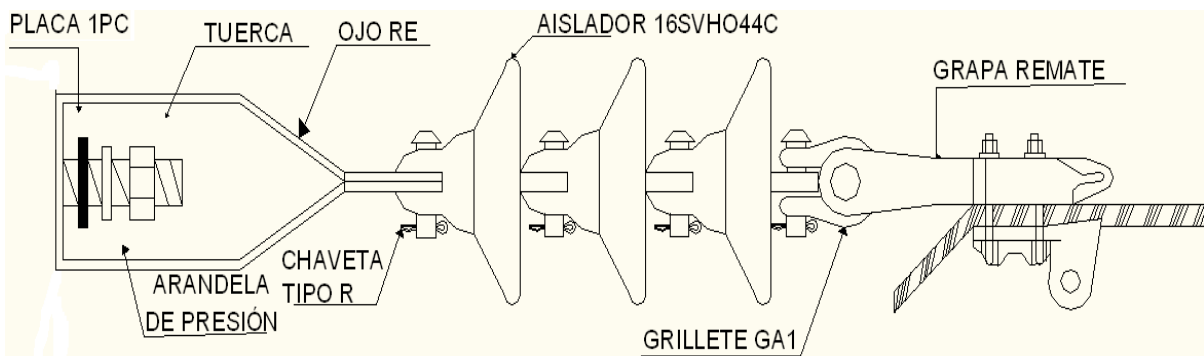


Figura 3.12

7. norma **03 00 03**. Lo siguiente que se hizo fueron las cepas para anclas, la profundidad de la cepas debe ser de 140 cm para que la inclinación del perno ancla sea de  $45^\circ$ .

El perno ancla debe quedar 20 cm fuera del nivel del piso terminado y se hace una zanja para que el perno ancla quede alineado al punto de sujeción del cable de retenida en la estructura. El perno ancla a usar es el 1PA.

Para la ubicación de la cepa para la instalación de la retenida debe ser de acuerdo con las dimensiones indicadas en la siguiente figura 3.13

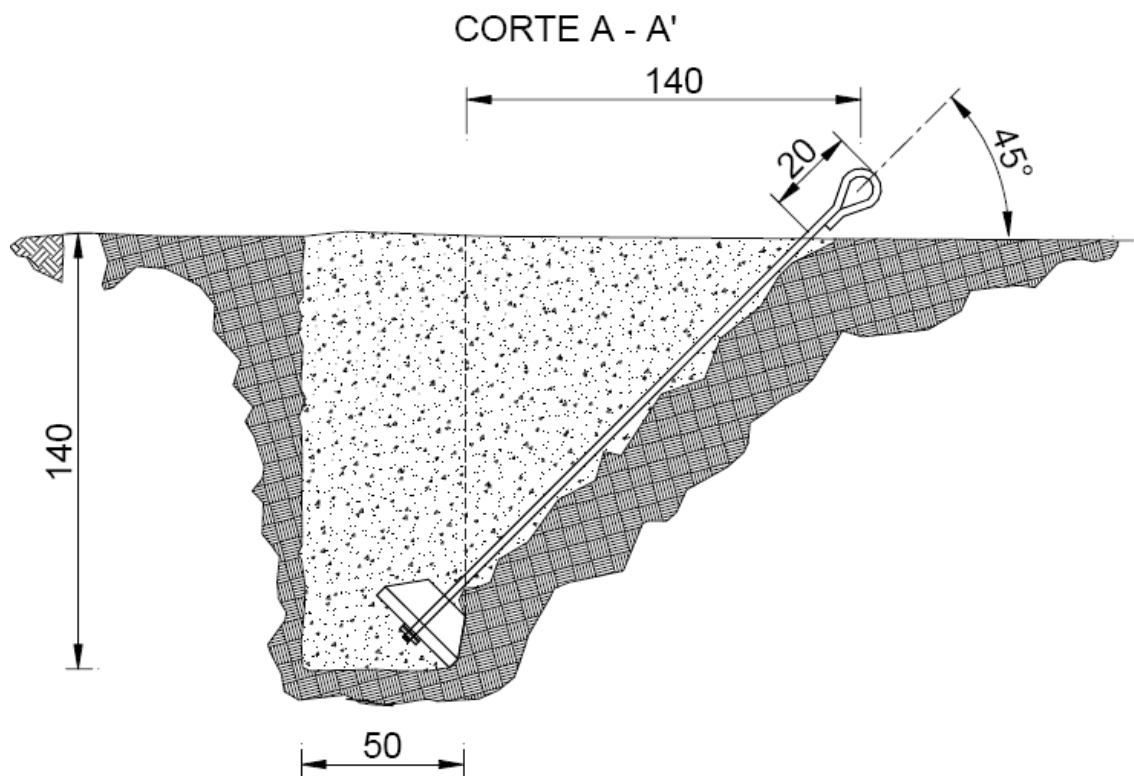


Figura 3.13

Las anclas deben quedar recargadas en la pared de la cepa.

Las dimensiones de las cepas deben ser de acuerdo al tamaño de las anclas, más 10 cm de tolerancia para su acomodo.

El remate de la cepa debe hacerse con el mismo material extraído del terreno, compactado cada 20 cm.

8. norma **06 00 05**. A la estructura RD30 se le hizo una retenida sencilla de ancla. Figura 3.14

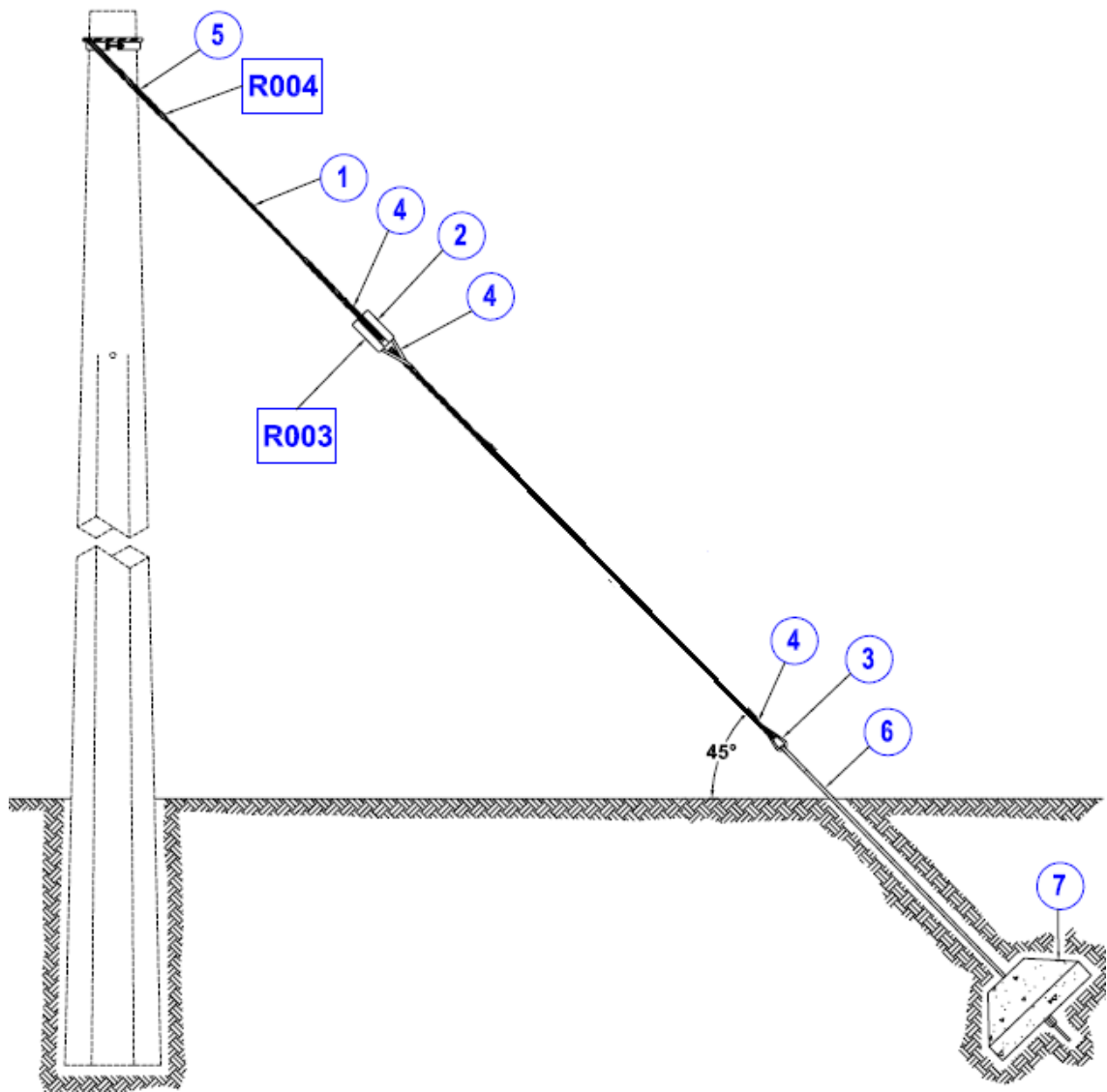


Figura 3.14

Norma **04 R0 02**. Se coloca el guarda cabo G2 en el perno ancla, y el preformado P en el guarda cabo y se enrolla en el cable de retenida. Como se muestra en la figura 3.15

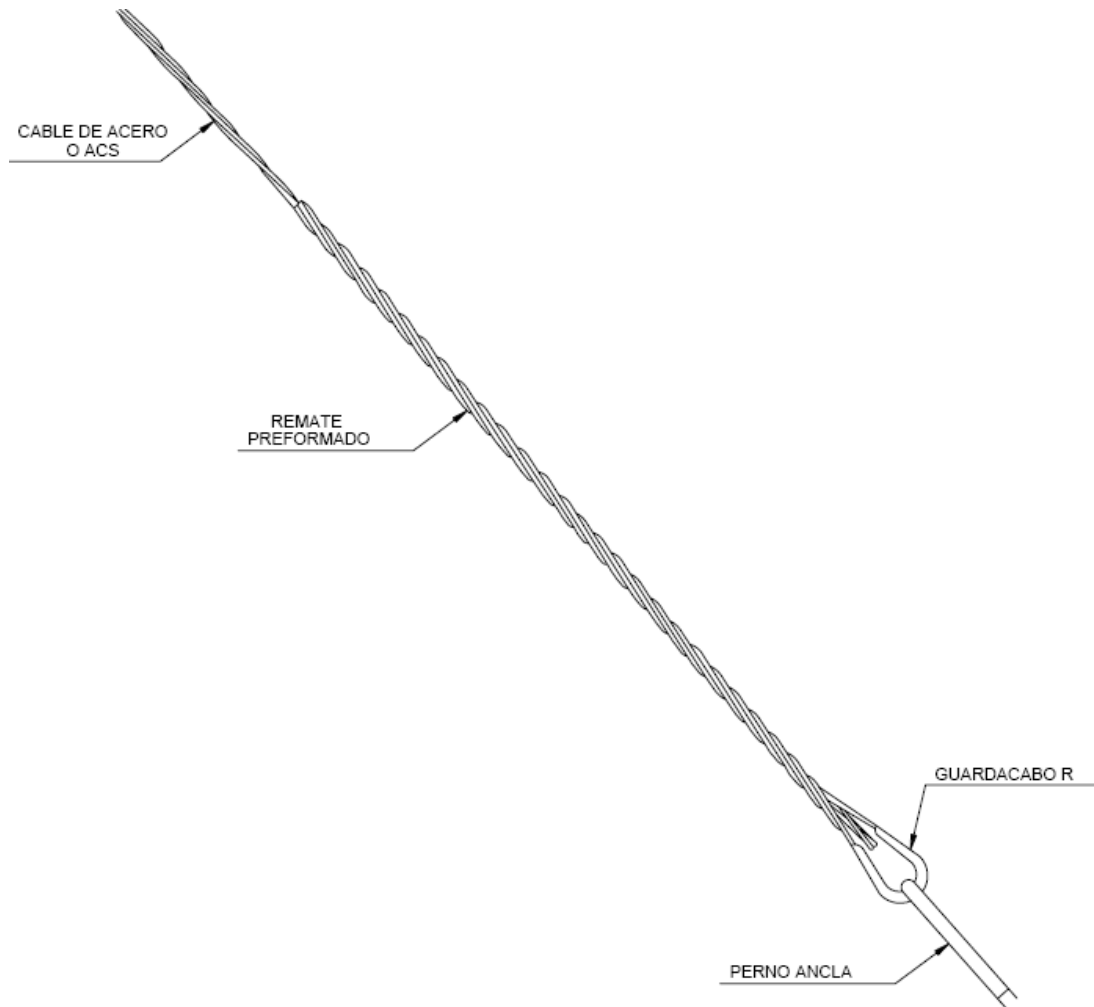


Figura 3.15

Norma **04 R0 03 y 06 00 16**. Para los aisladores 3R se colocaron remates preformados P, en los dos extremos del aislador, se entorcha en el cable de retenida AG 3/8",

La medida del cable debe de ser de medida en que el aislador quede a tres metros de altura. Como se muestra en la figura. 3.16



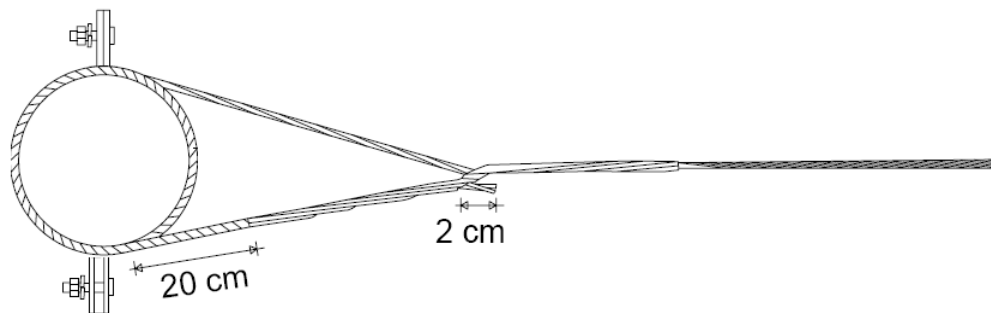
Figura 3.16



Norma **04 R0 04**. El preformado PRA se hace de la siguiente manera, en un extremo del cable se deja una distancia de 2 cm, colocando a partir de ese punto la parte central del preformado envolviendo el cable asta el extremo de una de las partes, posteriormente se deja 20 cm y de ahí se hacen dos vueltas de un diámetro ligeramente superior al poste en donde debe sujetarse el cable, enseguida se pone y ajusta en el poste, acomodando de forma simétrica el cable hasta lazarse con la parte central del preformado, tensar manualmente el cable de retenida y proceda a envolverla con la otra mitad del remate, partiendo del centro hacia afuera.

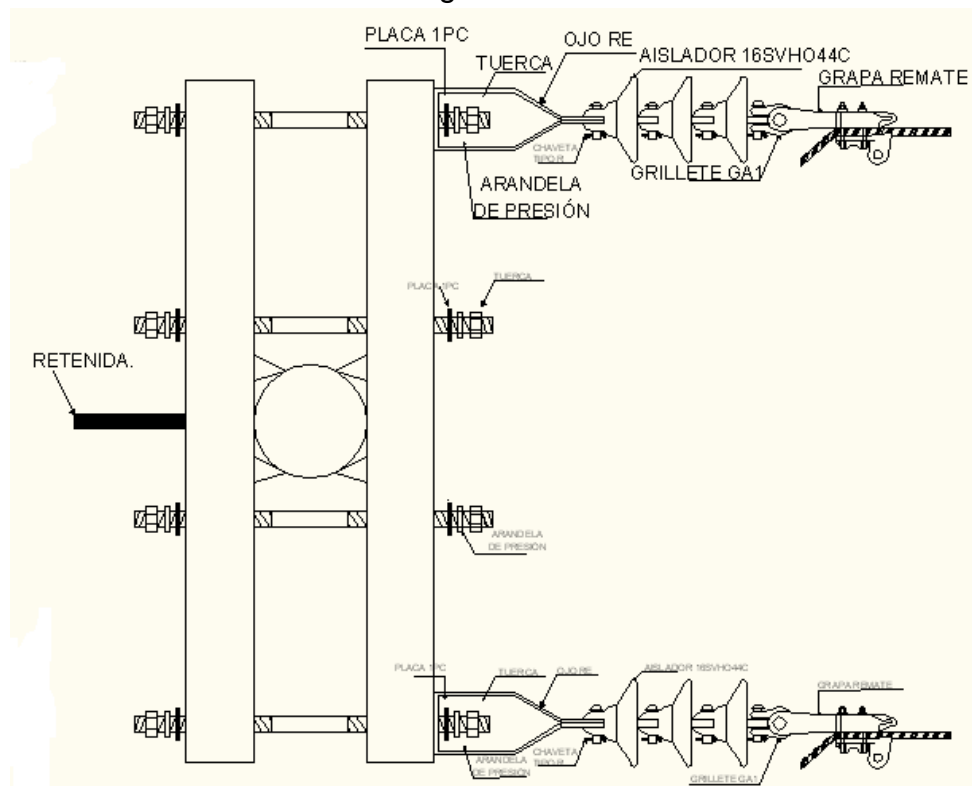
Para evitar deslizamiento se colocó encima de la estructura. Como se muestra en la figura. 3.17

Figura 3.17



Ya terminada la estructura debe de quedar de la siguiente manera.

Figura 3.18



## Estructura RD20/RD2

### Lista de Materiales.

REF. N°	ESPECIFICACION O NRF CFE	U	DESCRIPCION CORA	Materiales		
				CANTIDA		
				13 KV	23 KV	33 KV
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto pcr-12-750	1	1	1
2	2C900-93	Pz	Cruceta PR200	2	2	2
3	2P200-49	Pz	Perno DR 16 x 457	4	4	4
4	20100-38	Pz	Ojo RE	2	2	2
5	NRF-005	Pz	Aislador 16SVHO44C	6	8	10
6	2C500-68	Pz	Grapa remate	3	3	3
7		Pz	retenida	2	2	2
8	52000-92		Aislador PD	2	2	2

1. Norma **04 H0 21**. Lo primero que se hizo fue armaron las errajes en el suelo, son dos estructuras iguales pero una tiene un aislador PD del lado izquierdo y la otra del lado derecho, pero con ángulo de 90° de diferencia y 80cm de separación.

Se colocaran los pernos doble rosca en las crucetas PR-200 en un extremo de los pernos doble rosca se insertan las placa 1PC, arandela de presión, y las tuercas. Como se muestra en al figura 3.19

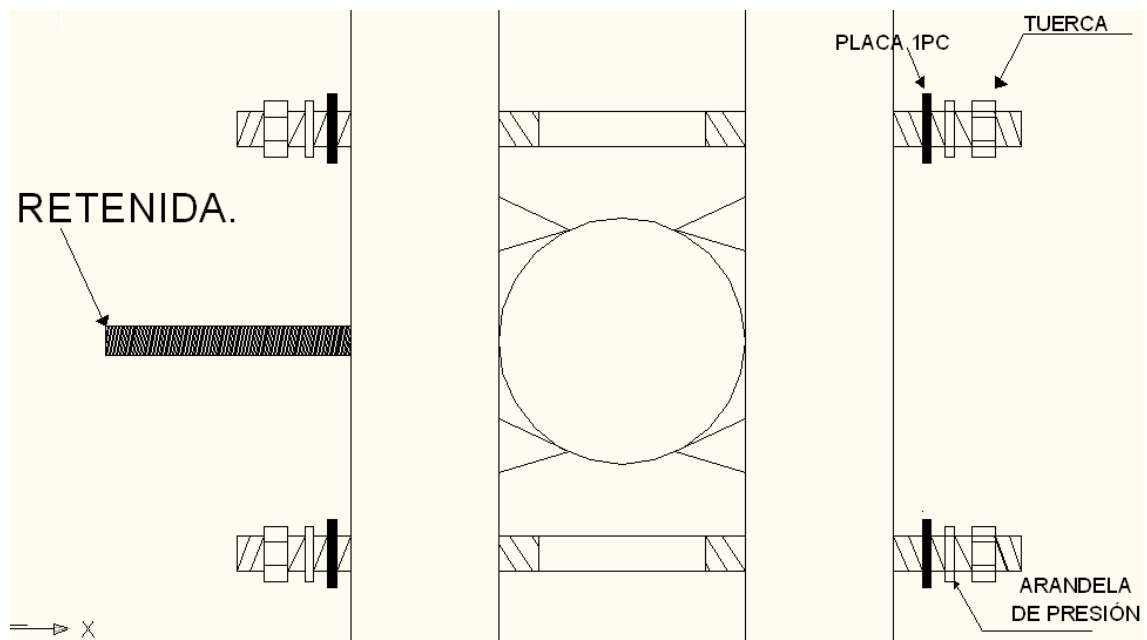


Figura 3.19

2. En los extremos de las crucetas se colocaron pernos doble rosca, en el interior, primero se tiene que insertar en los pernos doble rosca: placa 1PC, arandela de presión y la tuerca como se muestra en la figura 3.20

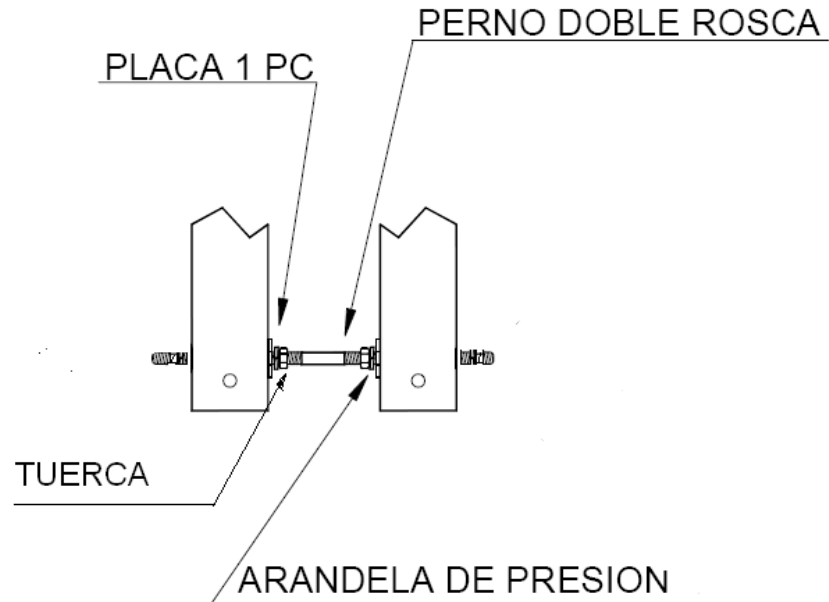


Figura 3.20

3. Norma **04 H0 22**. En un extremo del perno doble rosca se colocó un ojo RE y en los dos extremos de perno doble rosca se insertaron las placas 1PC, arandela de presión, y las tuercas.

Las crucetas deben de estar paralelas entre si y perpendiculares al poste, para ajustar la separación de las crucetas se hace con las tuercas interiores. Como se muestra en la figura 3.21

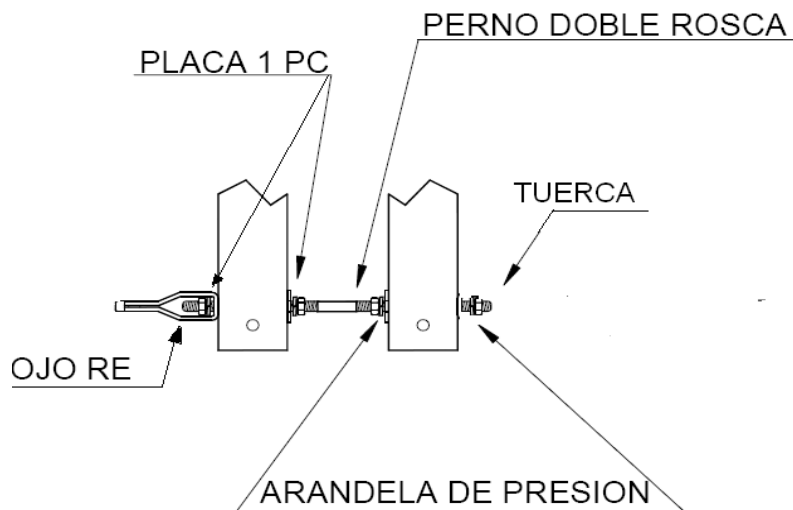


Figura 3.21

4. Norma **04 H0 14** se colocaron dos aisladores 13 A, uno en cada estructura, uno en el lado izquierdo de la estructura de arriba y la estructura de abajo del lado derecho. Hay 80 cm. De separación.

Se inserta el alfiler en la cruceta, se inserto la placa 1PC, arandela de presión y las tuercas en las dos estructuras, ya alineando la ranura de soporte para el conductor se aprieta las tuercas. Como muestra en la figura 3.6

5. **Noma 04 H0 18.** Los Aislador 16SVHO44C se unieron con ojos RE. Para la unión se inserto el per y se sujeto con chavetas tipo R. como se muestra en al figura 3.22

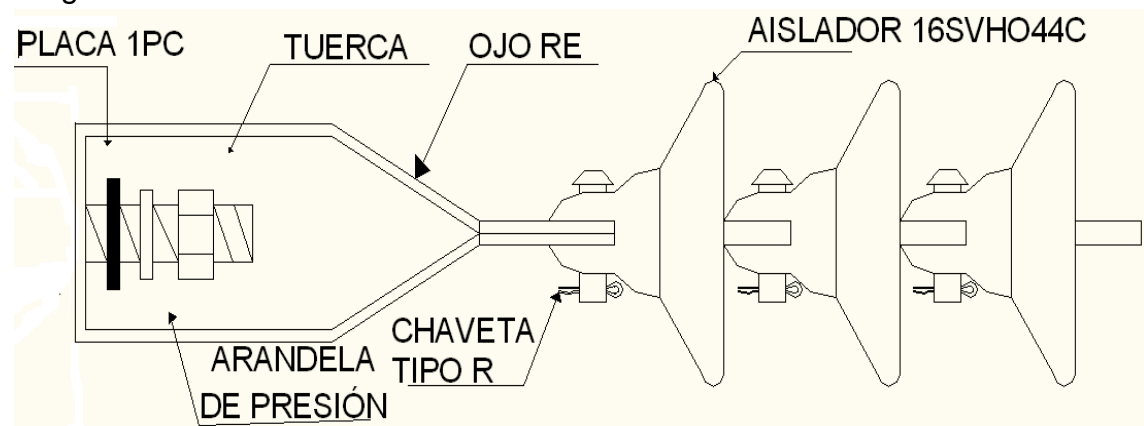


Figura 3.22

6. Norma **04 H0 06 y 04 H0 18** En estructura de arriba se utilizaron grapas de remate para conexiones hacia abajo. Las aisladores y las grapa remate se sujetaron con chavetas tipo R, pernos y grillete GA1, como se muestra la figura:

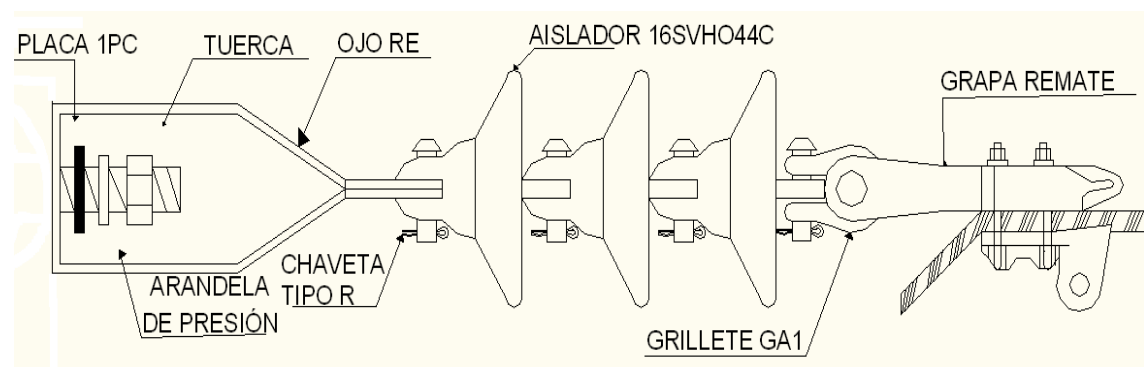


Figura 3.23

7. Norma **04 H0 09**. Para conexiones de la estructura de arriba se utilizo grapas remate par conexiones asía abajo.  
 Cuando se requiere conexiones laterales, utilice grilletes GA1 para girar 90°. En estructuras de remate o anclaje deje suficiente punta del conductor para su posterior conexión. Figura 3.24

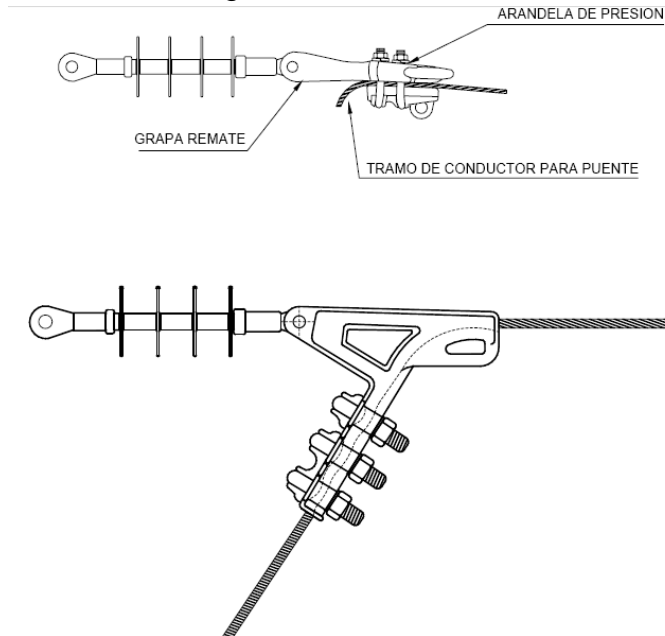
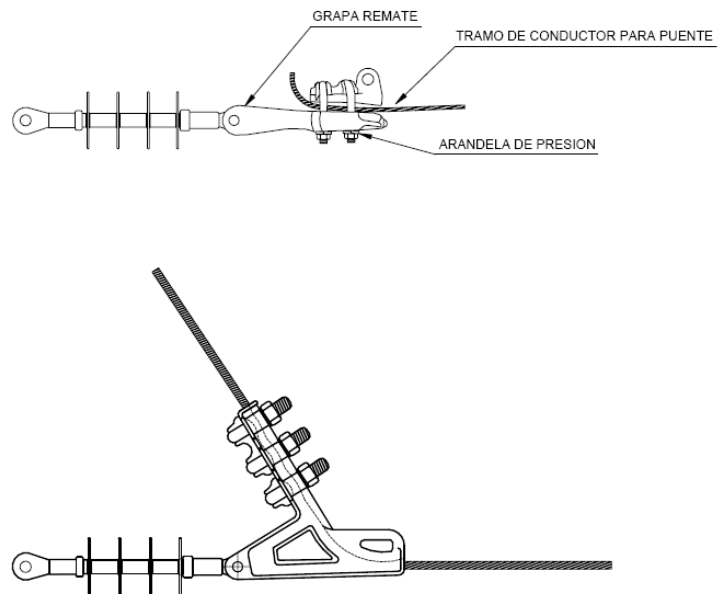


Figura 3.24

8. Norma **04 H0 09**. En la estructura de abajo se utilizo grapas remate para conexiones asía arriba como se muestra en al figura 3.25

Figura 3.25





## Estructura AD20

Todos los ensambles que se hacen en esta estructura se han explicado en las estructuras anteriores. Solo que en esta estructura lo aisladores se de los dor entremos de la cruceta y en los puentes se le coloca un aislador en cada extremo de la cruceta como se muestra en al figura 3.27

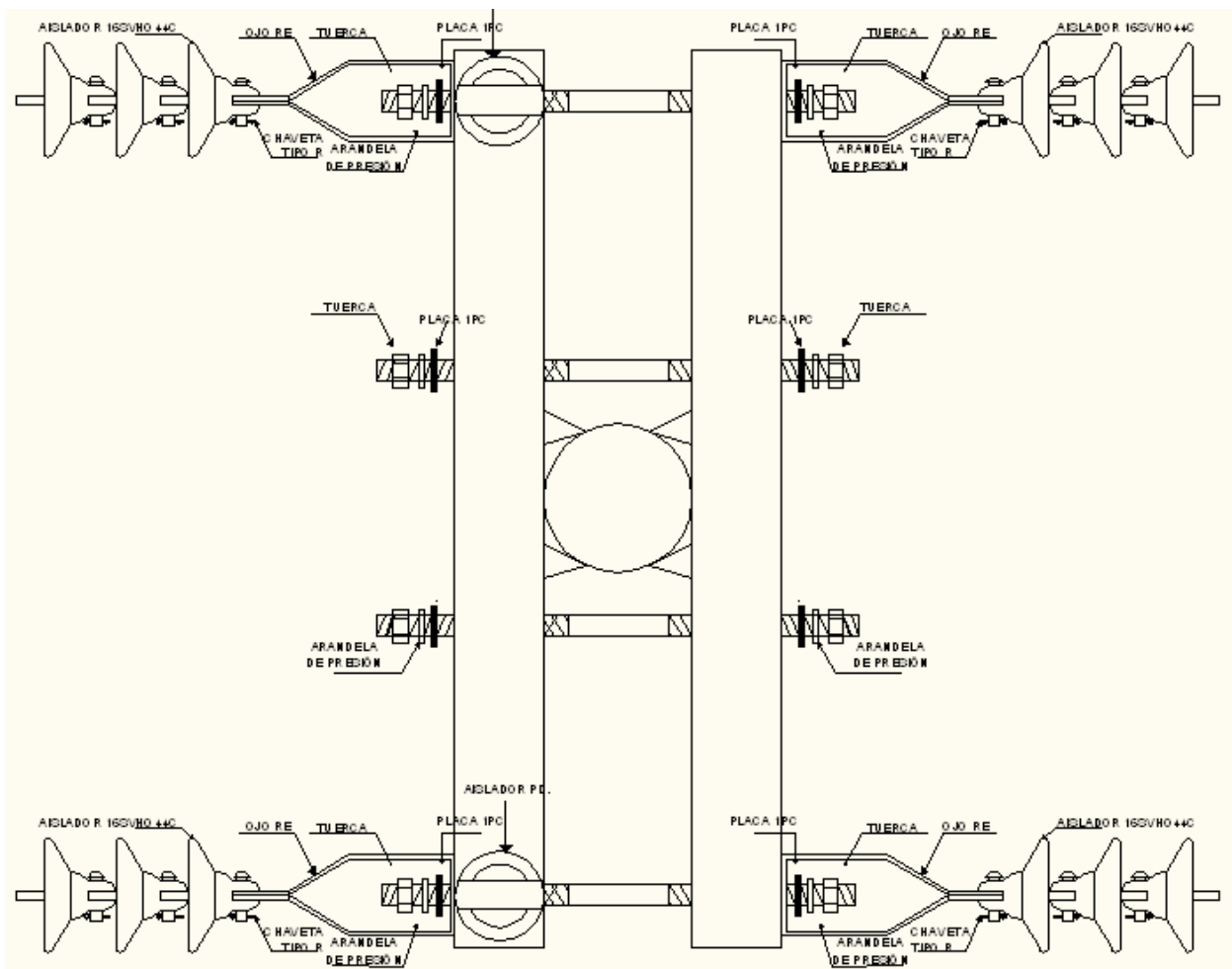


Figura 3.27





### 3.7. Conductores.

Terminado el montaje de todas las estructuras de las líneas primarias se empezamos a tender los conductores para su instalación, el cual es de calibre 1/0 AWG ACSR.

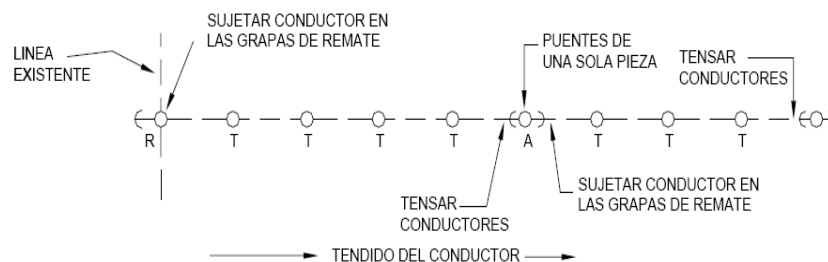
#### Norma 07 TT 04.

El tendido del conductor se debe hacer de forma que permita el máximo ahorro del conductor y que los puentes queden de una sola pieza, por lo cual se prosigue de la siguiente manera.

1. Se tiende el conductor en el piso en un solo sentido en toda la trayectoria de la línea entre las estructuras de remate del inicio y la primera estructura de anclaje.
2. En la estructura de remate de la cual se inicio el tendido, se sujetan los conductores con los remates preformados..
3. Se suben lo conductores en las crucetas, donde se apoyaran en rodillos colocados con anterioridad para facilitar su deslizamiento.
4. En la estructura de anclaje (o deflexión con anclaje) se recupera conductor y se dará la tensión requerida pero no se corta el conductor. Así como también en las estructuras PR o en RD30/RD3.
5. Se forman los puentes de la estructura de anclaje de una sola pieza y se sujeta a los remates del otro lado de la estructura para continuar con el tendido de la línea.

Se repite el proceso a partir del paso 1 hasta llegar a la ultima estructura, se dar la tensión y se cortara el conductor justo a la medida requerida para la conexión de los puentes.

Figura 3.28



Para sujetar el conductor en la ranura del aislador, primero se tiene que enrollar la varilla preformada en el conductor. Figura 3.29

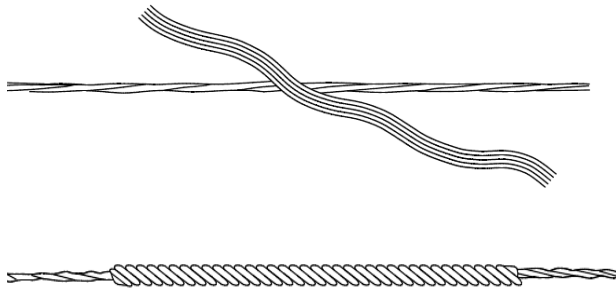


Figura 3.29

Para conductores de ACSR o AAC el amarre se hace con alambre de aluminio suave N° 4 AWG. El amarre del conductor se hace se la siguiente manera. Figura 3.30

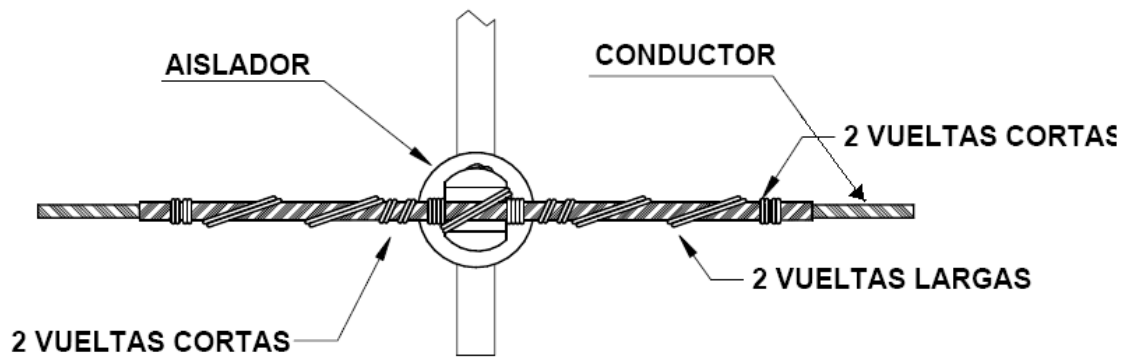


Figura 3.30

Norma **04 E0 07**. En estructuras donde marcaba en plano que se colocarían los transformadores se dejaron conectores para línea viva. Figura 3.31

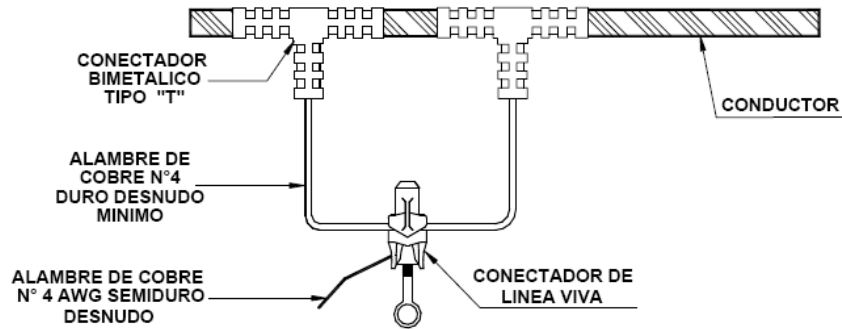


Figura 3.31

### 3.8. Equipos eléctricos.

Norma **04 E0 02**. En las diferentes estructuras se colocaron equipos eléctricos. Donde marca el plano.

Los cortacircuitos para equipos, se instalaron inferior y en una cruceta independiente a la cruceta de la línea.

Los cortacircuitos fusible se instalaron en las perforaciones de la cruceta, donde se insertan los aisladores. Figura 3.32

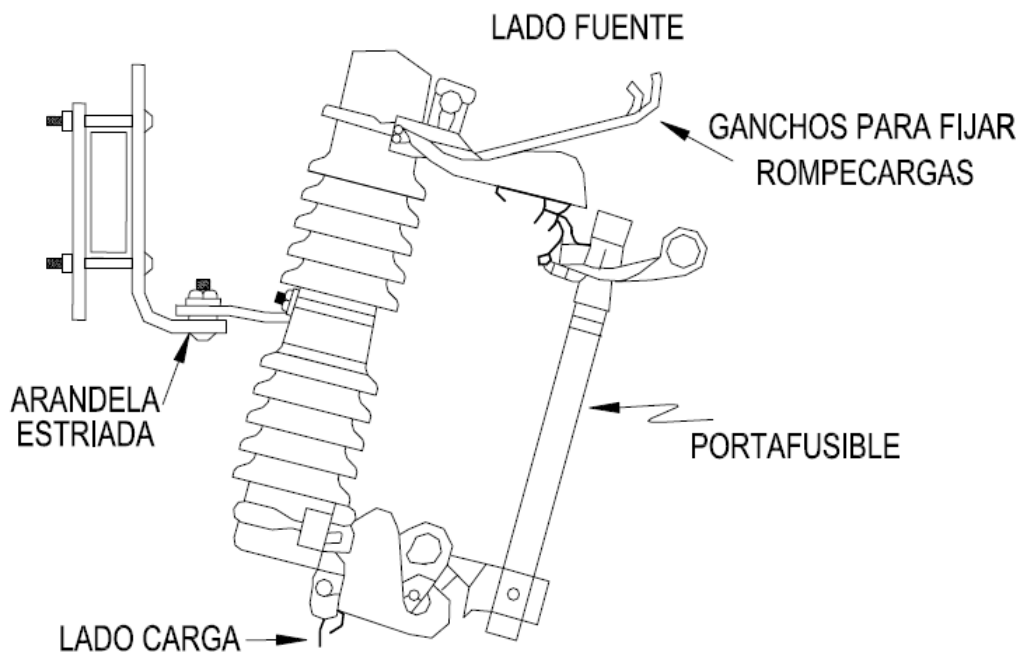


Figura 3.32

Norma **04 E0 03**. Se colocaron apartarrayo en la cruceta se conectaron la line viva con alambre de cobre N° 4 AWG. Figura 3.33

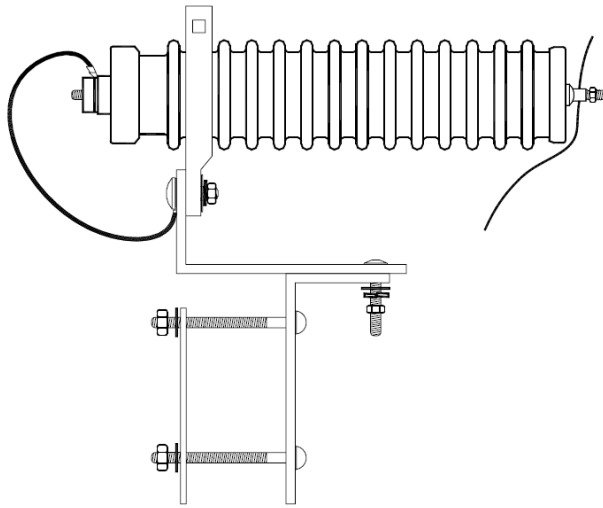


Figura 3.33

Se conecto al apartarrayo la línea viva, se dejo una pequeña curva y después, de ahí se conecta el corto circuito fusible. El otro tremo del apartarrayo se conecta al neutro del tierra. Figura 3.34

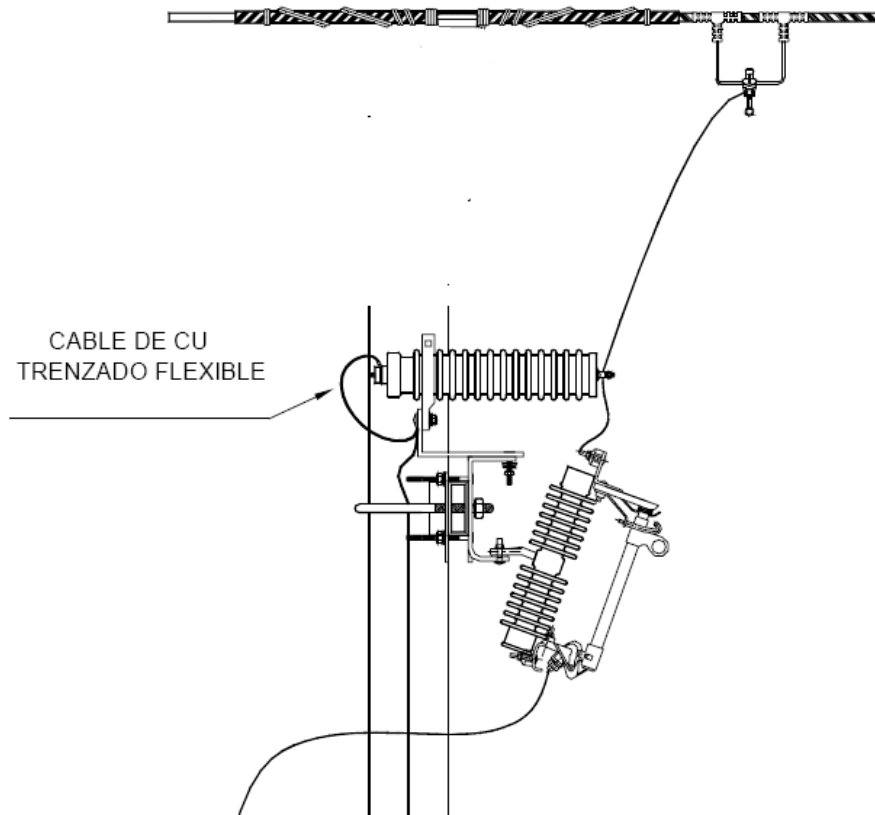


Figura 3.34

Norma **04 E0 04**. En el otro extremo se conecta de corta circuito fusible se conecta en una boquilla del transformador del lado de media tensión, la otra boquilla se conecta del lado de media tención se conecta directamente a tierra. Figura 3.35

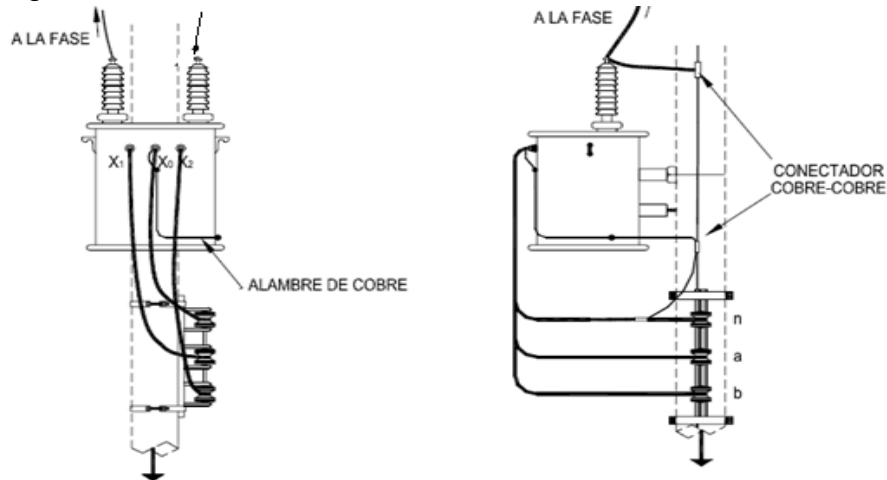


Figura 3.35

Norma **04 E0 03**. Uno de los transformadores que se conectaron era trifásico se utilizaron tres apartarrayo y tres conto circuito fusible y cada uno se conecto en cada una de las boquillas del trasformador.

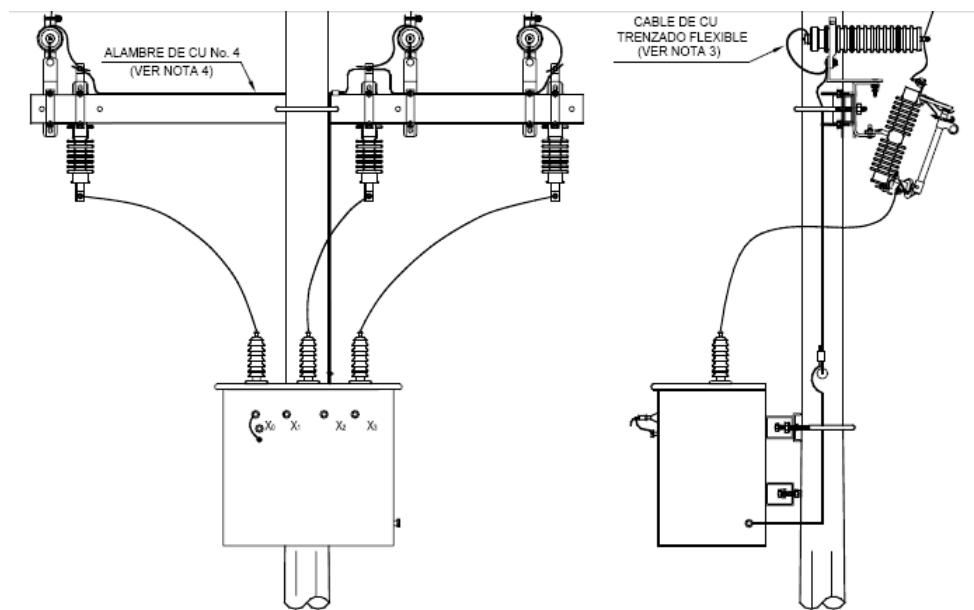


Figura 3.36

### Sujeción del transformador.

Norma **04 E0 05**. Se fijo los soportes CV1, horizontalmente en el poste se utilizaron abrazaderas UL. Se coloca en la abrazadera arandela 1PC, arandela de presión y se apretaron con tuercas para así poder fijar el equipo. Figura 3.37

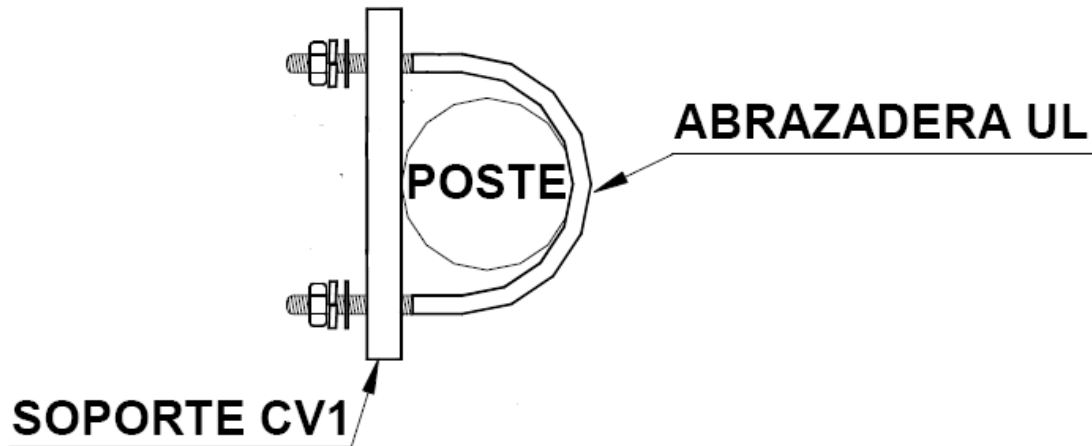


Figura 3.37

Se fijo el transformador en el soporte CV1 luego se apretó con los tornillos 16x63 mm.

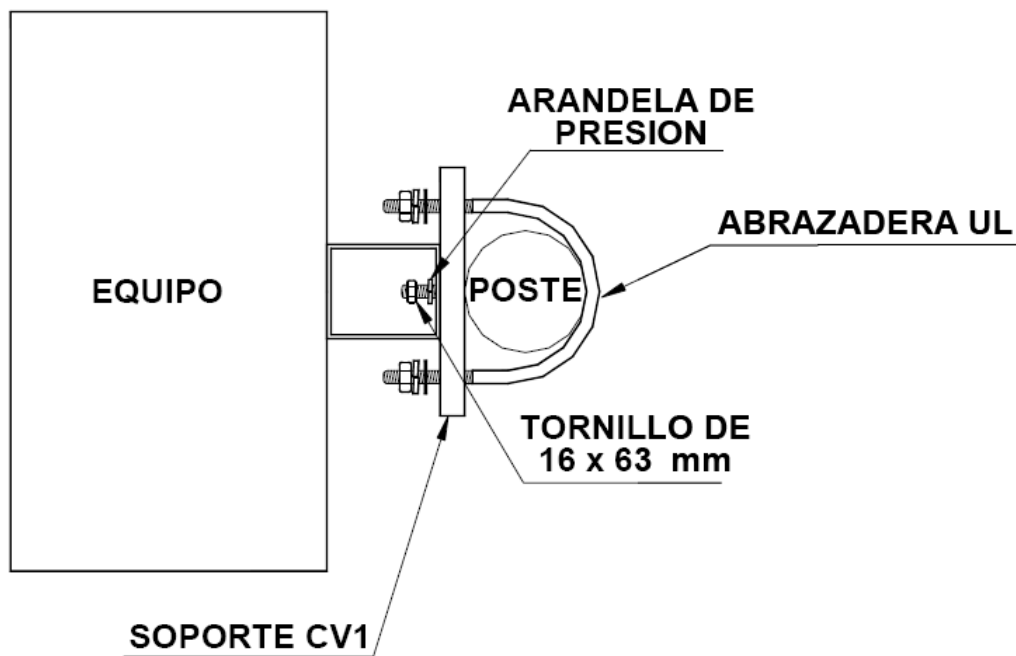


Figura 3.38

### 3.9. Líneas de baja tensión (secundarias).

Para la instalación de las líneas de baja tensión de acuerdo a la norma

**10 00 01.**

Se colocaron los bastidores B3 y se sujetaron en el poste con las abrazaderas 1BS.

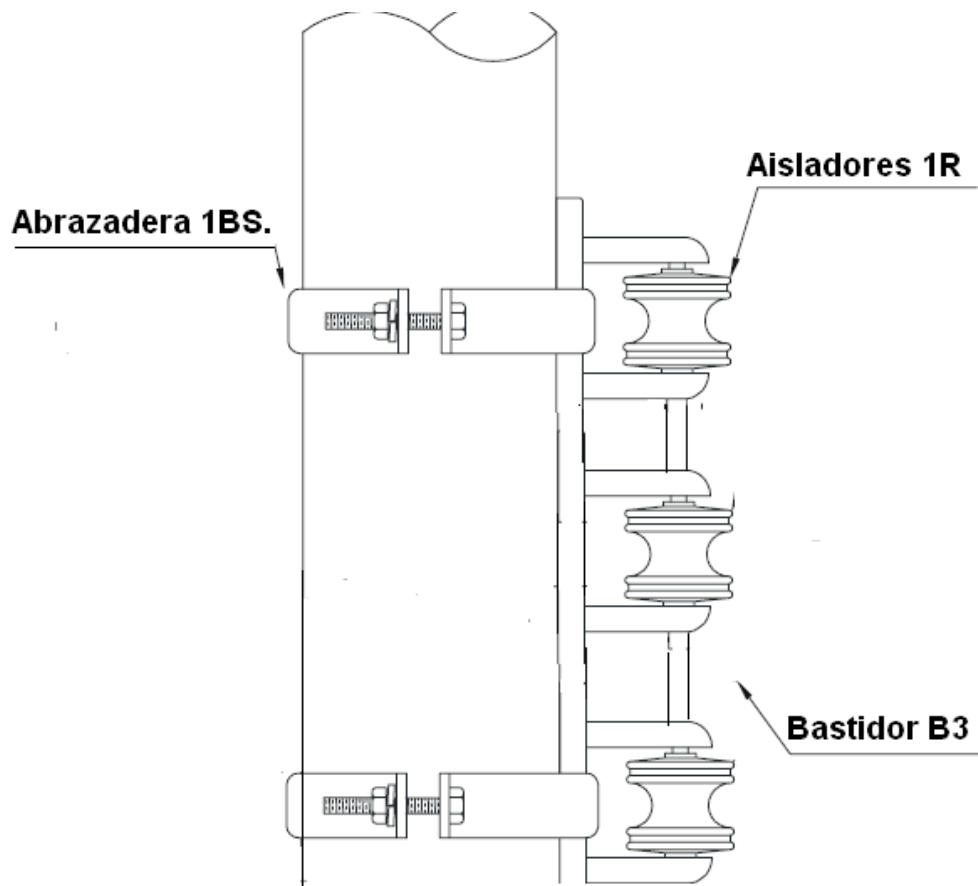


Figura 3.39

Todas las estructuras siguieron los mismos pasos de la figura anterior. Pero con diferentes estructuras.

### Estructura de paso.

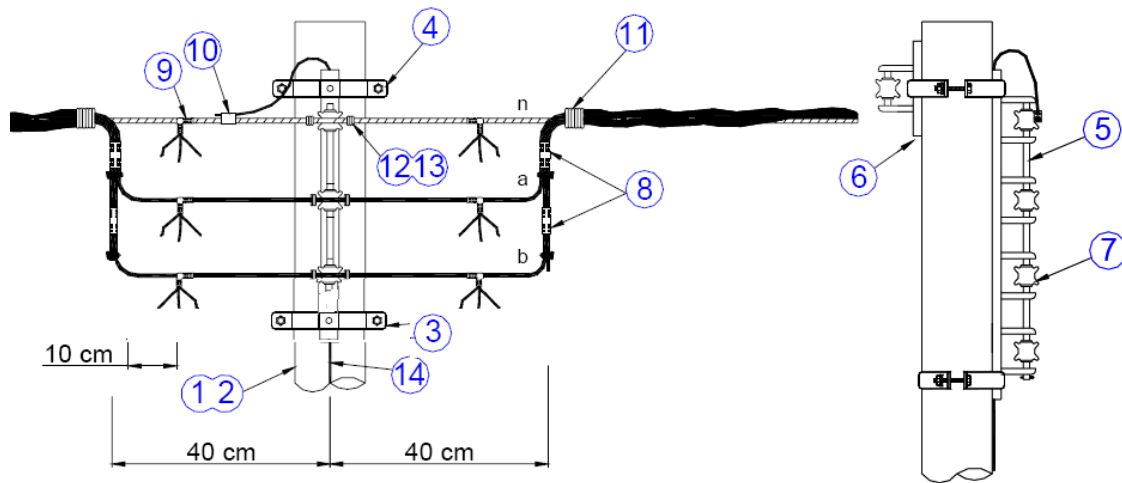


Figura 3.40

MODULO DE MATERIALES							
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	MATERIAL			
				COBRE		AAC	
				2+1	3+1	2+1	3+1
CANTIDAD							
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-9-400	-	-	1	1
2	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-9C-400	1	1	-	-
3	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BS (1)	1	1	1	1
4	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BD (1)	1	1	1	1
5	2B200-12	Pz	Bastidor B* 3	1	1	1	1
6	2B200-12	Pz	Bastidor B1	1	1	1	1
7	52000-55	Pz	Aislador 1C	4	5	4	5
8		Pz	Conector ver <a href="#">07 CO 02</a> (3)	4	6	4	6
9		Pz	Conector, ver <a href="#">07 CO 02</a> (4)	6	8	6	8
10		Pz	Conector ver <a href="#">07 CO 02</a> (5)	1	1	1	1
11	E0000-06	m	Alambre de cobre TW 10	2	3	2	3
12	E0000-31	Lote	Alambre Aluminio suave 4	-	-	1	1
13	E0000-32	Lote	Amarre Alambre de cobre	1	1	-	-
14		Lote	Bajante de tierra, ver <a href="#">09 00 02</a>	1	1	1	1

La instalación de los materiales, lo primero que se hizo fue colocar el bastidor B3 y se sujeto con las abrazadera 1BS (figura 3.39) los conductores se armaron como esta en al figura 3.40



### Estructura de remate

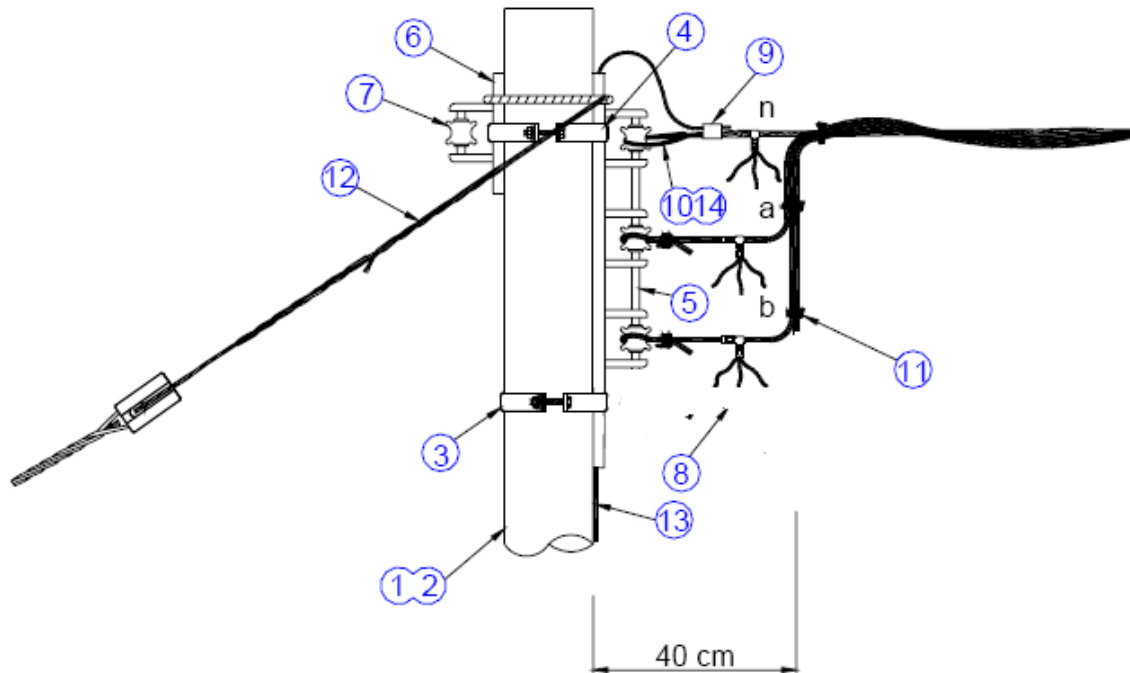


Figura 3.41

MODULO DE MATERIALES							
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	MATERIAL			
				COBRE		AAC	
				2+1	3+1	2+1	3+1
CANTIDAD							
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-9-400	-	-	1	1
2	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-9C-400	1	1	-	-
3	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BS	1	1	1	1
4	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BD	1	1	1	1
5	2B200-12	Pz	Bastidor B* 3	1	1	1	1
6	2B200-12	Pz	Bastidor B1	1	1	1	1
7	52000-55	Pz	Aislador 1C	4	5	4	5
8		Pz	Conector, ver <a href="#">07 CO 02</a> (3)	3	4	3	4
9		Pz	Conector ver <a href="#">07 CO 02</a> (5)	1	1	1	1
10	51000-69	Pz	Remate P ACSR * (5)	-	-	1	1
11	E0000-06	m	Alambre de cobre TW 10	1	2	1	2
12		Lote	Retenida, ver <a href="#">06 00 04</a>	1	1	1	1
13		Lote	Bajante de tierra, ver <a href="#">09 00 02</a>	1	1	1	1
14	E0000-32	Lote	Amarre Alambre de cobre, ver <a href="#">10 00 05</a>	1	1	-	-

### Estructura con conexión a transformador tipo poste.

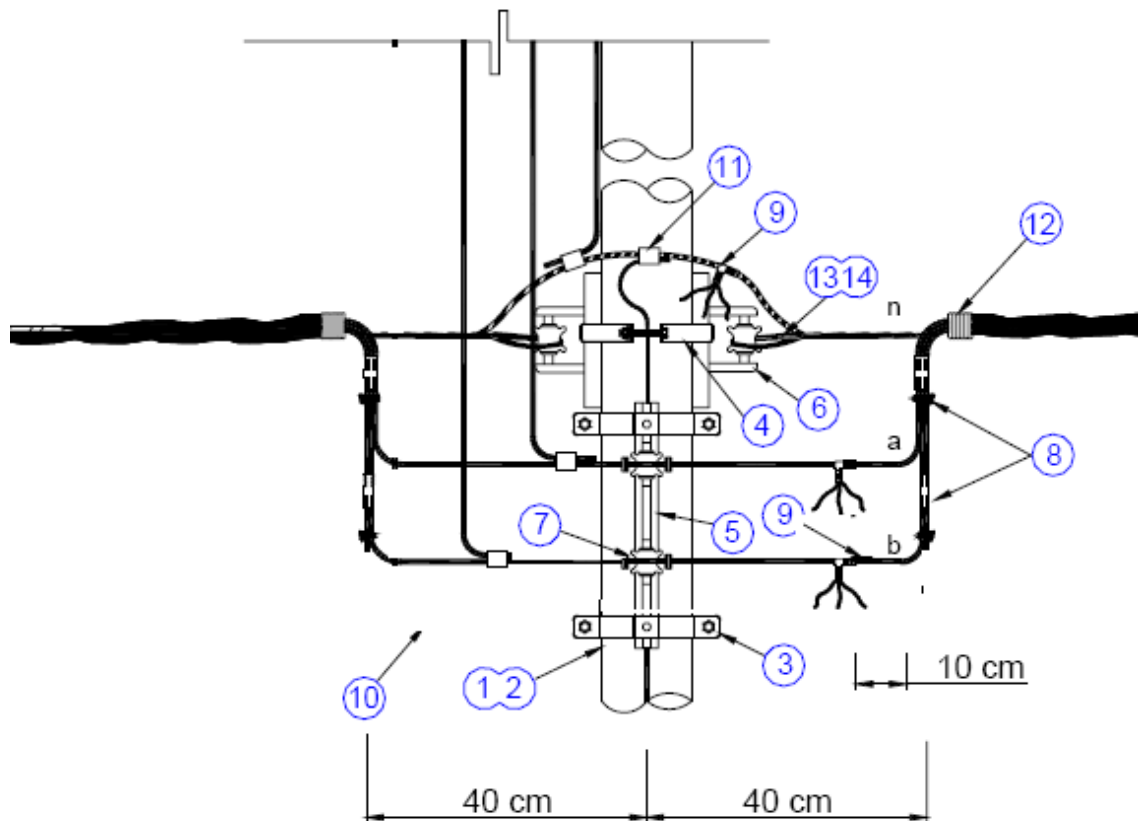
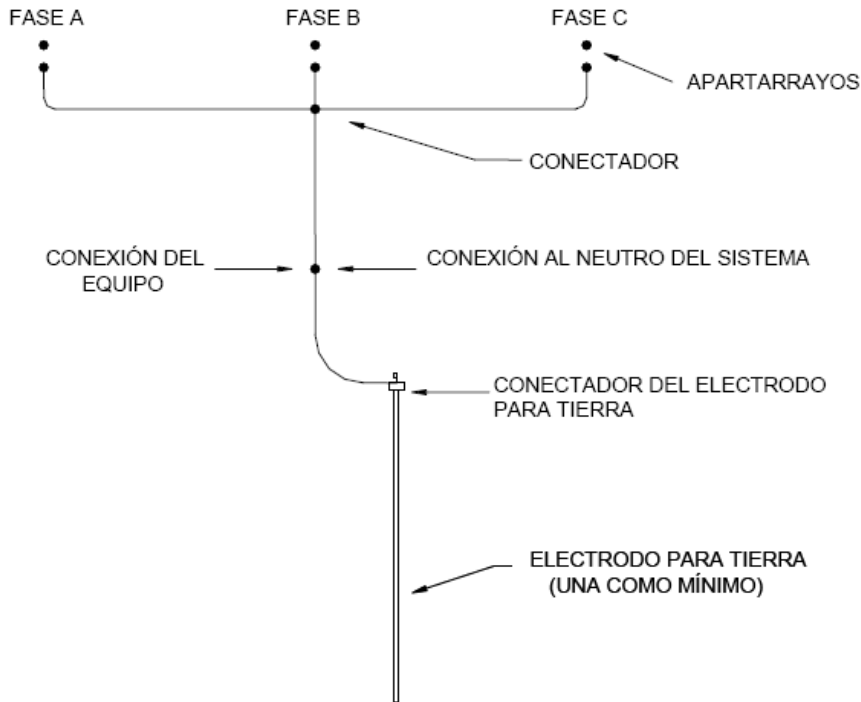


Figura 3.42

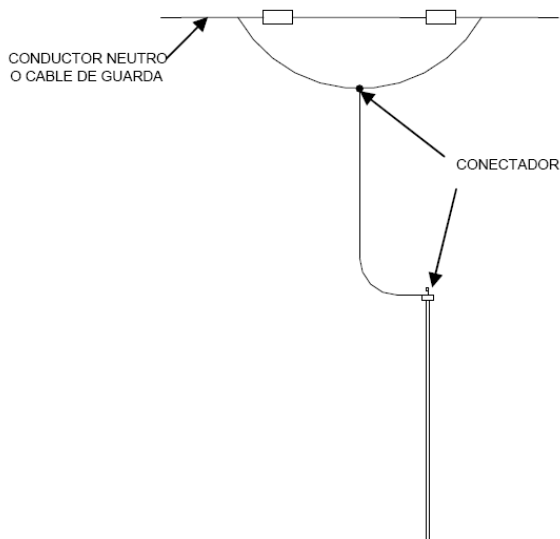
MODULO DE MATERIALES							
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	MATERIAL			
				COBRE		AAC	
				2+1	3+1	2+1	3+1
CANTIDAD							
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-12-750	-	-	1	1
2	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-12C-750	1	1	-	-
3	2A100-04	Pz	Abrazadera 3BS (1)	2	2	2	2
4	2A100-04	Pz	Abrazadera 3BD (1)	1	1	1	1
5	2B200-12	Pz	Bastidor B* 3	1	1	1	1
6	2B200-12	Pz	Bastidor B1	2	2	2	2
7	52000-55	Pz	Aislador 1C	4	5	4	5
8		Pz	Conector ver <a href="#">07 CO 02</a> (3)	4	6	4	6
9		Pz	Conector, ver <a href="#">07 CO 02</a> (4)	3	4	3	4
10		Pz	Conector ver <a href="#">07 CO 02</a> (5)	3	4	3	4
11		Pz	Conector ver <a href="#">07 CO 02</a> (6)	1	1	1	1
12	E0000-06	m	Alambre de cobre TW 10	2	3	2	3
13	51000-69	Pz	Remate preformado	-	-	2	2
14	E0000-32	Lote	Amarre Alambre de cobre	2	2	-	-

### 3.10 Diagrama de tierra



**Figura 3.43**

Se conecto con alambre numero 4 en el apartarrayo se bajo y se conecto en tierra del transformador y en el neutro del transformador y al ultimo se conecto en varilla de tierra figura 3.43. En las líneas de baja tención figura 3.43 el sistema de tierra se coloco cada dos estructuras.



**Figura 3.44**