



# CONSTRUCCIÓN DE LINEA DE DISTRIBUCIÓN ELECTRICA 3F-4H: 13.2 KV.



INGENIERIA ELECTRICA.

## REPORTE DE RESIDENCIA.

JOSÉ LUIS VIDAL MUÑOZ

12270669

### ASESOR INTERNO:

ING. ABRAHAM OCAMPO SOLORZANO

### ASESOR EXTERNO:

ING. JAIME TOLEDO MORALES

***VC. INGENIERIA E ILUMINACION S.A DE C.V***

DICIEMBRE 2016.



# ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| 1. Introducción.....                          | 1  |
| 1.1 Antecedentes.....                         | 1  |
| 1.2 Estado del Arte.....                      | 2  |
| 1.3 Justificación.....                        | 3  |
| 1.4 Objetivos.....                            | 3  |
| 1.5 Metodología .....                         | 4  |
| <br>  |    |
| 2. Fundamento Teórico .....                   | 5  |
| 2.1 Estructuras de las redes eléctricas ..... | 5  |
| 2.2 Fallas en sistemas de Distribución .....  | 7  |
| 2.3 Caída de Tensión .....                    | 11 |
| 2.4 Sistemas de Protección .....              | 11 |
| <br>  |    |
| 3. Desarrollo .....                           | 13 |
| 3.1 Visita de obra .....                      | 13 |
| 3.2 Memoria de Calculo .....                  | 13 |
| 3.3 Validación de Proyecto ante CFE .....     | 18 |
| 3.4 Ejecución de Obra .....                   | 19 |
| <br>  |    |
| 4. Conclusión .....                           | 37 |
| <br>  |    |
| Referencias .....                             | 38 |
| <br>  |    |
| Anexos .....                                  | 39 |
| Anexo A .....                                 | 39 |
| Anexo B .....                                 | 44 |
| Anexo C .....                                 | 45 |
| Anexo D .....                                 | 49 |
| Anexo E .....                                 | 49 |
| Anexo F .....                                 | 50 |
| Anexo G.....                                  | 52 |

# **Construcción de línea de distribución eléctrica 3F-4H: 13.2 KV.**

## **1. Introducción.**

### **1.1 Antecedentes.**

La construcción se desarrolla en la comunidad Plan de Ayala municipio de Pijijiapan, Chiapas, de esta construcción son beneficiadas otras comunidades las cuales son: Miramar, Guadalupe, Buenos Aires, Plan de Ayala, Zapata, Milenio de Plan de Ayala, Milenio del Rosario, El Ciprés, San Antonio, Berlín y El Vergel, estas comunidades formar la Zona sierra de Pijijiapan.

Estas comunidades ya cuentan con el servicio de energía eléctrica, el cual está compuesto por un hilo de cable ACSR calibre 2, es una construcción longeva y se observa que se realizó únicamente para brindar el servicio a estas comunidades ya que no cumplen con ningún lineamiento de CFE.

Lo que motivo a que el ayuntamiento de Pijijiapan, Chiapas invirtiera en la construcción de una nueva línea que alimentara estas comunidades fue la ineficiencia del servicio, ya que debido a que demográficamente la población aumento, la demanda de este servicio aumento con ello, de esta manera el calibre del conductor ya no es el suficiente para alimentar estas comunidades.

Debido a que el conductor no era el adecuado para alimentar dicha carga, las caídas de tensión en el conductor eran grandes a considerar, y debido a la zona en épocas de lluvia es una zona con alto índice de descargas atmosféricas y como no cuentan con los sistemas de protección adecuados, ocurren fallas muy frecuentemente las cuales dejan sin el servicio días o incluso semanas a la población.

Contaban con un cortacircuito para librar dicha instalación, para los pobladores de este lugar les era muy complicado entrar o detectar alguna falla que tuvieran en su línea ya que la línea es demasiado larga y les tomaba días entrar la falla, y debido a que las instalaciones no cuentan con normatividad los postes estaban colocados en zonas inseguras para la población, pudiendo causar accidentes.

Debido a que la línea no contaba con mantenimiento en la época de estiaje, los vientos en esta zona son muy fuertes, debido a esto las ramas de los árboles tocaban la línea esto provocando una falla que era algo común para los pobladores, y debido a la ignorancia de los pobladores no colocaban los fusibles adecuados para protección de los equipos instalados en la línea.

Estos diferentes acontecimientos llevo al diseño y construcción de una nueva línea de distribución trifásica (3F- 4H), teniendo un hilo neutro, con los sistemas de tierra adecuados y la instalación de equipos de protección, apegándose a las normas de construcción de líneas Aéreas de media y baja tensión de la comisión Federal de Electricidad (CFE).

## 1.2 Estado del Arte.

La lejanía y poca accesibilidad de las localidades, el consumo unitario reducido, poblaciones y viviendas dispersas, bajo poder adquisitivo de los habitantes. La falta de infraestructura vial, infraestructura social básica en salud, educación, saneamiento, vivienda, obras agrícolas, etc. Determina una baja rentabilidad financiera para los proyectos de electrificación rural, lo que motiva que no sean atractivos a la inversión privada y requieran de la participación activa del Estado para su construcción y diseño.

En México la empresa suministradora y reguladora de la energía eléctrica es la comisión federal de electricidad (CFE), debido a esto toda construcción de líneas de distribución debe estar diseñada mediante su normatividad de lo contrario la obra no podrá ser donada a CFE para su energización, esto no sucede en otros lados del mundo.

En España existen más de 5 empresas suministradoras de energía eléctrica, una de ellas es la empresa Iberdrola la cual no solo se dedica a la generación y transmisión de la energía, sino también a la distribución de la misma, para la construcción de obras de distribución simplemente se apega a la normatividad establecida por la Asociación Española de Normalización y Certificación.

Las cuales son muy semejantes a la normatividad establecida por la CFE, la diferencia entre estas normatividades es que la comisión federal de electricidad realiza un proceso de validación de la obra para autorizar su construcción y asigna bases de proyecto para ello y AENOR no simplemente se realiza la memoria técnica, pasa por una pequeña revisión por las autoridades correspondientes. [1]

La empresa Roney inversiones S.A.C, originaria de Canadá, utilizan crucetas de madera para la construcción de las líneas de distribución en zonas rurales o de escasos recursos ya que esta es más económica, aunque existen inconvenientes a largo plazo, ya que a pesar de que la madera pasa por tratamientos químicos para alargar su vida útil llega el momento en que esta se degenera pudiendo provocar accidentes los cuales podrían afectar a los habitantes de dichas poblaciones.

En México como en Canadá anteriormente se utilizaba las crucetas de madera, pero debido a su corta vida útil se comenzó a utilizar crucetas de aleaciones de metal apeándose a la norma **NMX-H-074-SCFI-1996**, ya que de esta manera la vida útil es más longeva que si fuera un material de madera. [2]

En años anteriores la CFE realizaba obras de distribución para comunidades de escasos recursos este tipo de obras, no seguían una normatividad para su construcción, simplemente se realizaban con el fin de brindar y mejorar las condiciones de vida en dichas comunidades.

Algunas de estas obras se realizaron en el año 1975, las comunidades beneficiadas fueron Acacoyagua, Acapetagua, San Andrés la rainsar, estas comunidades son pertenecen al estado de Chiapas las cuales contaban con un circuito eléctrico deficiente ya que solo contaban con solo hilo ACSR calibre 2.

Hoy en día estas comunidades ya tuvieron un proceso de rehabilitación de sus circuitos eléctricos y es proceso en el cual se encuentra la comunidad Plan de Ayala Municipio de Pijijiapan Chiapas, ya que se le construirá una línea de distribución nueva con el objetivo de mejorar la calidad de la energía suministrada mediante las normatividades de la CFE. [3]

### **1.3 Justificación.**

La ejecución de este proyecto es una prioridad debido a que las instalaciones existentes no cumplían con ningún tipo de normatividad y los dispositivos instalados, no contaban con los sistemas de protección correspondientes, esto repercute en que la línea existente era ineficiente y el calibre del conductor no era el adecuado para alimentar la carga.

Estas instalaciones en mal estado presentan condiciones inseguras para los habitantes de este municipio, ya que existían claros interpostales con exceso de distancia y no respetando las alturas reglamentarias, debido a esto existía el riesgo de accidentes o debido a la abundante vegetación, los arboles tocan la línea constantemente generando fallas a tierra.

Debido a esta problemática y necesidad que tienen los habitantes de la comunidad de Plan de Ayala municipio de Pijijiapan, Chiapas, el ayuntamiento municipal decidió invertir en la obra de electrificación rural la cual será construida en tres etapas, la primera etapa de la construcción tiene el número de contrato *MPC/DOPM/FISM/021/2016*.

Con la finalidad de mejorar sus condiciones de vida y satisfacer las carencias de los habitantes y tener una mayor eficiencia en la suministración de este servicio, la primera etapa de esta construcción beneficia a las comunidades de Miramar, Guadalupe y Buenos Aires.

Para aumentar la eficiencia de la línea y mejorar el suministro de energía y a su vez la calidad de vida de los habitantes, se diseñó y construyó una línea trifásica con un hilo neutro, en base a las normas y lineamientos de CFE, instalando las protecciones adecuadas para la línea y los equipos eléctricos instalados en ella (cortacircuito, apartarrallos, sistemas de tierra).

Se rehabilito la red de baja colocando cable neutranel (2+1) Cal. 1/0, colocando las acometidas de los servicios a distancias correctas y con el cable (1+1), ya que no todos contaban con el cable adecuado, utilizando para alimentar esta carga cable ACSR calibre 3/0.

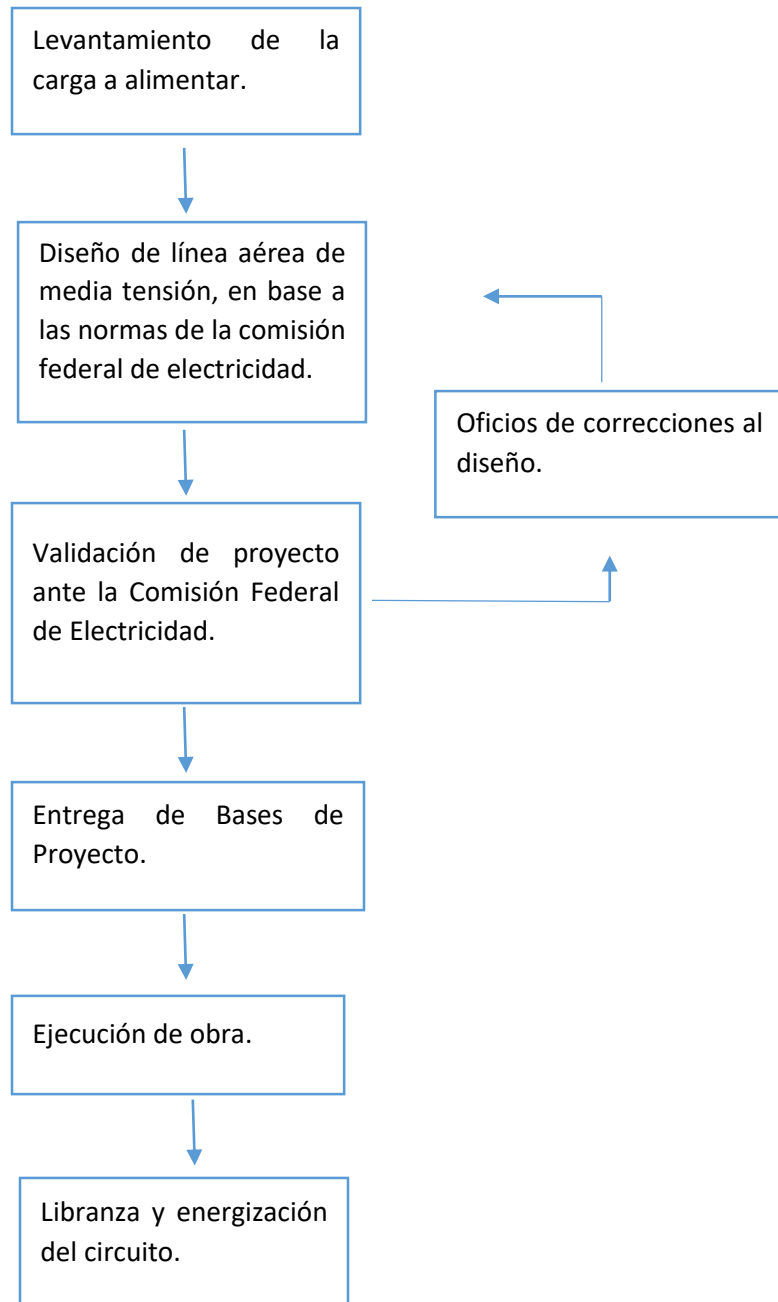
### **1.4 Objetivos.**

Diseñar y construir una línea trifásica con neutro corrido, en base a los lineamientos y normatividades vigentes de la comisión federal de electricidad, para mejorar el suministro de energía eléctrica y a su vez la calidad de vida en la comunidad de Plan de Ayala municipio de Pijijiapan, Chiapas.

Realizando los cálculos pertinentes para colocar los calibres de conductor adecuados para que el circuito tenga una mejor eficiencia, y de esta manera tener la menor cantidad de perdidas posible, instalando las protecciones adecuadas para protección de los equipos instalados y los habitantes.

## 1.5 Metodología.

En la figura 1.1 se muestra un diagrama bloques del proceso de construcción y diseño de una línea área de media tensión.



**Fig. 1.1** Diagrama bloques del diseño y ejecución de una línea de media tensión.

**Levantamiento de la carga a alimentar.** – Es aquel que se realiza en una visita de campo que se conoce y poder ver las necesidades de suministro eléctrico para los diversos equipos eléctricos que se instalaran en un área de un nuevo proyecto o bien en alguna ampliación a la red eléctrica.

**Diseño de línea aérea de media tensión.** – Utilizando las normas de líneas áreas de media y baja tensión se realiza el proyecto para la carga a alimentar.

**Validación de proyecto ante la Comisión Federal de electricidad.** – Establecer los aspectos técnicos, políticos y lineamientos que deben cumplir los desarrolladores, proyectistas y constructores en la elaboración de proyecto y construcción de la red de distribución para la electrificación entre otros de fraccionamientos, centros comerciales, edificios, parques industriales, desarrollos turísticos, desarrollos agrícolas y en su caso, las obras específicas y de ampliación convenidas con el suministrador para la presentación del servicio público de energía eléctrica.

**Entrega de bases de proyecto.** – lineamientos técnicos para la elaboración y ejecución de un proyecto de obra eléctrica.

**Ejecución de obra.** – instalación diseñada y construida hasta el punto de suministro para prestar el servicio solicitado, que cumpla con las normas oficiales mexicanas o, a faltas de ellas, con las especificaciones técnicas del suministrador.

**Libranza y energización del Circuito.** – interrupción temporal del suministro de energía eléctrica, para que puedas efectuar el mantenimiento de las instalaciones eléctricas y poner conectarse a la red.

## 2. Fundamento Teórico.

### 2.1 Estructuras de las redes Eléctricas.

Una red eléctrica se compone de tres partes principales: las centrales generadoras, las líneas de transmisión y las redes de distribución. Las líneas de transmisión constituyen los eslabones de conexión entre las centrales generadoras y las redes de distribución y conduce a otras redes de potencia por media de interconexiones. Una red de distribución conecta las cargas aisladas de una zona determinada con las líneas de transmisión.

La situación de las centrales hidroeléctricas está condicionada por la existencia del salto de agua; la elección del emplazamiento de centrales térmicas que emplean combustibles fósiles o nucleares es más flexibles. Las centrales térmicas que emplean combustibles fósiles corrientemente se reparten por la red de manera que la planta generadora este próxima a uno de los grandes centros de consumo.

Con frecuencia las nuevas plantas nucleares son muy grandes. Comúnmente en los planes para una planta nuclear se especifica un tamaño igual a la capacidad total de la red en el momento de iniciar el diseño. En resumen, las plantas nucleares pueden necesitar el transporte de grandes cantidades de potencia sobre distancias considerablemente largas, una planta hidroeléctrica también puede requerir de líneas de transmisión largas desde la planta



hasta los centros de consumo, y las plantas térmicas que emplean combustibles fósiles alimentan cargas a distancias más cortas.

La tensión de los generadores se eleva a los niveles de transmisión en el intervalo 110 a 765 Kv. Actualmente la investigación se encamina a obtener niveles de tensión de transmisión de 1,100 a 1,500 KV. La ventaja de niveles superiores de tensión en la línea de transmisión se evidencia cuando se tiene en cuenta la capacidad de transmisión MVA de una línea, la cual varía con el cuadrado de la tensión. La tabla 1.1 muestra la capacidad proporcional al cuadrado de la tensión, principiando con una capacidad de 50 MVA a 115 KV.

La primera disminución de tensión de los niveles de transmisión se efectúa en la subestación de transformación, donde se reducen desde 34.5 a 138 KV, dependiendo, lógicamente, de la tensión de la línea de transmisión.

Algunos usuarios industriales consumen a estos niveles de tensión. La próxima disminución de tensión ocurre en la subestación de distribución, donde las tensiones de las líneas salientes de la subestación varían de 4 a 34.5 KV y con frecuencia entre 11 y 15 KV.

Este es el sistema de distribución primario. Una tensión muy común en este nivel es 12470 V línea a línea, lo que significa 7,200 V línea a tierra, o neutro. Esta tensión se describe como 12,470 Y / 7,200V. la mayoría de las cargas industriales se alimentan del sistema primario, que también suministra los transformadores de distribución dando tensiones secundarias sobre circuitos trifilares, monofásicos para empleo residencial. En este caso la tensión es de 240 V entre dos líneas y 120 V entre cada una de ellas y la tercera línea, que está conectada a tierra. Otros circuitos secundarios son 208 Y / 120 V, o sistemas trifásicos de cuatro líneas de 480 Y / 277 V.

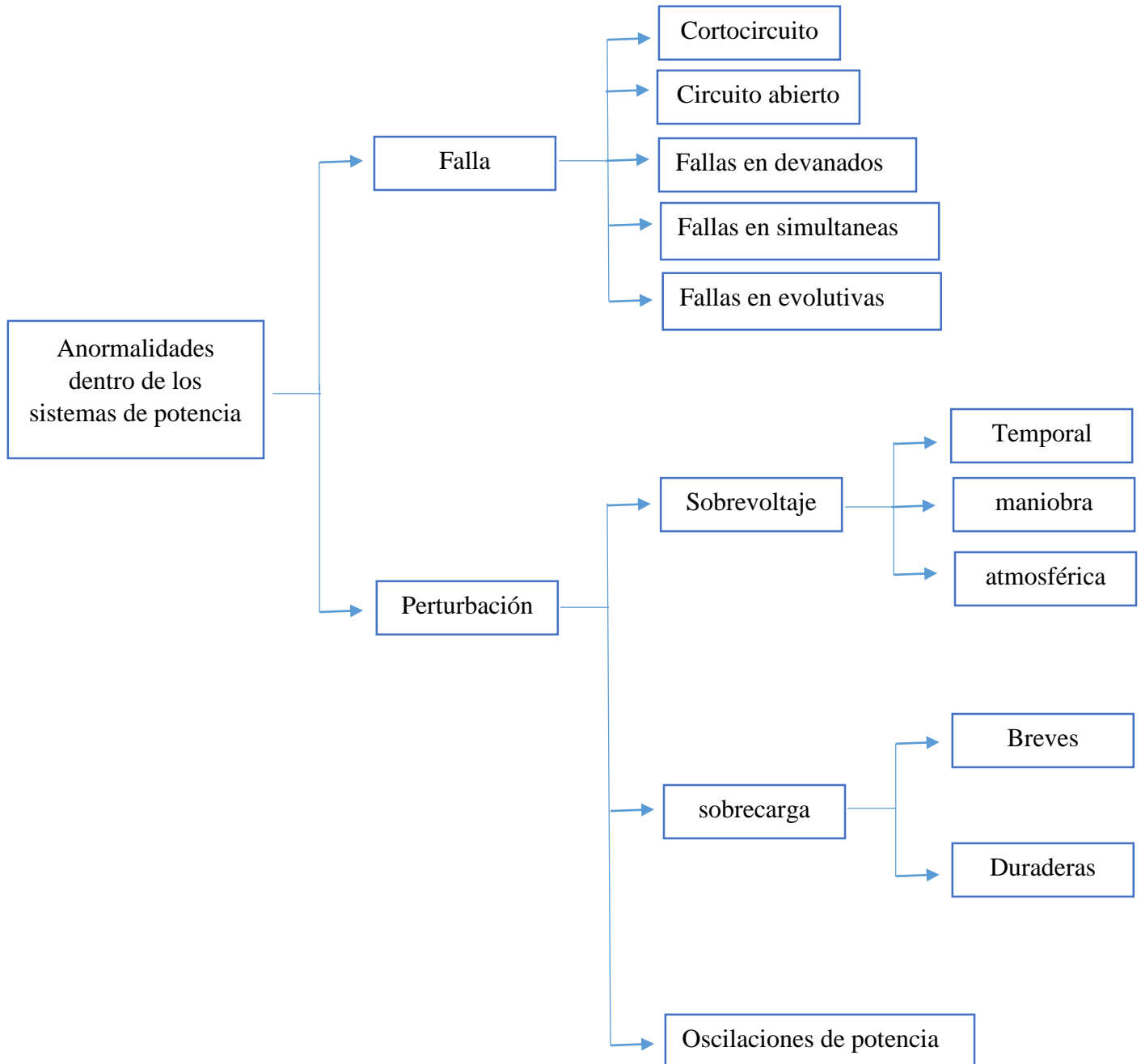
| <b>Tensión Línea – a – línea (KV)</b> | <b>Capacidad de transmisión (MVA)</b> |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| 115                                   | 50                                    |
| 138                                   | 72                                    |
| 230                                   | 200                                   |
| 345                                   | 450                                   |
| 500                                   | 945                                   |
| 765                                   | 2,200                                 |

**Tabla. 2.1** Comparación de la capacidad de transmisión en líneas trifásicas abiertas.

Un estudio de cargas es la determinación de la tensión, intensidad, potencia y factor de potencia o potencia reactiva en varios puntos de una red eléctrica, en condiciones normales de funcionamiento. Los estudios de cargas son fundamentales en la programación del futuro desarrollo del sistema, puesto que su funcionamiento satisfactorio depende de los conocimientos de los efectos de la interconexión con otras redes, de las nuevas cargas, de las nuevas centrales generadoras y de las nuevas líneas de transporte, antes de se instalen.

## 2.2 Fallas en sistemas de distribución.

Una falla es cualquier evento que interfiere con flujo normal de corriente, colocando al sistema en un punto de operación fuera de los normal.



**Fig. 2.1** Fallas en Sistemas Eléctricos de Potencia.

### *Cortocircuito.*

Se produce un cortocircuito en un sistema de potencia, cuando entran en contacto, entre si o con una tierra, conductores correspondientes a distintas fases. Normalmente las corrientes de cortocircuito son muy elevadas entre 5 y 20 veces el valor máximo de la corriente de carga en el punto de falla.

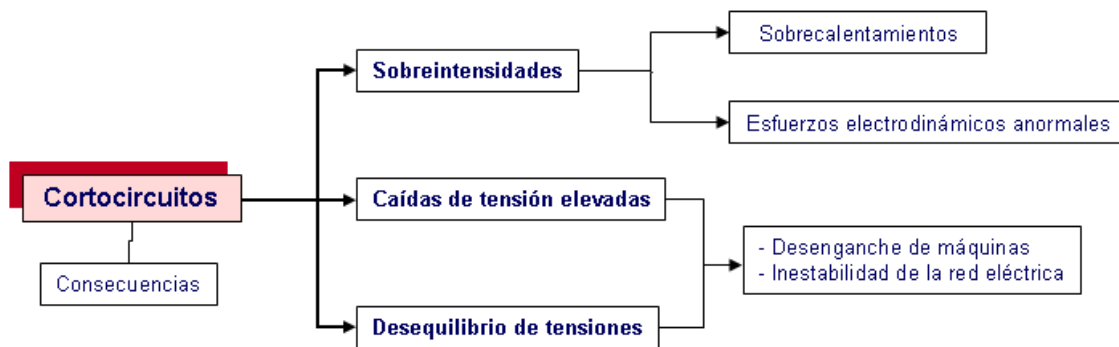
Los procesos de cortocircuito son a menudo complejos. Es preciso recurrir a hipótesis simplificativas:

- Aunque los cortocircuitos (arcos) poseen impedancias variables, no se les consideran.
- Se prescinde de las corrientes de cargas previas.
- Las impedancias de la red se supondrán constantes.
- No se consideran las impedancias transversales de la línea.
- La potencia de alimentación se considera infinita.

Cuando se produce un cortocircuito se origina una corriente inicial de cortocircuito cuya amplitud disminuye gradualmente y se llega a un valor que se denomina corriente permanente cortocircuito.

Se pueden producir dos casos:

- a) *Corriente de cortocircuito simétrica.* Si el instante de producirse el corto la fem de generador fuese máxima. La intensidad en este caso tiene forma simétrica.
- b) *Corriente de cortocircuito asimétrica.* Si el instante de producirse el corto la fem del generador fuese distinto de su valor máximo. La intensidad, en sus inicios, tiene forma asimétrica, y amplitud mayor que la anterior, pues a la componente alterna se le superpone una componente unidireccional.



**Fig. 2.2** *Consecuencias del cortocircuito*

### Clasificación de los Cortocircuitos

Los cortocircuitos pueden ser clasificados de acuerdo a la forma que se efectúa el contacto entre sí o con tierra los conductores energizados, a saber:

- Cortocircuito por contacto directo: Es aquel que surge por el contacto directo entre los conductores de fases distintas o de fases con tierra. Ejemplo. Cuando los conductores de una línea de transmisión de fases distintas entren en contacto por balanceo de los mismos ocasionado por el viento.
- Cortocircuito por ruptura de aislamiento: Es el cortocircuito que se produce como consecuencia de un arco eléctrico que atraviesa el medio aislante. Un arco eléctrico es generado en cualquier medio, cuando el gradiente de potencial supera la rigidez dieléctrica del medio, provocando la creación de un camino de baja resistencia por donde fluye la corriente por el medio. (la ruptura dieléctrica se genera por sendas diferencias de potencial por lo general producto de sobretensiones).

### Causas de un Cortocircuito

Los cortocircuitos pueden ser consecuencias de una multitud de fenómenos, entre los cuales se encuentran:

- Origen Eléctrico.
- Origen Mecánico.
- Origen Fortuito

Origen Eléctrico: Se considera que un cortocircuito tiene causa eléctrica, cuando el mismo es producto de la modificación extrema de los parámetros eléctricos de los elementos del sistema, ya sea por causa interna o externa. Este tipo de causa, resultan de la incapacidad de los elementos de soportar la tensión o condiciones eléctricas del sistema.

### Tipos de Cortocircuitos

En los sistemas de potencia pueden ocurrir diferentes tipos de fallas por cortocircuito. Los cuales pueden ser divididos de acuerdo a la forma en que el evento tenga lugar, es decir, según el número de fases afectadas o que intervienen en él, dividiéndose:

- Cortocircuito Trifásico: Se origina cuando los tres conductores de fases entren en contacto entre sí.
- Cortocircuito Bifásico a Tierra: Tiene lugar cuando los conductores de dos fases distintas hacen contacto entre si y tierra.
- Cortocircuito Línea a Tierra: Este cortocircuito es el más común, provocado cuando un conductor de fase energizado toca tierra.
- Cortocircuito Trifásico a Tierra: La ocurrencia de este cortocircuito es remota pero posible, consiste en que los conductores de las tres fases energizados realicen un contacto con tierra.

El cortocircuito de mayor frecuencia en los sistemas eléctricos es el Línea a Tierra. En el caso de sistemas de con tensión nominal mayor a 115 kV, la ocurrencia de cortocircuitos es:

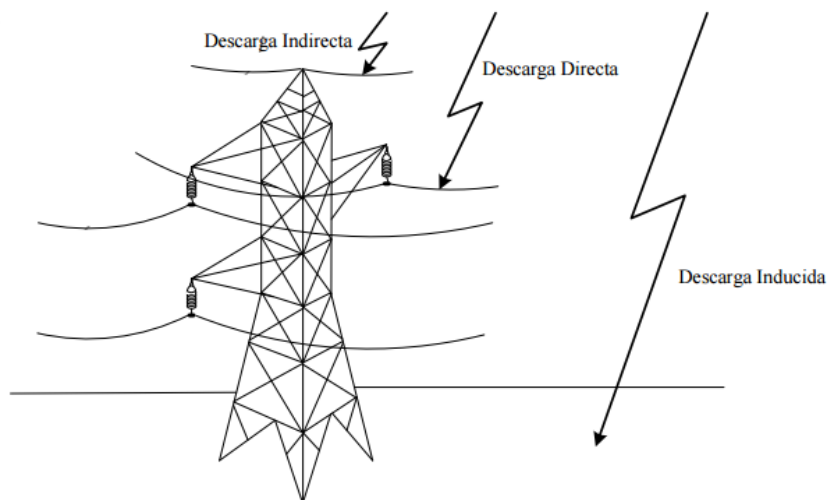
*Fallas atmosféricas*

| <i>Tipo de Falla</i>                     | <i>Probabilidad de Ocurrencia</i> |
|--|-----------------------------------|
| De un conductor a tierra,<br>Monofásicas | 70%                               |
| Entre dos fases, Bifásicas               | 15%                               |
| Entre dos fases y tierra<br>Trifásicas   | 10%                               |
|  | 5%                                |

**Tabla. 2.2** Probabilidad de Ocurrencia de Fallas por Tipo.

Las sobretensiones atmosféricas son elevaciones de la tensión causadas por descargas eléctricas atmosféricas entre nube y tierra, que impactan en las instalaciones y líneas de transmisión, estas sobretensiones son unidireccionales y de muy corta duración y su valor no depende de la tensión del sistema. Las descargas pueden ser:

- Directas: La descarga alcanza directamente alguno de los conductores de fase, es la más grave, debido a que las magnitudes de estas sobretensiones son independientes de la tensión del sistema y por lo general sumamente elevadas.
- Indirectas: Cuando la se produce sobre los cables de guarda, las torres o a los elementos de apantallamiento o blindaje.
- Inducidas: Corresponde cuando la descarga tiene lugar en las cercanías de la líneas o instalaciones.



**Fig. 2.4** Presentación esquemática de los posibles tipos de descargas atmosféricas

### 2.3 Caída de Tensión.

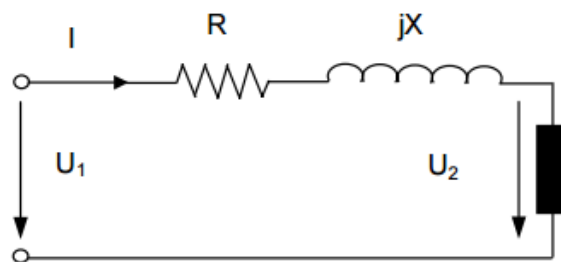
La caída de tensión o de voltaje en un sistema eléctrico es una de las fallas más comunes en una red de distribución y tiene efectos negativos considerables como pérdidas económicas importantes, paros de producción y daños parciales y totales de maquinaria.

La caída de tensión eléctrica se define como la diferencia de potencial que existe entre los dos extremos de una línea eléctrica. En un conductor la caída de tensión se mide en volts y existe en función del largo y de la resistencia del medio de condición eléctrica. A mayor distancia de la fuente de voltaje y mayor resistencia del conductor eléctrico existe una mayor caída de tensión.

Se puede calcular el valor de la caída de voltaje eléctrico como un porcentaje de la tensión nominal que alimenta la línea eléctrica. Una caída de voltaje de 40 Volts representa ~10% de caída de voltaje en una línea eléctrica trifásica de 440v.

Las causas más frecuentes que provocan la caída de voltaje es una distancia considerable de conexión desde el transformador eléctrico de alimentación más cercano, además de en zonas industriales el arranque de maquinaria industrial, bombas, y motores con gran consumo de carga y en zonas urbanas una sobre-saturación de consumo eléctrico.

La expresión que se utiliza para el cálculo de la caída de tensión que se produce en una línea se obtiene considerando el circuito equivalente de una línea corta, mostrando en la figura siguiente, junto con un diagrama vectorial.



**Fig. 2.5** Circuito Equivalente de una línea corta.

### 2.4 Sistemas de Protección.

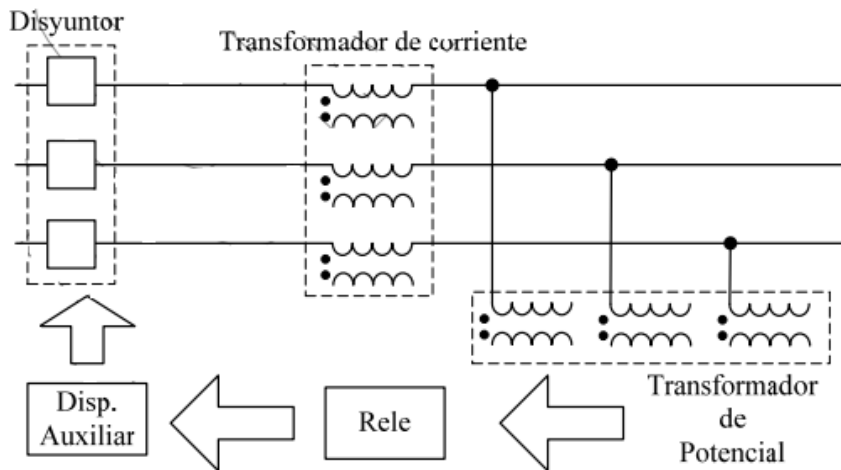
En el objetivo de eliminar las anomalías o fallas de un sistema eléctrico, se incorporan una serie de componentes e instalaciones asociadas con el fin de eliminar completamente los efectos de estas anomalías, esto no es posible y aproximarse a esta solución es muy caro, en la práctica se reduce en lo posible los efectos de las anomalías.

Los equipos utilizados para la detección de las fallas son:

- ❖ Relés. Son dispositivos que reciben información del sistema, y pueden discriminar condiciones normales y anormales de operación; es básicamente un equipo de detección. Los relés pueden ser de dos tipos:
  - Relés electromecánicos (Antiguos).
  - Relés electrónicos.
  -
- ❖ Fusibles. Son elementos cuya función es detectar sobrecorrientes, su funcionamiento se basa en el hecho que una materia atravesado por una corriente suficientemente grande puede fundir el dispositivo conductor interrumpiendo el paso de la corriente. Los fusibles e interruptores son elementos utilizados para despejar cortocircuitos o sobrecorrientes.
- ❖ Pararrayos. Son dispositivos limitadores de sobretensión, se basan en el hecho de a partir de un nivel de tensión de ruptura fijado, el pararrayo se hace conductor a tierra, a medida que la sobretensión es mayor a la tensión de ruptura la resistencia que presenta disminuye eliminando rápidamente las sobretensiones.

Los fusibles, interruptores y pararrayos constituyen los llamados equipos limitadores.

Un sistema de protecciones es un conjunto de elementos y de circuitos de control unidos entre sí cuya función es detectar cualquier falla y proteger a uno o más equipos del sistema. Ejemplo: A continuación, se presentan los componentes de un sistema de protección para el caso de una línea de transmisión.



**Fig. 2.6** Elementos que componen un esquema de protección simple.

Los elementos de un sistema de protección son:

- Transformadores de medida. (Transformadores de corriente T.C, Transformadores de potencial T.P.) son dispositivos que permiten obtener información del sistema en forma de tensiones y corrientes.
- Relés. Es un dispositivo capaz de discriminar condiciones normales y anormales de operación, que cierran y abren contactos que habilitan en forma de detector directa o indirectamente los circuitos de apertura del interruptor.
- Interruptor. Este elemento accionado por el relé (automáticamente) o por el operador (manualmente) cumplen la función de aislar los equipos en carga.

### 3. Desarrollo.

La construcción de una línea de distribución la conforman varias etapas, las cuales ayudan a que esta tenga un mejor diseño y eficiencia en su operación a partir de que el circuito sea energizado, siempre apegándose a las normas vigentes de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

#### 3.1 Visita de obra.

La visita de obra consiste en realizar una visita al lugar donde se ejecutará la obra para recabar información la cual nos servirá para, el cálculo y diseño de la línea, los cuales se mencionan a continuación:

- Calcular la carga a alimentar, mediante un censado, debido a que la comunidad Plan de Ayala municipio de Pijijiapan, es una comunidad rural podríamos guiarnos por el número de casas que existen en la comunidad.
- Observar el terreno por donde pasara la línea, siempre apegándose a las normas de **CONSTRUCCIÓN DE INSTALACIONES AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN** vigentes por la CFE.
- Tomar puntos de referencia utilizando el GPS, para poder proyectar la construcción.
- Teniendo la dirección que llevara la línea podemos proponer las estructuras adecuadas para la línea.
- Realizar un álbum fotográfico del lugar dando a conocer el estado actual de los equipos instalados en el lugar.
- Detectar un punto de entronque cercano y seguro para la línea.

#### 3.2 Memoria de cálculo.

La presente memoria de cálculo tiene por objeto la descripción y justificación de los distintos elementos que conforman la estructura del proyecto ejecutivo, para el diseño y construcción de la línea de distribución.



➤ *Calculo de la Resistencia de la línea.*

Calculo del área de sección transversal:

$$AT = 6 \left[ \frac{\pi(0.00425m)^2}{4} \right]$$

$$AT = 8.51 \times 10^{-5} m^2$$

Calculo de la red:

$$Rcd = 2.83 \times 10^{-8} \Omega * m \left[ \frac{6911m}{8.5118 \times 10^{-5}} \right] [1.02]$$

$$\mathbf{Red = 2.34 \Omega}$$

Calculo ajuste por temperatura:

$$R_{50^\circ C} = \left[ \frac{228 + 50}{228 + 20} \right] [2.34\Omega]$$

$$\mathbf{R_{50^\circ C} = 2.626\Omega}$$

➤ *Calculo de la corriente en el circuito.*

$$IL = \frac{269.444}{(\sqrt{3})(13.2)(0.9)}$$

$$\cos^{-1}(.9) = 25.84$$

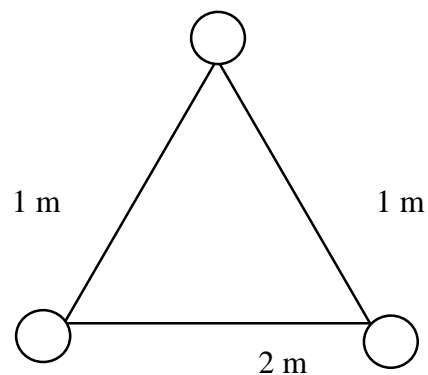
$$IL = 13.09$$

$$\mathbf{IL = 13.09 \angle 25.84^\circ A}$$

➤ *Calculo de Inductancia y Reactancia.*

$$Deq = \sqrt[3]{(1)(1)(2)}$$

$$\mathbf{Deq = 1.25m}$$



$$L = (2 \times 10^{-7}) \left( \ln \frac{1.25}{1.88 \times 10^{-3}} \right)$$

$$L = 1.299 \times 10^{-6} \text{ H/m/F}$$

$$x_L = (7.5 \times 10^{-8}) \left( \ln \frac{1.25}{1.88 \times 10^{-3}} \right)$$

$$x_L = 7.28 \times 10^{-7} \frac{\Omega}{\text{m}}$$

$$x_L = (7.28 \times 10^{-7})(6911)$$

$$x_L = 4.87 \times 10^{-7} \Omega$$

➤ *Reactancia capacitiva.*

$$Deq = \sqrt[3]{(1)(1)(2)}$$

$$r = \frac{4.24 \times 10^{-3}}{2 \times 12}$$

$$Deq = 1.25 \text{ m}$$

$$r = 1.7666 \times 10^{-4} \text{ m}$$

$$C_n = \frac{0.0388}{\log\left(\frac{1.41}{1.7666 \times 10^{-4}}\right)}$$

$$X_c = \frac{10^3}{(2\pi)(60)(9.943)}$$

$$C_n = 9.943 \times 10^{-3} \frac{\mu\text{F}}{\text{m}} \text{ Respecto al neutro.}$$

$$X_c = .266 \Omega * \text{m}$$

$$\text{Capacitancia de la línea} = \frac{.266}{6911}$$

$$\text{Capacitancia de la línea} = 3.84 \times 10^{-5}$$

➤ *Caída de tensión de la Línea.*

Tomando como base las **Normas de Distribución - Construcción – Instalaciones Aéreas en media y baja tensión, especificación No. 05 00 05.**

Según la Tabla (Anexo D). correspondiente a esta especificación, dice que la caída de tensión por amperes por kilómetro para el conductor ACSR 3/0, es de 0.882, con un factor de potencia de 90%, a 25 °C.

| DATOS  |          |
|--|----------|
| <b>Longitud</b>  | 6.911 Km |
| <b>Caída de tensión Amperes por Kilómetro del cable (ACSR 3/0)</b> | 0.882    |
| <b>Corriente</b>   | 13.09 A  |

Resultado:

Aplicando la fórmula de Anexo B.

$$CV = (0.882)(6.911)(13.09)$$

$$CV = 79.79 V$$

Calculo de Porcentaje de caída tensión.

$$CV\% = \frac{(79.79)(100)}{13200}$$

$$cv\% = .60\%$$

Con la obtención de este resultado podemos ver que nuestro conductor ACSR 3/0 cumple con el rublo **1.4** de las bases de proyecto clave: **PE-D13200-001 (Anexo C)**, La cual dice, *las perdidas eléctricas en media tensión no deberán exceder el 1% en condiciones de demanda máxima de operación.*

➤ *Calculo de sección transversal del conductor.*

| DATOS                                 |          |
|---------------------------------------|----------|
| <b>Longitud</b>                       | 6,911 m  |
| <b>Voltaje entre fases</b>            | 13,200 V |
| <b>Corriente</b>                      | 13.09 A  |
| <b>Porcentaje de Caída de tensión</b> | .60%     |

Resultado:

Aplicando la fórmula de Anexo B.

$$S = \frac{(2)(\sqrt{3})(6911)(13.09)}{(13200)(0.60)}$$

$$S = 39.56 mm^2$$

Al saber este resultado podemos decir que el calibre que podíamos utilizar para la construcción de la línea era ACSR 1/0, pero debido al rublo 2.1 de las bases de proyecto con

clave: **PE-D1300-001 (Anexo C)**, la cual dice, *tipo y calibre de conductor mínimo a utilizar será como mínimo ACSR 3/0, para sistemas con neutro corrido, este será de ACSR 1/0 y deberá aterrizarse a través de sus tipo VD, VR, RD O AD.*

➤ *Calculo de eslabón fusible.*

| DATOS                            |             |
|----------------------------------|-------------|
| <b>Voltaje</b>                   | 13,200 V    |
| <b>Factor de Potencia (F.p).</b> | 0.9s        |
| <b>Carga (Potencia Activa)</b>   | 269,444.4 w |

Resultado:

Aplicando la fórmula de Anexo B.

$$I = \frac{269,444.4 W}{(\sqrt{3})(13,200 V)(0.9)}$$

$$I = 13.09 A$$

Calculo de intensidad de protección

$$I_{proteccion} = (13.09)(1.25)$$

$$I_{proteccion} = 16.36 A$$

Por lo tanto, en el entronque se instalarán fusibles de 20 Amperes, de acuerdo a la tabla 450-3(a) de la **NOM- SEDE-2012** el valor nominal o ajuste máximo de protecciones con fusibles es de 300% Por lo que queda comprendido en el rango.

➤ *Perdidas por efecto Joule.*

| DATOS                            |                   |
|----------------------------------|-------------------|
| <b>Corriente</b>                 | 13.09 A           |
| <b>Resistencia por kilometro</b> | 0.336 $\Omega/Km$ |
| <b>Longitud</b>                  | 6.911Km           |

$$W = (13.09)^2(0.336)(6.911)$$

$$W = 397.88 w$$

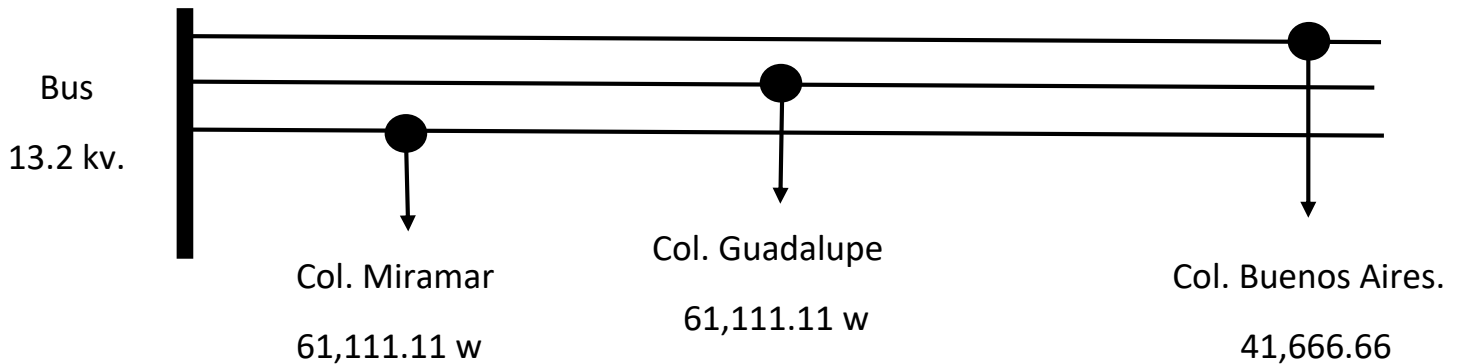
Porcentaje de pérdidas por efecto Joule.

$$W\% = \frac{(397.88)(100)}{269,444.44}$$

$$W\% = 0.147 \%$$

Por lo tanto, el conductor cumple con lo establecido en el punto 1.4 de las bases de diseño No. DERSC-114/2013 (Anexo C).

➤ *Calculo de corriente, caída de tensión, de ramales principales.*



**Fig. 3.2.1** *Diagrama Arbolado de ramales principales*

Estos ramales son los principales de la línea, pero solo se alimentan de una fase de esta así que cambia el voltaje de alimentación el cual es.

$$VN = \frac{13,200}{\sqrt{3}}$$

$$VN = 7,621.02 V$$

### *Calculo de la Col. Miramar*

- Calculo de corriente.

$$I = \frac{61,111.11}{(7,621.02)(.9)}$$

$$I = 8.9097 A$$

- Caída de tensión.

$$CV = (0.882)(8.9097)(3.279)$$

$$CV = 25.76 V$$

Porcentaje de pérdida.

$$CV\% = \frac{(25.7675)(100)}{7,621.02}$$

$$CV\% = \mathbf{0.33\%}$$

*Calculo de la Col. Guadalupe.*

- Calculo de corriente.

$$I = \frac{61,111.11}{(7,621.02)(.9)}$$

$$I = \mathbf{8.9097 A}$$

- Caída de tensión.

$$CV = (0.882)(8.9097)(5.910)$$

$$CV = \mathbf{46.44 V}$$

Porcentaje de pérdida.

$$CV\% = \frac{(46.44)(100)}{7,621.02}$$

$$CV\% = \mathbf{0.60\%}$$

*Calculo de la Col. Buenos Aires.*

- Calculo de corriente.

$$I = \frac{41,666.66}{(7,621.02)(.9)}$$

$$I = \mathbf{6.07}$$

- Caída de tensión.

$$CV = (0.882)(8.9097)(6.07)$$

$$CV = \mathbf{36.99 V}$$

Porcentaje de perdida.

$$CV\% = \frac{(36.99)(100)}{7,621.02}$$

$$CV\% = 0.48$$

### 3.3 Validación de Proyecto ante CFE.

La validación de proyecto consiste en presentar el proyecto ante el departamento de planeación de la Comisión Federal de Electricidad, dando a conocer, las razones por las que se construirá la obra mediante el armado de un expediente, el cual se compone de los siguientes puntos (Delegación regional IX ISTMO-COSTA):

- ❖ Copia de acta constitutiva de la asamblea de barrio o comunitaria.
- ❖ Anexo de Registro de control.
- ❖ Cedula de registro de datos básicos generales.
- ❖ Presupuesto de obra.
- ❖ Calendario de Ejecución.
- ❖ Croquis de Localización (Macro y Micro).
- ❖ Dictamen técnico de Impacto Ambiental.
- ❖ Dictamen técnico de la dependencia Normativa.
- ❖ Proyecto ejecutivo (planos) términos o referencia números generadores de obra y documentación de soporte técnico.
- ❖ Acta de instalación de COPLADEM.
- ❖ Acta de priorización de COPLADEM.
- ❖ Álbum fotográfico.

| No. | RESPONSABLE                          | DESCRIPCIÓN PARA OBRA MENOR   |
|-----|--------------------------------------|---|
| 0   | Solicitante/Constructor              | Inicio de trámite   |
| 1   | Solicitante/Constructor              | Presenta Oficio de Presupuesto de Obra derivado de la Solicitud de Servicio de Energía Eléctrica Bajo el Régimen de Aportaciones (Formato 1), proyecto simplificado y carta poder simple. |
| 2   | Departamento de Planeación           | Emita oficio de aprobación; en su caso, indica las modificaciones a realizar al plano simplificado para su construcción.  |
| 3   | Solicitante/Constructor              | Efectúa pago de aportación, mismo que se considera como aviso de inicio de obra.  |
| 4   | Departamento de Planeación           | Envía expediente a Distribución/Planeación-Construcción quien designa e informa el nombre del supervisor de obra.   |
| 5   | Distribución/Planeación-Construcción | Supervisa la construcción de la obra conforme al proyecto aprobado y abre registro de supervisión de obra (Formato 4).  |
| 6   | Distribución/Planeación-Construcción | ¿Detecta anomalías durante la supervisión?<br>Sí =Continúa en actividad 7.<br>No=Cierra registro de supervisión de obra, continúa en actividad 8.   |
| 7   | Solicitante/Constructor              | Corrige anomalías relevantes observadas por el supervisor de obra de CFE y continúa en la actividad 5.  |
| 8   | Solicitante/Constructor              | Proporciona documentos (Anexo B) para entrega - recepción de la obra.   |
| 9   | Distribución/Planeación-Construcción | Formula y formaliza con el solicitante el acta de entrega - recepción (Formato 6), emite oficios para energizar y contratar.  |
| 10  | Fin de trámite                       | Fin de trámite.   |

**Tabla. 3.3.1** Descripción de Proceso de Validación de Proyecto.

### 3.4 Ejecución de obra.

La ejecución de la obra consiste en llevar a cabo el proyecto ejecutivo de la misma, esta lleva un proceso en su realización, siempre tomando en cuenta que la construcción de una obra no siempre se realiza conforme al diseño ya que en esta surgen cambios en el proceso tomando en cuenta distintos factores para no tener condiciones inseguras en su instalación.

#### ○ *Trazo y libramiento.*

El trazo de la línea se realiza conforme a la norma CONSTRUCCION DE INSTALACIONES AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSIÓN.

Esta sección comprende los elementos básicos para el trazo de instalaciones en media y baja tensión, tomando en cuenta las condiciones que inciden en su construcción y que básicamente son la seguridad a la población, protección al medio ambiente, urbanización, derechos de vía, niveles del terreno, libramientos y obstáculos naturales o artificiales.

El primer factor para construir es el conocimiento detallado del entorno, para lo cual se requiere analizar las condiciones del terreno y definir la alternativa técnico-económica más



conveniente. El proyecto para la construcción de las instalaciones debe considerar: la menor longitud, menor número de estructuras, operación simple y segura, costo mínimo de mantenimiento, para asegurar el cumplimiento de los compromisos de suministro ofertados a los clientes; debiendo prever y valorar los puntos siguientes:

1. Para salvaguardar la integridad y propiedad de la población, se debe de respetar lo indicado en esta sección.
2. Considerar la protección al medio ambiente: analizar la trayectoria más conveniente para minimizar el impacto del entorno.
3. Respecto a los derechos de particulares: en el área urbana por ningún motivo se debe construir en terreno de particulares. En área rural se debe obtener el consentimiento por escrito del propietario.
4. Falta de urbanización: cuando no exista urbanización definida en el terreno, se deben obtener los planos autorizados por la autoridad competente, para conocer la urbanización definitiva de los sectores por electrificar.
5. Tramos rectos: minimizar el número de deflexiones de la línea.
6. Fácil acceso: para la construcción, operación y mantenimiento de la línea; preferentemente utilizando los derechos de vía pública.
7. Evitar obstáculos: de edificios, árboles, líneas aéreas y subterráneas de comunicación y anuncios.
8. Considerar la orografía: antes del levantamiento analizar el trazo más conveniente.
8. Determinar puntos obligados: para distribuir tramos interpostales, en base a deflexiones y desniveles de terreno.
9. Evitar puntos de contaminación: principalmente en la proximidad de zonas costeras e industrias contaminantes.
10. Prever impactos en los postes: con base a la afluencia vehicular y sus características determinar el trazo y tipo de estructura a utilizar.
11. Considerar la instalación de equipo de protección, bancos de capacitores y regulación, conexión y desconexión, para la operación y mantenimiento de las instalaciones.
12. Reducir cruces: con otros derechos de vía, como vías férreas, carreteras y canales navegables.
14. Cruce con vías de comunicación: se debe efectuar el trámite ante la autoridad competente, para obtener el permiso correspondiente.

#### ○ *Empotramientos*

1. Esta sección de empotramientos incluye las cepas y cimentaciones que, en función de la naturaleza del terreno y características del material a empotrar, difieren en las distintas regiones de la República Mexicana dada su gran variedad de tipos de terreno.
2. 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 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.
3. 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.

4. 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.
5. En el medio rural se debe tomar en cuenta que el terreno no tenga problemas de erosión por efectos pluviales o eólicos. También verifique que no existan problemas por encharcamiento o inundación.
6. Siempre se debe mantener o mejorar la condición original de la compactación del terreno. Es 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 la compactación. Ver sección 03 00 08.
7. En áreas urbanas siempre se debe tener presente que pueden existir instalaciones de agua, gas, drenaje, cables eléctricos, de comunicaciones o fibra óptica.
8. Se recuerda que al destruir una banqueteta es obligación del mismo constructor dejarla en condición similar a la original y limpia.
9. Se debe tener cuidado 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 accidente a los peatones.
10. En el área rural dejar 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.
11. 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 más 20 cm sobre la superficie.
11. Para compactar, utilizar el material extraído de la cepa, excepto que se indique que debe substituirse o adicionar otros materiales.

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

| <b>EMPOTRAMIENTO POR TIPO DE SUELO (cm)</b>    |  |                     |                               |
|--|--|---------------------|-------------------------------|
| <b>Altura (m) y resistencia (kg) del poste</b> | <b>Blando</b>                                    | <b>Normal</b>       | <b>Duro</b>                   |
|  | <b>Arena, arcilla suelta y arcilla con arena</b> | <b>Tierra común</b> | <b>Tepetate, grava y roca</b> |
| 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                           |

**Tabla. 3.4.1** Empotramiento por tipo de suelo (CONSTRUCCION DE INSTALACIONES AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSION sección **03 00 02**)

## Notas:

1. Un terreno normal que se anega como tierra de cultivo se debe considerar como un terreno blando.
2. 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.
3. En áreas urbanas en las que el poste está en banqueta terminada se considera como terreno normal.
4. Un terreno normal es posible considerarlo como terreno duro si se compacta con piedras de 30 cm en la base y 60 cm en la parte superior del empotramiento.
5. En zonas con actividad sísmica adicione 10 cm al empotramiento de la tabla anterior y si el terreno es blando proceda como se indica en el punto 2.
6. 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.
7. 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 dm + 50 cm

### ○ *Vestido de Postes.*

#### Estructuras tipo T.

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 tipo TS se usa en líneas en media tensión urbana y rural.
2. La altura mínima del poste a utilizar en líneas de media tensión es de 12 m.
3. 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.
4. Para el cálculo del claro interpostal máximo por separación entre fases, se parte del balanceo de los conductores ocasionado por la presión del viento en el punto más bajo de la catenaria, se considera la tensión del conductor a 50°C, sin presión del viento.
5. La deflexión máxima horizontal está limitada por la resistencia mecánica del poste que soporta el empuje del viento sobre el poste y conductores, así como la componente transversal de la tensión máxima de los cables debida a la deflexión de la línea, para deflexiones horizontales mayores a las indicadas se debe utilizar estructura TD.

*ESTRUCTURA TS3N.*

| <b>MÓDULO DE MATERIALES</b> |                                      |               |                 |
|-----------------------------|--------------------------------------|---------------|-----------------|
| <b>No.</b>                  | <b>DESCRIPCIÓN</b>                   | <b>UNIDAD</b> | <b>CANTIDAD</b> |
| 1                           | Poste de concreto <b>PCR-12-750.</b> | Pz            | 1               |
| 2                           | Cruceta <b>PT200</b>                 | Pz            | 1               |
| 3                           | Abrazadera <b>UC</b>                 | Pz            | 1               |
| 4                           | Aislador <b>13 PD</b>                | Pz            | 3               |
| 5                           | Abrazadera <b>1BS</b>                | Pz            | 1               |
| 6                           | Placa <b>1PC</b>                     | Pz            | 2               |
| 8                           | Carrete <b>H</b>                     | Pz            | 1               |
| 7                           | Bastidor <b>B1</b>                   | Pz            | 1               |



***Fig. 4.1.1 Estructura TS3N.***

*Estructura TD3N*

| <b>MÓDULO DE MATERIALES</b> |                                      |               |                 |
|-----------------------------|--------------------------------------|---------------|-----------------|
| <b>No.</b>                  | <b>DESCRIPCIÓN</b>                   | <b>UNIDAD</b> | <b>CANTIDAD</b> |
| 1                           | Poste de concreto <b>PCR-12-750.</b> | Pz            | 1               |
| 2                           | Cruceta <b>PT200</b>                 | Pz            | 2               |
| 3                           | Perno DR 16 X 457                    | Pz            | 4               |
| 4                           | Aislador <b>13 PD</b>                | Pz            | 6               |
| 5                           | Abrazadera <b>1BS</b>                | Pz            | 1               |
| 6                           | Placa <b>1PC</b>                     | Pz            | 2               |
| 8                           | Carrete <b>H</b>                     | Pz            | 1               |
| 7                           | Bastidor <b>B1</b>                   | Pz            | 1               |



**Fig. 4.1.2. Estructura TD3N.**

**Estructuras tipo R.**

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.

| MÓDULO DE MATERIALES |                               |        |          |
|----------------------|-------------------------------|--------|----------|
| No.                  | DESCRIPCIÓN                   | UNIDAD | CANTIDAD |
| 1                    | Poste de concreto PCR-12-750. | Pz     | 1        |
| 2                    | Cruceta PR200                 | Pz     | 4        |
| 3                    | Perno DR 16 X 457             | Pz     | 8        |
| 4                    | Ojo RE                        | Pz     | 4        |
| 5                    | Moldura RE                    | Pz     | 2        |
| 6                    | Aislador 6SV                  | Pz     | 18       |
| 7                    | Grapa RAL                     | Pz     | 6        |
| 8                    | Aislador 13PD                 | Pz     | 2        |



**Fig. 4.1.3.** Estructura RD3N / RD3.

### Estructuras tipo A.

La estructura A de anclaje para líneas de media tensión tiene como función aislar mecánicamente una línea con trayectoria recta, cambio de calibre y pequeñas deflexiones.

Cuando el remate de los conductores se realice en el poste, el nombre genético de esta estructura es AP (Anclaje Poste).

### *Estructura AD3N*

| <b>MÓDULO DE MATERIALES</b> |                                      |               |                 |
|-----------------------------|--------------------------------------|---------------|-----------------|
| <b>No.</b>                  | <b>DESCRIPCIÓN</b>                   | <b>UNIDAD</b> | <b>CANTIDAD</b> |
| 1                           | Poste de concreto <b>PCR-12-750.</b> | Pz            | 1               |
| 2                           | Cruceta <b>PR200</b>                 | Pz            | 2               |
| 3                           | Perno <b>DR 16 X 457</b>             | Pz            | 4               |
| 4                           | Ojo <b>RE</b>                        | Pz            | 4               |
| 5                           | Moldura <b>RE</b>                    | Pz            | 2               |
| 6                           | Aislador <b>6SV</b>                  | Pz            | 18              |
| 7                           | Grapa <b>RAL</b>                     | Pz            | 6               |
| 8                           | Aislador <b>13PD</b>                 | Pz            | 3               |



**Fig. 3.4.4 Estructura AD3N.**

### ○ *Tendido y Tensado de Conductor.*

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

1. Los conductores de aluminio (AAC), por sus limitadas características mecánicas, requieren de un manejo más cuidadoso que los conductores de cobre (Cu). Vea sección 07 TT 02.
2. Los conductores están sujetos a elongaciones definitivas cuando se les aplica una tensión mecánica permanente.
3. 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).
4. Estas secciones de construcción no incluyen el tendido de conductor con línea energizada por ser una técnica especializada solo para personal capacitado de CFE.
5. Las medidas de seguridad se deben extremar tanto para protección del personal de líneas como para terceros en sus bienes y en sus personas.
6. Cuando la magnitud del trabajo por realizar requiera de varias cuadrillas, deberá existir un coordinador general de la maniobra.
7. 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.
8. Tome en cuenta los obstáculos que existan en el área de trabajo (anuncios, árboles, etc.) para evitar enganches con la línea.

#### *Tendido de conductor en zonas Rurales.*

Las siguientes indicaciones se deberán tomar en cuenta para el tendido de líneas rurales.

1. En líneas de media tensión en áreas rurales se deben utilizar las tablas de flechas y tensiones, además de verificar los libramientos y separaciones, ver sección 02 00 00.
2. Para tender el conductor en el piso, coloque los carretes con el conductor en un vehículo con soportes para carretes, fije un extremo del conductor y con el desplazamiento del vehículo, deposite el conductor sobre el suelo. Vea el dibujo del punto 8 de la sección 07 TT 02.
3. Cuando se construya una línea donde exista un circuito en el nivel superior, se debe tender el conductor de la fase central alternando de posición en cada poste. Posteriormente se deben tender los de los extremos.
4. Para subir los conductores pesados a la cruceta, se requiere utilizar poleas, o en su caso utilice la grúa.
5. Para tensar los conductores se deben apoyar en rodillos instalados sobre las crucetas.
6. Un arreglo común para recobrar cable con un vehículo y dar la tensión mecánica a los conductores se muestra en la figura de la hoja 3.



7. Para rematar en crucetas, los conductores de los extremos se debe dar simultáneamente la misma tensión a ambos. La fase del centro se debe tensar y rematar posteriormente igualando la flecha con las otras dos.

8. El tendido del conductor se debe hacer de forma que permita el máximo ahorro y que los puentes queden de una sola pieza, para lo cual se debe proceder como sigue:

- a. Tienda el conductor en el piso en un solo sentido en toda la trayectoria de la línea entre la estructura de remate del inicio y la primera de anclaje o de deflexión con anclaje. En caso de que se termine el conductor de un carrete, empalme el nuevo conductor con conectadora compresión.
- b. En la estructura de remate de la cual se inició el tendido, sujete los conductores a las grapas de remate. (En caso de que la línea se inicie como una derivación de una línea existente, sujete los puentes al poste o al mismo conductor).
- c. Suba los conductores a las crucetas, donde se apoyarán en rodillos colocados con anterioridad para facilitar su deslizamiento.
- d. En la estructura de anclaje (o de deflexión con anclaje) se debe recuperar el conductor y dar la tensión requerida. No corte el conductor.
- e. Forme los puentes de la estructura de anclaje de una sola pieza y sujételos a las grapas de remate del otro lado, para continuar con el tendido de la línea.
- f. Repita el proceso a partir del inciso a) hasta llegar al último remate. En este punto se debe dar la tensión, cortando el conductor justo a la medida requerida considerando la longitud de los puentes.

#### *Sistemas de Baja tensión*

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

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

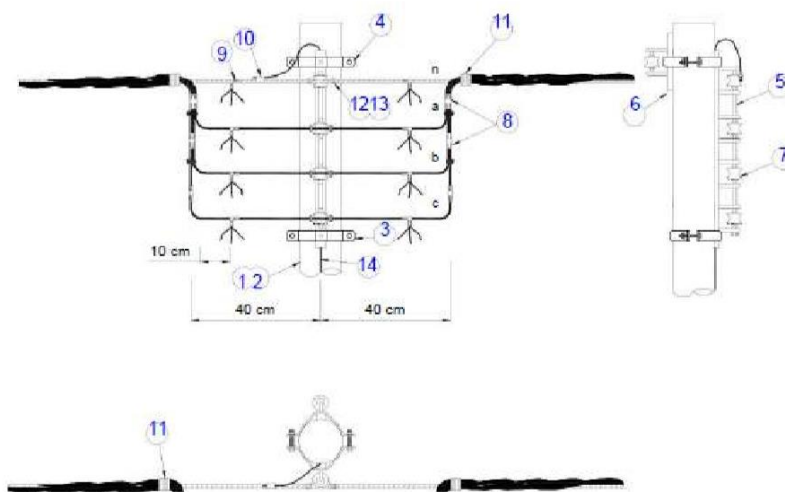
**Tabla. 3.4.6** Las líneas de baja tensión se instalan en un nivel inferior a las líneas de media tensión y de equipos. (CONSTRUCCION DE INSTALACIONES AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSION sección 10 00 01)

Los conductores que se utilizan en instalaciones de baja tensión deben ser de acuerdo a especificación CFE E0000-09 Conductores múltiples para distribución aérea hasta 600 V para 75 °C, con el cable mensajero de ACSR para fases de aluminio o de cobre con fases de cobre. Ver sección 07 00 03.

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

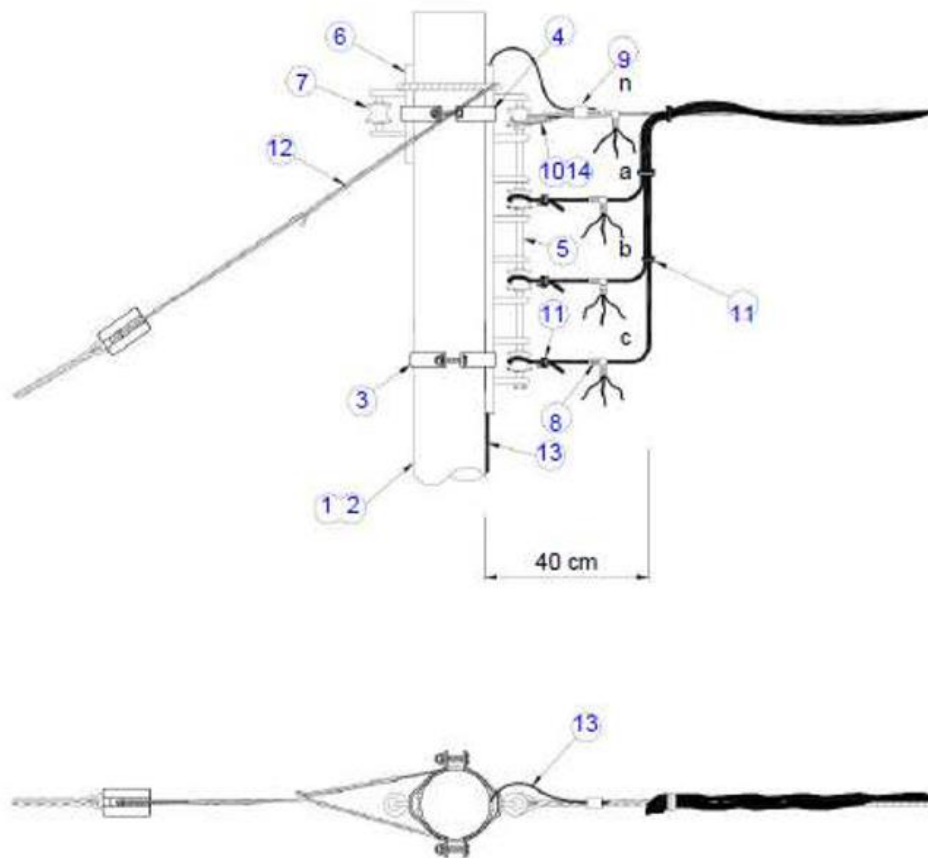
2. Las características físicas y mecánicas de los conductores que se utilizan en instalaciones de baja tensión con conductores múltiples, son diferentes a los que se utilizan en líneas de media tensión con conductores desnudos; por lo tanto, las flechas y tensiones para la instalación de cables múltiples debe ser de acuerdo con las tablas incluidas en la sección 10 FT 00.
3. El cable mensajero para AAC es de ACSR y se remata con preformado y el de cobre se remata entorchado.
4. Cuando el material de la acometida es diferente al de la red, se instalará utilizando el conectador adecuado, de acuerdo a la sección 07 CO 02, evitando la conexión de acometidas de cobre con aluminio.
5. La longitud mínima del poste para instalaciones de baja tensión será de 9 m.
6. El cable mensajero neutro se ubica en la parte superior del bastidor y se fija en un aislador 1C, tanto en estructuras de paso como de remate y a continuación se colocarán las fases.
7. 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 línea de media tensión.
8. El criterio que se establece en estas especificaciones en referencia al uso de conductor múltiple, se refiere a todas aquellas poblaciones urbanas menores a 10 000 habitantes y en el 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 el área de su ámbito. En Zonas con muy alta contaminación se debe construir subterráneo.
9. El cable mensajero neutro de las instalaciones de baja tensión, se debe aterrizar en los remates, sin conexión a la retenida.
10. El claro máximo en instalaciones de baja tensión depende del tipo de conductor múltiple y de la altura del poste, vea sección 10 FT 01.
11. Solo las retenidas de poste a poste empleadas con instalaciones de baja tensión se deben conectar al neutro del sistema, realizando la función de neutro corrido.
12. Las retenidas para instalaciones de baja tensión llevaran aislador del tipo R.
13. 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.
14. En instalaciones de baja tensión con conductores de cobre en ambientes contaminados, las retenidas de poste a poste deben ser con cable ACS conectando los extremos de los neutros adyacentes. El calibre del cable ACS 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. Las características del cable ACS se muestran en la sección 06 00 03.

*Estructura de paso.*



| MÓDULO DE MATERIALES |                               |        |          |
|----------------------|-------------------------------|--------|----------|
| No.                  | DESCRIPCIÓN                   | UNIDAD | CANTIDAD |
| 1                    | Poste de concreto PCR-09-400. | Pz     | 1        |
| 2                    | Abrazadera 1BS                | Pz     | 1        |
| 3                    | Abrazadera 1BD                | Pz     | 1        |
| 4                    | Bastidor B* (2)               | Pz     | 1        |
| 5                    | Bastidor B1                   | Pz     | 1        |
| 6                    | Aislador 1C                   | Pz     | 4        |
| 7                    | Conector                      | Pz     | 4        |
| 8                    | Conector                      | Pz     | 6        |
| 9                    | Conector                      | Pz     | 1        |
| 10                   | Alambre de cobre TW 10        | m      | 2        |
| 11                   | Alambre aluminio suave 4      | Lote   | 1        |
| 12                   | Amarre alambre de cobre       | Lote   | 1        |
| 13                   | Bajante de Tierra             | Lote   | 1        |

*Estructura de Remate.*

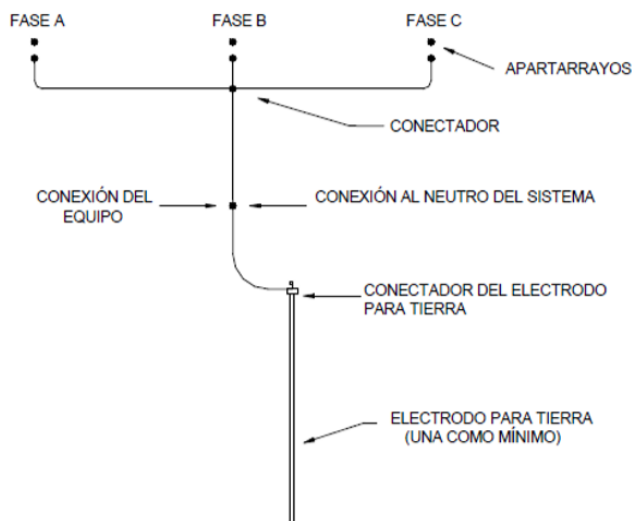


| MÓDULO DE MATERIALES |                               |        |          |
|----------------------|-------------------------------|--------|----------|
| No.                  | DESCRIPCIÓN                   | UNIDAD | CANTIDAD |
| 1                    | Poste de concreto PCR-09-400. | Pz     | 1        |
| 2                    | Abrazadera 1BS                | Pz     | 1        |
| 3                    | Abrazadera 1BD                | Pz     | 1        |
| 4                    | Bastidor B* (2)               | Pz     | 1        |
| 5                    | Bastidor B1                   | Pz     | 1        |
| 6                    | Aislador 1C                   | Pz     | 4        |
| 7                    | Conector                      | Pz     | 3        |
| 8                    | Conector                      | Pz     | 1        |
| 9                    | Remate ACSR                   | Pz     | 1        |
| 10                   | Alambre de cobre TW 10        | m      | 1        |
| 11                   | Retenida                      | Lote   | 1        |
| 12                   | Amarre alambre de cobre       | Lote   | 1        |
| 13                   | Bajante de Tierra             | Lote   | 1        |

### Sistemas 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.

15. Normalmente los sistemas de tierra deben construirse con alambre de cobre semiduro desnudo de 21.2 mm<sup>2</sup> (4 AWG) mínimo.
16. Nunca se deben utilizar conductores de ACSR o AAC.
17. 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.
18. La resistencia de tierra debe tener un valor máximo de 25 ohm en tiempo de secas, cuando el terreno esté húmedo debe tener un máximo de 10 ohm.
19. Todos los neutros contiguos y bajantes de tierra deben estar interconectados, independientemente que no correspondan al mismo circuito o área en baja tensión.
20. Para áreas de alta incidencia de vandalismo y cuando la bajante de tierra se instale por fuera del poste, se optará por utilizar alambre de acero con recubrimiento de cobre soldado (ACS), de sección transversal de 19.89 mm<sup>2</sup>.
21. Para áreas de contaminación, todos los conectadores a utilizar serán de cobre a compresión.



**Tabla. 3.4.5** Diagrama esquemático de una bajante a Tierra. (CONSTRUCCION DE INSTALACIONES AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSION sección 09 00 03)

### Equipo Eléctrico.

El equipo eléctrico instalado en esta obra son transformadores Monofásicos de distintas capacidades las cuales son 25 KVA, 15KVA,5 KVA Y 37.5 KVA, en esta sección se detalla la instalación de los transformadores.

22. Todos los bancos de transformación tendrán la protección contra una sobretensión en el lado de media tensión utilizando apartarrayos.
23. Preferentemente utilice Transformadores Auto protegidos.
24. La capacidad del eslabón fusible para protección del banco se indica en la sección 08 TR 03. El criterio general para su determinación es que el eslabón fusible debe ser de la capacidad más próxima a la corriente nominal en el lado de media tensión del banco de transformación.
25. Todas las conexiones eléctricas en el banco de transformación se harán con conductores de cobre.
26. Todos los bancos de transformadores para distribución se deben instalar preferentemente en su centro de carga.
27. La resistencia del poste para la estructura del banco debe ser apropiada al peso del banco.
28. En caso de instalarse más de un transformador se debe sumar el peso de los transformadores y comparar con la carga límite del poste indicada en la tabla siguiente.

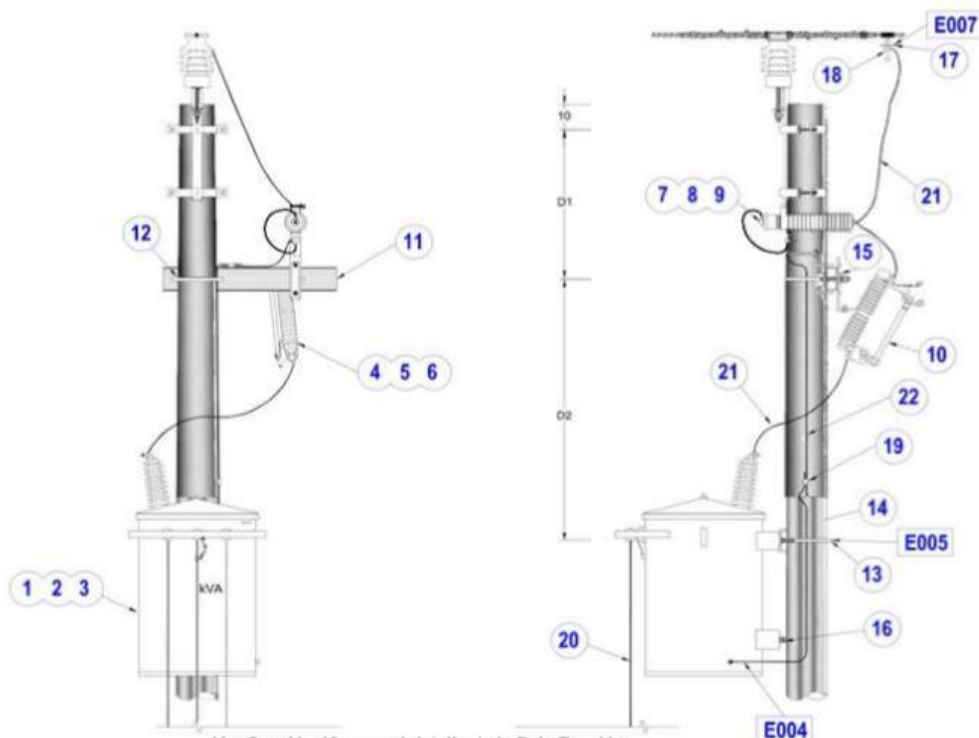
| Tipo de poste                     |    | PCR- 12- 750 (1) | A- 13     |
|-----------------------------------|----|------------------|-----------|
| Límite de carga(kg)               |    | 1 500            | 1 700     |
| Capacidad del transformador (kVA) | 1F | Hasta 165        | Hasta 167 |
|                                   | 3F | Hasta 150        |           |

**Tabla. 3.4.2** Contaminación use poste de concreto reforzado(CONSTRUCCION DE INSTALACIONES AÉREAS EN MEDIA Y BAJA TENSION sección **08 TR 01**)

29. Para cargas trifásicas en instalaciones nuevas, instale preferentemente transformadores trifásicos.
30. En el poste del banco de transformación la altura mínima al piso del conductor inferior de la línea de baja tensión debe ser 6 m.
31. En caso de cruces con vías férreas y aguas navegables, consultar la sección 02 00 03.
32. En caso de que el transformador no cumpla con la separación mínima de conductores o partes vivas a edificios y otras construcciones de la sección 02 00 04, se podrá instalar con el frente hacia la calle.
33. Los transformadores ligeros (hasta un peso de 250 kg) se sujetan al poste con un soporte CV1 en la parte superior y como separador se usa un tornillo de 16 x 63

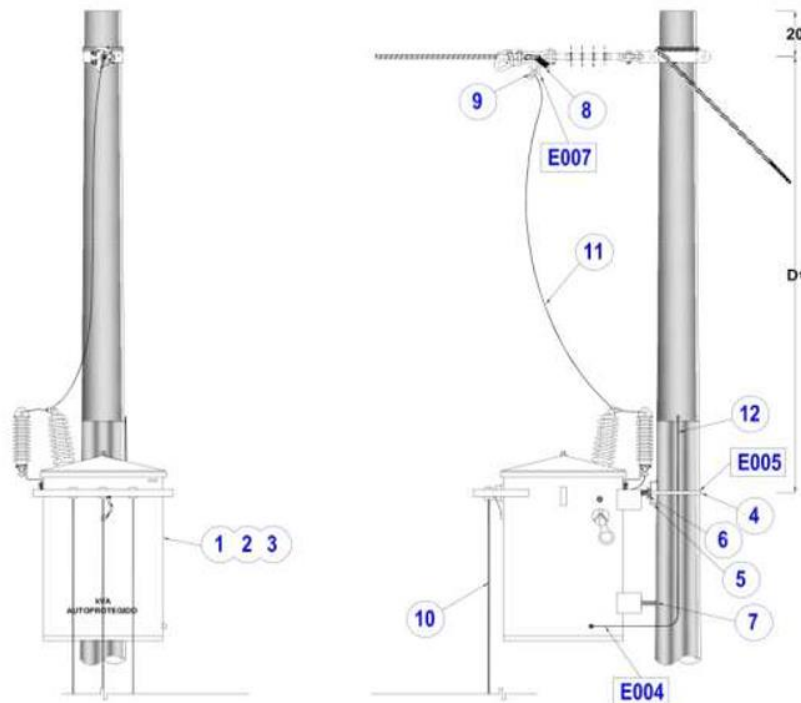
cm. Para sujetar transformadores pesados (peso mayor de 250 kg) se utilizan dos soportes CV1. Ver sección 04 E0 05.

Transformadores Monofásicos de una boquilla en un sistema **3F-4H1TR1A**.



| <b>Materiales.</b> |               |   |                 |
|--------------------|---------------|---|-----------------|
| <b>Ref.</b>        | <b>Unidad</b> | <b>Descripción</b>                            | <b>Cantidad</b> |
| 1                  | Pz            | Transformador D1 <b>13200YT/7620- 120/240</b> | 1               |
| 2                  | Pz            | Cortacircuito Fusible CC-15-100 (1)(3)        | 1               |
| 3                  | Pz            | Apartarrayos ADOM- 10 (2)(3)                  | 1               |
| 4                  | Pz            | Eslabón Fusible                               | 1               |
| 5                  | Pz            | Cruceta PV75                                  | 1               |
| 6                  | Pz            | Abrazadera UC                                 | 1               |
| 7                  | Pz            | Abrazadera UL                                 | 1               |
| 8                  | Pz            | Soporte CV1                                   | 1               |
| 9                  | Pz            | Placa 1PC                                     | 4               |
| 10                 | Pz            | Tornillo 16 x 63                              | 2               |
| 11                 | Pz            | Estribo                                       | 2               |
| 12                 | Pz            | Conector línea viva                           | 1               |
| 13                 | Pz            | Conector de compresión                        | 2               |
| 14                 | m             | Cable de cobre CF                             | 9               |
| 15                 | Kg            | Alambre Cu                                    | 1               |
| 16                 | Lote          | Bajante a tierra                              | 1               |

Transformadores Monofásicos de una boquilla en un sistema **3F-4H** Auto protegido **1TR1AA**.



| <b>Materiales.</b> |               |   |                 |
|--------------------|---------------|---|-----------------|
| <b>Ref.</b>        | <b>Unidad</b> | <b>Descripción</b>                            | <b>Cantidad</b> |
| 1                  | Pz            | Transformador D1 <b>13200YT/7620- 120/240</b> | 1               |
| 2                  | Pz            | Cortacircuito Fusible CC-15-100 (1)(3)        | 1               |
| 3                  | Pz            | Apartarrayos ADOM- 10 (2)(3)                  | 1               |
| 4                  | Pz            | Eslabón Fusible                               | 1               |
| 5                  | Pz            | Abrazadera UC                                 | 1               |
| 6                  | Pz            | Soporte CV1                                   | 1               |
| 7                  | Pz            | Placa 1PC                                     | 4               |
| 8                  | Pz            | Tornillo 16 x 63                              | 2               |
| 9                  | Pz            | Estribo                                       | 2               |
| 10                 | Pz            | Conector línea viva                           | 1               |
| 11                 | Pz            | Conector de compresión                        | 2               |
| 12                 | m             | Cable de cobre CF                             | 9               |
| 13                 | Kg            | Alambre Cu                                    | 1               |
| 14                 | Lote          | Bajante a tierra                              | 1               |



## 4. Conclusión

La construcción de líneas de media tensión son donadas a la comisión federal de electricidad por esta razón el diseño y construcción de estas obras se basan en sus normas y lineamientos, ya que CFE es la unidad reguladora y suministradora de la energía en México.

Antes de empezar con su construcción tiene que pasar por un proceso de validación de proyecto, por el departamento de planeación de la Zona en este caso por el departamento de Planeación de Tapachula, donde se analiza el proyecto.

Después de obtener la validación del proyecto, CFE nos entrega una base de diseño especificando el calibre del conductor a instalar, herrajes a utilizar y las caídas de tensión mínimas que debe tener el circuito porque de esta manera se garantiza poder brindar al consumidor un servicio eficiente y se garantiza el voltaje a entregar.

Como se sabe la construcción de un proyecto no siempre se realiza como se diseña, ya que el constructor puede y tiene la obligación de modificar el proyecto de ser necesario ya que los materiales deben quedar en una condición segura, para seguridad de las personas, para que no ocurran accidentes, todas las modificaciones se sustentaran de manera formal mediante oficios donde se explicaran el porqué de la modificación y el cómo se le dio la solución al problema.

Que el proyecto tenga modificaciones durante su ejecución no afecta, ya que para que CFE recepsione la obra se entregan planos definitivos de construcción al igual se sube a su sistema llamado DEPRORED en el cual se especifica número de estructura, tipo de poste, la serie del poste, transformador instalado entre otros datos en el cual quedan registrados todos los materiales instalados.

Se dan de alta los protocolos de los materiales en la página del SIGLA 03 en la cual, se dan de alta los materiales instalados conductor ACSR, apartarrayos, aisladores, postes, crucetas, tornillos doble roca, remates, cajas antifraude, transformadores, anclas, remates preformados, abrazaderas, todos los materiales instalados en la obra.

## Referencias.

- [1] Stephen J. Chapman, Maquinas Eléctricas Quinta edición, editorial Mc Graw Hill.
- [2] Ing. Becerril L. diego Onesimo, Instalaciones Eléctricas Practicas 12a edición, editorial
- [3] Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia, William D. Stevenson,
- [4] Normas Aéreas en Media y Baja Tensión, Comisión Federal de Electricidad (CFE). Construcción de Instalaciones Aéreas en Media y Baja Tensión., febrero, 2014.
- [4] Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, instalaciones eléctricas (vigentes).
- [5] Norma Mexicana NMX-J-098-ANCE-2014, Sistemas eléctricos-tensiones eléctricas normalizada.
- [6] Redes Eléctricas, Tomo I. Ing. Jacinto Viqueira Landa.
- [7] Calidad de la Energía en los Sistemas Eléctricos., Dr. Enriquez Harper Gilberto, Septiembre, 2006.
- [8] Manual Eléctrico, Viakon., septiembre, 2010.

**Anexo A**

Definición de algunos términos comúnmente utilizados en esta especificación:

**Acometida:** Conductores eléctricos que conectan la red de distribución del suministrador, al punto de recepción del suministro en la instalación del inmueble a servir.

**Aislar:** Interponer un elemento no conductor para evitar el flujo de la corriente eléctrica de un punto a otro.

**Alinear:** Instalar postes o estacas en una trayectoria recta.

**Amarre:** Alambre blando que se usa para sujetar los conductores a los aisladores de paso.

**Amortiguar:** Acción de moderar en los conductores aéreos la amplitud de una onda causada por viento, golpe o vibración.

**Área rural:** Son las localidades o áreas con menos de 5 000 habitantes.

**Área urbana:** Son las localidades o áreas con 5 000 habitantes o más; o bien, las cabeceras municipales independientemente del número de habitantes.

**Área de baja tensión:** Conjunto de transformación, línea secundaria y acometidas.

**A tierra:** Conexión conductora, intencionada o accidental, entre un circuito o equipo eléctrico y el terreno natural o algún cuerpo conductor que sirva como tal.

**Accesible:** Que admite acercarse; no está protegido por puertas con cerradura, ni por elevación, ni por otro medio eficaz.

**Autoridad competente:** Secretaría de Energía; Dirección General de Distribución y Abastecimiento de Energía Eléctrica y Recursos Nucleares conforme con sus atribuciones.

**Apisonar:** Compactación del terreno para fijar un poste o ancla.

**Balancear carga:** Distribuir equitativamente la carga entre las fases.

**Boquilla:** Aislamiento rígido que sirve para conectar los conductores de entrada o salida al equipo eléctrico.

**Brecha:** Franja de terreno libre de vegetación mínima necesaria para el trayecto de una línea. En vías de comunicación se debe entender como un acceso.

**Conductor con aislamiento:** Conductor rodeado de un material de composición y espesor reconocidos por la NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE Instalaciones Eléctricas (utilización), como aislamiento eléctrico.

- 1) Conductores de cualquier tensión eléctrica que tengan cubierta o pantalla metálica continua efectivamente puesta a tierra, o bien cables diseñados para operar en un

sistema de conexión múltiple a tierra de 22 kV o menos, que tengan una pantalla semiconductor sobre el aislamiento combinada con un adecuado sistema metálico.

- 2) para descarga, cuando estén soportados y cableados junto con un mensajero neutro desnudo puesto a tierra efectivamente.
- 3) Conductores de cualquier tensión eléctrica no incluidos en el subinciso anterior, que tengan una pantalla semiconductor continua sobre el aislamiento combinada con un adecuado sistema metálico para descarga, cuando estén soportados y cableados junto con un mensajero desnudo puesto a tierra efectivamente.
- 4) Conductores aislados sin pantalla sobre el aislamiento, que operen a tensiones eléctricas no mayores a 5 kV entre fases, o a 2.9 kV de fase a tierra.

**Conductor forrado:** Conductor rodeado de un material de composición o espesor que no son reconocidos por la NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEDE Instalaciones Eléctricas (utilización), como aislamiento eléctrico.

**Conductor desnudo:** Conductor que no tiene ningún tipo de cubierta o aislamiento eléctrico.

**Conductor múltiple:** Es el formado por un conductor desnudo o soporte y uno o varios conductores de aluminio o cobre aislados y dispuestos helicoidalmente alrededor del conductor desnudo

**Cable semiaislado:** Es un cable forrado, sin pantalla metálica que se debe usar en forma similar a un conductor desnudo.

**Conductor de puesta a tierra de los equipos:** Trayectorias conductoras utilizadas para conectar las partes metálicas, que normalmente no conducen corriente, de todos los equipos y al conductor del sistema puesto a tierra o al conductor del electrodo de puesta a tierra o a ambos

**Catenaria:** Curva que forma un conductor colgado de dos puntos.

**Cepa:** Perforación en el terreno para hincar un poste o enterrar un ancla.

**Cimentar:** Agregar a una cepa materiales diferentes al extraído para mejorar la rigidez del terreno.

**Coca:** Vuelta de un cable o hilo enredado.

**Conector:** Dispositivo para unir electromecánicamente dos conductores.

**Deflexión:** Cambio de dirección horizontal o vertical de una línea. El ángulo de deflexión es el que forma el eje de la nueva dirección con el eje de la anterior.

**Densidad de rayos a tierra:** Número de descargas atmosféricas en un km<sup>2</sup> que inciden en una región en un período de un año.

**Derecho de vía:** Es una franja de terreno que se ubica a lo largo de la línea aérea cuyo eje longitudinal coincide con el trazo topográfico de la línea. Su dimensión transversal varía de acuerdo con el tipo de estructuras, con la magnitud y desplazamiento lateral de la flecha, y con la tensión eléctrica de operación. Ver NRF-014-CFE

**Desenergizar:** Interrumpir la tensión eléctrica a una línea o equipo.

**Distribución:** Parte del sistema eléctrico en alta, media y baja tensión, que tiene como objetivo el suministro de la energía eléctrica a los consumidores finales.

**Empalme:** Conexión eléctrica entre 2 conductores.

**Empotrar:** Fijar un poste en el terreno.

**Entorche:** Unión de dos cables o alambres entre sí.

**Estacar:** Señalar el punto donde se debe localizar una estructura.

**Espaciamiento:** Distancia de centro a centro

**Estructura de transición:** Aquellos tramos de cable que estando conectados o formando parte de un sistema de líneas subterráneas, quedan arriba del nivel del suelo y están provistos de terminales, generalmente interconectadas.

**Edificio:** Construcción fija, hecha con materiales resistentes, para habitación humana o para otros usos.

**Encerrado:** Rodeado por una carcasa, envolvente, cerca o paredes para evitar que las personas entren accidentalmente en contacto con partes energizadas.

**Energizado(a):** Conectado(a) eléctricamente a una fuente de diferente potencial.

**Equipo:** Término general que incluye dispositivos, aparatos y productos similares utilizados como partes de o en conexión con una instalación eléctrica.

**Eslabón Fusible:** Dispositivo de protección contra sobrecorriente con una parte que se funde cuando se calienta por el paso de una sobrecorriente que circule a través de ella e interrumpe el paso de la corriente eléctrica en un tiempo determinado.

**Flecha:** Distancia medida verticalmente desde el punto más bajo del conductor hasta una línea recta imaginaria que une sus dos puntos de soporte.

**Herraje:** Accesorio, diseñado fundamentalmente para desempeñar una función mecánica.

**Hincar un poste:** Introducir un poste en su cepa.

**Libramiento:** Altura mínima entre un conductor y el piso o alguna otra instalación.

**Línea de media tensión:** Línea cuya tensión eléctrica de operación es mayor que 1 000 V hasta 34 500 V.

**Línea de baja tensión:** Línea cuya tensión eléctrica es hasta de 1 000 V.

**Línea rural:** Línea de media tensión construida a campo traviesa (en despoblado).

**Línea urbana:** Línea de media tensión construida en área urbana o población.

**Línea aérea:** Aquella que está constituida por conductores desnudos, forrados o aislados, tendidos en el exterior de edificios o en espacios abiertos y que están soportados por postes u otro tipo de estructuras.

**Línea de comunicación:** Aquella que se usa para servicio de comunicación o de señales, que opera a no más de 1 kV entre fases. Entre las líneas de comunicación se incluyen las líneas de teléfonos, telégrafos, sistemas de señales de ferrocarriles, alarmas de bomberos y de policía, tele cable, entre otros.

**Longitud del claro:** Distancia horizontal entre dos estructuras consecutivas de una línea aérea

**Neutro:** Punto de referencia eléctrico cuyo potencial con respecto a tierra es igual a cero en sistemas trifásicos balanceados.

**Paramento:** Plano imaginario en el límite de una propiedad privada y una propiedad pública o derecho de vía.

**Partes vivas:** Conductores, barras conductoras, terminales o componentes eléctricos sin aislar o expuestos, con potencial y que representan riesgo de descarga eléctrica

**Persona calificada:** Es aquella persona física cuyos conocimientos y facultades especiales para intervenir en la proyección, cálculo, construcción, operación o mantenimiento de una determinada instalación eléctrica han sido comprobados en términos de la legislación vigente.

**Planchar un conductor:** Eliminar deformaciones a un conductor.

**Plomear:** Alinear el eje longitudinal de un poste en la vertical.

**Puente:** Conexión aérea sin tensión mecánica para unir eléctricamente dos conductores.

**Ramal:** Línea que se deriva de otra principal.

**Remate:** Fijación terminal de un conductor con tensión mecánica a una estructura.

**Retenida:** Elemento que compensa la tensión mecánica de los conductores en la estructura.

**Sobrecarga:** Operación de un equipo por encima de su capacidad nominal, a plena carga, o de un conductor por encima de su ampacidad que, cuando persiste durante un tiempo suficientemente largo, podría causar daños o un calentamiento peligroso. Una falla, como un cortocircuito o una falla a tierra, no es una sobrecarga (véase Sobrecorriente).

**Separación:** Es la distancia de superficie a superficie.

**Tendido de conductor:** Montaje de conductores en los apoyos de una estructura.

**Tensar un cable:** Aplicarle la tensión mecánica correspondiente a la temperatura de instalación.

**Tensión eléctrica de un circuito:** La mayor diferencia de potencial (tensión rms) entre dos conductores cualesquiera de un circuito considerado.

**Tiempo de secas (estiaje):** Período del año en que el terreno tiene el mínimo de humedad.

**Tierra:** Punto de referencia cuyo potencial eléctrico es igual a cero.

**Torzal:** Nombre dado a cada uno de los alambres que forman un cable.

**Tramo flojo:** Tramo de línea menor a 40 m donde la tensión mecánica de los conductores es menor al 40 % de la indicada en la tabla de flechas y tensiones a la temperatura de instalación.

### *Nomenclatura.*


|                            |   |
|----------------------------|---|
| <b>A</b>                   | Ampere  |
| <b>V</b>                   | Volt  |
| <b><math>\Omega</math></b> | Ohm   |
| <b>KVA</b>                 | Kilo Volt Ampere  |
| <b>W</b>                   | Watt  |
| <b>Kvar</b>                | Kilo Volt Ampere  |
| <b>m</b>                   | Metro   |
| <b>Z</b>                   | Impedancia  |
| <b>F.p.</b>                | Factor de potencia  |
| <b>S</b>                   | Sección Transversal   |
| <b>CV</b>                  | Caída de Tensión.   |
| <b>CV %</b>                | Caída de Tensión en Porciento   |
| <b>P</b>                   | Potencia Activa   |
| <b>Icc</b>                 | Intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado                      |
| <b>U</b>                   | Tensión de alimentación fase neutro   |
| <b>R</b>                   | Resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación. |

Anexo B

| <b>FORMULARIO</b>                              |   |
|--|---|
| <b>CALCULO DE:</b>                             | <b>FORMULAS</b>                                     |
| <i>Intensidad de Corriente (IL).</i>           | $IL = \frac{P3\theta}{(\sqrt{3})(VL)(\cos \theta)}$ |
| <i>Caída de Tensión (CV).</i>                  | $CV = (Caída\ de\ tencio\ \frac{A}{Km})(L)(I)$      |
| <i>Caída de Tensión (CV%)</i>                  | $CV\% = \frac{(CV)(100)}{(VL)}$                     |
| <i>Sección Transversal del conductor. (S)</i>  | $S = \frac{(2)(\sqrt{3})(L)(I)}{(Vf)(CV)}$          |
| <i>Perdidas por Efecto Joule.(W)</i>           | $W = (I^2)(L)(Resistencia\ \Omega/Km)$              |
| <i>Intensidad de Corto Circuito.<br/>(Icc)</i> | $Icc = \frac{(0.8)(U)}{(R)}$                        |
| <i>Voltaje. (VN)</i>                           | $VN = \frac{Vf}{\sqrt{3}}$                          |



**Anexo C (Bases de Diseño).**

|   |   |  |
|---|---|--|
|  <p>Comisión Federal de Electricidad</p> | <b>SUBDIRECCIÓN DE DISTRIBUCIÓN</b><br>SUBGERENCIA DE PLANEACIÓN Y ESTUDIOS DE SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN<br>PROCEDIMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS POR TERCEROS | DPL-DER-B'-DIS 00/2016<br>CLAVE: PE-01300-001<br>REVISIÓN: 4<br>FECHA DE ELABORACIÓN<br>13/03/2016 |
|   | Tapachula de Cordova y Ordoñez, Chiapas a 15 de abril de 2016   |  |

LIC. ARISTEO TRINIDAD NOLASCO.  
 PRESIDENTE MUNICIPAL PIJJIAPAN, CHIAPAS.  
 PRESENTE.

En atención a su solicitud a continuación encontrará las bases de diseño para la obra denominada:  
**CONSTRUCCION DE LA RED DE DISTRIBUCION DE ENERGIA ELECTRICA PUENTE MARGARITAS-MILENIO VERGEL.**  
 Localizado en : **PLAN DE AYALA**  
 En el Municipio de: **PIJJIAPAN** del Estado de: **CHIAPAS**

**BASES DE DISEÑO PARA VALIDACION DE PROYECTO.**

| No.                     | TEMA  | DETALLE  |
|-------------------------|---|--|
| <b>1. GENERALIDADES</b> |   |  |
| 1.1                     | DEMANDA MÁXIMA COINCIDENTE CON EL TRANSFORMADOR   | Se consideraran 2 kva por usuario de acuerdo a lo establecido en los lineamientos generales de proyectos de obra electrica.<br>Tipo de servicio: <b>AEREO</b>  |
| 1.2                     | LOCALIZACION DE LA CONEXIÓN Y TIPO DE INSTALACION | El punto de suministro será en: <b>PLAN DE AYALA</b><br>Municipio de: <b>PIJJIAPAN</b> Estado de: <b>CHIAPAS</b><br>Subestacion: <b>PIJJIAPAN</b> Circuito: <b>PJJ-4032</b><br>El circuito sera confirmado por el Area de Distribucion al momento de la conexión.<br>El tipo de instalación que deberá utilizar es AEREO.  |
| 1.3                     | CARACTERISTICAS DEL SERVICIO                      | De acuerdo con las necesidades expresadas en su solicitud, las características del servicio que se proporcionará serán las siguientes:<br>Carga será definida de acuerdo a las necesidades del solicitante<br>Tensión de suministro <b>[120/240] v</b><br>Tolerancia en la tensión <b>±10 %</b> .<br>Frecuencia <b>60Hz</b> .<br>Tolerancia en la frecuencia <b>±0.8 %</b> .<br>Número de fases e hilos será definida de acuerdo a las necesidades del solicitante.<br>La medición de la energía se efectuará en el nivel de <b>Baja Tensión</b> .<br>Al proyectar la nueva instalación debe tomarse en cuenta que la caída máxima de tensión en sistemas trifásicos de baja tensión no debe exceder del 5% y del 3% en sistemas monofásicos de baja tensión, en condiciones normales de operación.<br>Sistema 3F-4H |
| 1.4                     | PÉRDIDAS ELECTRICAS                               | Las pérdidas eléctricas en media tensión no deberán exceder el <b>1 %</b> en condiciones de demanda máxima de operación.<br>Las pérdidas eléctricas en baja tensión no deberán exceder el <b>2 %</b> en condiciones de demanda máxima de operación.  |



|  |                            |  |
|--|----------------------------|--|
| 1.5  | CONTENIDO DE CADA PROYECTO | Los planos a realizar deberán contener la información necesaria para su clara comprensión e interpretación y como mínimo serán las siguientes:   |
|  |                            | Presentar planos de acuerdo al machote 2016. En caso de no contar con el solicitar a la oficina de electrificación rural.  |
|  |                            | Trayectoria de los circuitos.  |
|  |                            | Localización de equipos y dispositivos.  |
|  |                            | Identificación de equipos, circuitos y fases de acuerdo a la norma correspondiente.  |
|  |                            | Diagrama unifilar y trifilar indicando todos los componentes eléctricos, apegándose a trazos y configuración real en campo.  |
|  |                            | Cuadro de dispositivos en el cual se deberá indicar el tipo, cantidad y características de los dispositivos eléctricos, debiéndose indicar la ubicación de cada uno de los elementos.  |
|  |                            | Localización de transformadores y acometidas.  |
|  |                            | Identificación de acuerdo a norma de los elementos mencionados en el inciso anterior.  |
|  |                            | Cuadro de cargas en el que se indique por cada transformador:  |
|  |                            | Número de transformador.   |
|  |                            | Número usuarios.   |
|  |                            | Carga total.   |
|  |                            | Capacidad de transformadores.  |
|  |                            | Porcentajes de utilización de los transformadores.   |
|  |                            | Plano de detalles:   |
|  |                            | Conexión de los sistemas de tierra.  |
|  |                            | Estructuras  |
|  |                            | Conexión de equipos y dispositivos   |
|  |                            | Dispositivos de identificación para equipos y cables   |
| <b>Deberá presentar la memoria técnica descriptiva del proyecto. (obra mayor)</b>  |                            |  |
| Deberá entregar la red digitalizada y georeferenciado en Deprored versión 4.1, guardado en Autocad 2000, si no cuenta con estos programas, deberá solicitarlos en este departamento. |                            |  |
| <b>2.- RED DE DISTRIBUCIÓN</b>   |                            |  |
| 2.1  | MEDIA TENSION              | Tipo y calibre de conductor a utilizar será como mínimo <b>ACSR 3/0</b> , Para sistemas con neutro corrido, este será de <b>ACSR 1/0</b> y deberá aterrizarse a través de sus estructuras tipo <b>VD, VR, RD O AD</b> .  |
|  |                            | Las estructuras de soporte del circuito de media tensión estarán montadas en postes normalizados por CFE y serán de concreto reforzado de 13 metros de longitud y 600 kg., <u>de resistencia mecánica a la flexión.</u>  |
|  |                            | El aislamiento de media tensión será tipo 13PD en estructura de paso, para 13.2 kV, y aisladores de vidrio 16SVH044 (tres por cadena), para estructuras de remate. Utiliza grapas remate tipo RAL8 y/o PAL13 en estructuras de remate y anclaje.   |
|  |                            | La trayectoria de los circuitos de media tensión será preferentemente a lo largo de la vía pública sobre banquetas y áreas verdes, evitando la obstrucción de zonas peatonales y conflictos ecológicos sustanciales. Cuando la necesidad obligue a instalarse en áreas privadas se acreditará legalmente el uso de derecho de vía ante Notario Público o autoridades gubernamentales administradoras del uso legal de la tierra, cuando así corresponda. |
|  |                            | La distancia máxima interpostal será de 110 metros para PCR-13-600. En caso de que sean claros mayores se deberán emplear estructuras tipo H.  |
| Los equipos de protección y seccionamiento de los circuitos serán cortacircuitos fusibles y Apartarrayos para la protección contra sobretensión.                                     |                            |  |

|     |                                    |  |
|-----|------------------------------------|--|
| 2.2 | TRANSFORMADORES                    | Los transformadores serán de tipo poste autoprotegidos, tipo costa y de acero inoxidable de acuerdo a la especificación NFR-025-CFE: de capacidad mínima de 10 KVA y máxima de 37,5 KVA en monofásicos de relación 13200-120/240 volts; y de 15 a 45 KVA en trifásicos de 13200-220/127, se debe considerar un factor de utilización lo mas cercano a la unidad para seleccionar la capacidad del transformador. |
|     |                                    | El dispositivo de protección contra sobretensiones en media tensión serán apartarrayos del tipo distribución de óxidos metálicos, según especificaciones de CFE. VA400-43.   |
|     |                                    | Los cortacircuitos fusible de protección de los transformadores de distribución serán del tipo expulsión   |
|     |                                    | Se deberán instalar Apartarrayos de baja tensión en los transformadores.   |
| 2.3 | SISTEMAS DE TIERRA                 | En las líneas diseñadas para sistemas de 2F-3H, el conductor de referencia a tierra dentro de la red, debe ser multiaterrizado (aterrizado donde se encuentre equipo y en los extremos de la red) y su valor debe ser de 10 ohms en época de estiaje y de 5 ohms en temporada de lluvias. Además, deberá anexar los valores obtenidos con el equipo de medición del sistema de tierra al concluir la obra.       |
|     |                                    | Todos los equipos de transformación, protección, seccionamiento, entre otros, serán conectados a electrodos de tierra, cuyo sistema integrado no debe exceder de 10 ohms para época de estiaje y 5 ohms para temporada de lluvias.   |
|     |                                    | Cuando el proyecto contemple la posibilidad de instalar mas de uno de los equipos antes mencionados en una misma estructura o areas compartidas, la bajante a tierra sera unica y sin cortes fisicos ni curvaturas que afecten la adecuada circulacion de ola corrientes de impulso (mismo conductor para apartarrayos, tanque y conductor del referencia a tierra del transformador).                           |
|     | EQUIPOS ADICIONALES DE PROTECCION  | Cuando la logitud de la red sea mayor a los 10 km, tomando en cuenta la guia EPROSEC-CFE, se debe considerar la instalación de un Restaurador, todo esto para la proteccion misma del circuito.  |
| 2.4 | BAJA TENSION                       | El circuito de baja tensión tendrá una extensión radial máxima de 100 metros, a partir del transformador.  |
|     |                                    | La distancia interpostal de los circuitos de baja tensión no será mayor de 50 metros en área urbana y rural.   |
|     |                                    | El conductor de salida de las boquillas secundarias del transformador al circuito de baja tensión de la red deberá ser como mínimo, CF-600, Cal. 3/0   |
|     |                                    | El conductor a utilizar deberá ser NEUTRANEL 2+1 Cal. 1/0-1/0.   |
|     |                                    | Deberá de instalar Cajas antifraude en toda la red de baja tensión.  |
|     |                                    | Los postes de soporte de los circuitos de baja tensión serán los normalizados por CFE y seran de concreto reforzado de 12 metros de longitud y 750 kg. de resistencia mecánica a la flexión.   |
| 2.5 | SISTEMAS DE TIERRA EN BAJA TENSION | El conductor de referencia a tierra en estructuras de remate de la red de baja tensión, debe aterrizarse a un electrodo de tierra soldado con carga cadwell del 90, cuyo valor de resistencia no exceda de 10 ohms para época de estiaje y 5 ohms para temporada de lluvias.   |
| 2.6 | PODA DE ARBOLES Y BRECHA           | Se deberá considerar permisos de poda exigidos por las autoridades competentes, así como considerar 2m de distancia que debe haber entre las ramas de los arboles y la línea de media tensión, de acuerdo a los lineamientos establecidos en la norma aérea de CFE.  |
| 2.7 | DOCUMENTACION                      | Todo el trayecto de línea debe ser sobre carretera o camino, y se deben presentar los documentos legales expedido por las autoridades correspondientes: Alineamiento de calles, uso de suelo, planos del Registro Agrario Nacional.  |

ATENTAMENTE

ING. JULIO CESAR MARTÍNEZ PINEDA  
JEFE DE DEPARTAMENTO DE PLANEACION

**Anexo D (Tablas de características de Conductor).**

| CÓDIGO MUNDIAL | CALIBRE AWG/Kcmil | CABLEADO AL/ACERO | CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN DE CORRIENTE * (AMPERES) |                  |            |               | RESISTENCIA Ohms/km |           |           | REACTANCIA A 60hz 305 mm DE ESPACIAMIENTO |                    |
|----------------|-------------------|-------------------|--|------------------|------------|---------------|---------------------|-----------|-----------|---|--------------------|
|                |                   |                   | SOL NO VIENTO                                    | NO SOL NO VIENTO | SOL VIENTO | NO SOL VIENTO | 20°C C.C.           | 25°C C.A. | 75°C C.A. | INDUCTIVA Ohm/km                          | CAPACITIVA Mohm-km |
| Turkey         | 6                 | 6/1               | 60   | 70               | 105        | 110           | 2.105 9             | 2.141 1   | 2.684 4   | 0.482 2                                   | 0.088 2            |
| Swan           | 4                 | 6/1               | 80   | 95               | 140        | 145           | 1.322 9             | 1.350 1   | 1.715 0   | 0.449 3                                   | 0.083 9            |
| Swanate        | 4                 | 7/1               | 85   | 95               | 140        | 145           | 1.309 9             | 1.334 8   | 1.739 9   | 0.462 3                                   | 0.083 9            |
| Sparrow        | 2                 | 6/1               | 110  | 130              | 185        | 195           | 0.831 4             | 0.850 0   | 1.106 1   | 0.416 3                                   | 0.080 2            |
| Sparate        | 2                 | 7/1               | 115  | 130              | 185        | 195           | 0.822 1             | 0.840 1   | 1.118 5   | 0.423 2                                   | 0.079 5            |
| Robin          | 1                 | 6/1               | 130  | 150              | 210        | 225           | 0.659 9             | 0.673 6   | 0.888 6   | 0.400 2                                   | 0.077 7            |
| Raven          | 1/0               | 6/1               | 155  | 175              | 240        | 255           | 0.522 6             | 0.536 3   | 0.714 6   | 0.387 1                                   | 0.075 8            |
| Quail          | 2/0               | 6/1               | 175  | 205              | 275        | 295           | 0.415 0             | 0.425 5   | 0.581 0   | 0.373 5                                   | 0.073 3            |
| Pigeon         | 3/0               | 6/1               | 205  | 235              | 315        | 340           | 0.329 1             | 0.336 6   | 0.469 1   | 0.360 4                                   | 0.071 5            |
| Penguin        | 4/0               | 6/1               | 240  | 275              | 360        | 385           | 0.260 9             | 0.268 8   | 0.334 0   | 0.344 2                                   | 0.069 0            |
| Waxwing        | 266.8             | 18/1              | 300  | 345              | 450        | 480           | 0.211 1             | 0.216 1   | 0.258 5   | 0.296 4                                   | 0.067 7            |
| Partridge      | 266.8             | 26/7              | 305  | 355              | 455        | 490           | 0.209 0             | 0.213 8   | 0.255 4   | 0.288 9                                   | 0.066 5            |
| Ostrich        | 300.0             | 26/7              | 330  | 385              | 490        | 530           | 0.186 0             | 0.189 9   | 0.227 4   | 0.284 6                                   | 0.065 9            |
| Merlin         | 336.4             | 18/1              | 350  | 410              | 520        | 560           | 0.167 3             | 0.171 3   | 0.205 1   | 0.287 7                                   | 0.065 9            |
| Linnet         | 336.4             | 26/7              | 360  | 420              | 530        | 570           | 0.166 0             | 0.169 3   | 0.203 2   | 0.280 2                                   | 0.064 6            |
| Oriole         | 336.4             | 30/7              | 365  | 425              | 535        | 580           | 0.164 7             | 0.168 4   | 0.201 3   | 0.276 5                                   | 0.064 0            |
| Chickadee      | 397.5             | 18/1              | 395  | 460              | 575        | 625           | 0.141 6             | 0.145 2   | 0.173 4   | 0.280 9                                   | 0.064 0            |
| Ibis           | 397.5             | 26/7              | 405  | 470              | 585        | 635           | 0.140 4             | 0.143 9   | 0.172 1   | 0.274 1                                   | 0.063 4            |
| Lark           | 397.5             | 30/7              | 410  | 480              | 595        | 645           | 0.139 4             | 0.142 9   | 0.170 3   | 0.270 3                                   | 0.062 8            |
| Pelican        | 477.0             | 18/1              | 445  | 520              | 645        | 700           | 0.118 0             | 0.121 3   | 0.144 8   | 0.274 0                                   | 0.062 1            |
| Flicker        | 477.0             | 24/7              | 455  | 530              | 665        | 710           | 0.117 4             | 0.120 3   | 0.144 2   | 0.268 4                                   | 0.061 6            |
| Hawk           | 477.0             | 26/7              | 455  | 535              | 660        | 715           | 0.117 0             | 0.119 7   | 0.143 5   | 0.267 2                                   | 0.061 4            |
| Hen            | 477.0             | 30/7              | 465  | 545              | 665        | 725           | 0.116 1             | 0.118 6   | 0.142 3   | 0.263 5                                   | 0.060 9            |
| Osprey         | 556.5             | 18/1              | 495  | 580              | 710        | 775           | 0.101 2             | 0.104 1   | 0.124 3   | 0.268 4                                   | 0.061 0            |
| Parakeet       | 556.5             | 24/7              | 505  | 590              | 720        | 785           | 0.100 7             | 0.103 4   | 0.123 7   | 0.262 8                                   | 0.060 2            |
| Dove           | 556.5             | 26/7              | 510  | 595              | 725        | 790           | 0.100 2             | 0.102 9   | 0.123 0   | 0.261 0                                   | 0.060 0            |
| Eagle          | 556.5             | 30/7              | 515  | 605              | 735        | 800           | 0.099 5             | 0.102 3   | 0.121 8   | 0.257 9                                   | 0.059 5            |
| Peacock        | 605.0             | 24/7              | 535  | 630              | 760        | 830           | 0.092 6             | 0.095 2   | 0.113 7   | 0.259 7                                   | 0.059 5            |
| Squab          | 605.0             | 26/7              | 540  | 635              | 765        | 835           | 0.092 3             | 0.094 8   | 0.113 1   | 0.257 9                                   | 0.059 2            |
| Teal           | 605.0             | 30/19             | 545  | 645              | 770        | 845           | 0.091 7             | 0.093 8   | 0.112 5   | 0.254 8                                   | 0.058 7            |
| Rook           | 636.0             | 24/7              | 555  | 650              | 785        | 855           | 0.088 1             | 0.090 2   | 0.108 1   | 0.257 9                                   | 0.059 0            |
| Grosbeak       | 636.0             | 26/7              | 555  | 655              | 790        | 860           | 0.087 7             | 0.089 9   | 0.107 5   | 0.256 0                                   | 0.058 8            |
| Egret          | 636.0             | 30/19             | 565  | 665              | 795        | 870           | 0.087 2             | 0.089 6   | 0.106 9   | 0.252 3                                   | 0.058 2            |
| Flamingo       | 666.0             | 24/7              | 570  | 675              | 810        | 885           | 0.084 0             | 0.086 6   | 0.103 2   | 0.256 0                                   | 0.058 6            |
| Stilt          | 715.5             | 24/7              | 600  | 705              | 845        | 925           | 0.078 3             | 0.080 7   | 0.096 3   | 0.253 5                                   | 0.057 9            |
| Starling       | 715.5             | 26/7              | 605  | 715              | 850        | 930           | 0.077 9             | 0.080 1   | 0.095 7   | 0.251 7                                   | 0.057 7            |
| Redwing        | 715.5             | 30/19             | 615  | 725              | 860        | 940           | 0.077 5             | 0.079 8   | 0.086 4   | 0.247 9                                   | 0.057 2            |
| Tern           | 795.0             | 45/7              | 630  | 745              | 885        | 970           | 0.070 2             | 0.072 6   | 0.086 4   | 0.247 9                                   | 0.056 7            |
| Condor         | 795.0             | 54/7              | 640  | 755              | 895        | 980           | 0.069 7             | 0.071 7   | 0.085 8   | 0.244 2                                   | 0.056 2            |
| Drake          | 795.0             | 26/7              | 650  | 770              | 905        | 995           | 0.071 0             | 0.073 4   | 0.087 6   | 0.252 3                                   | 0.057 5            |
| Mallard        | 795.0             | 30/19             | 660  | 780              | 915        | 1 005         | 0.070 5             | 0.072 7   | 0.087 0   | 0.249 2                                   | 0.057 0            |
| Crane          | 874.5             | 54/7              | 690  | 810              | 960        | 1 050         | 0.062 8             | 0.065 2   | 0.078 3   | 0.248 6                                   | 0.056 4            |
| Canary         | 900.0             | 54/7              | 695  | 825              | 965        | 1 065         | 0.062 3             | 0.064 4   | 0.077 1   | 0.244 2                                   | 0.055 8            |
| Rail           | 954.0             | 45/7              | 715  | 845              | 990        | 1 090         | 0.059 2             | 0.061 7   | 0.073 3   | 0.245 4                                   | 0.055 7            |
| Cardinal       | 954.0             | 54/7              | 725  | 860              | 1 005      | 1 105         | 0.058 7             | 0.061 2   | 0.072 7   | 0.241 7                                   | 0.055 3            |
| Ortolan        | 1 033.5           | 45/7              | 750  | 890              | 1 040      | 1 145         | 0.054 7             | 0.057 2   | 0.068 4   | 0.242 3                                   | 0.055 1            |
| Curlew         | 1 033.5           | 54/7              | 765  | 910              | 1 055      | 1 165         | 0.054 2             | 0.056 6   | 0.067 1   | 0.239 2                                   | 0.054 6            |
| Bluejay        | 1 113.0           | 45/7              | 790  | 940              | 1 090      | 1 200         | 0.050 7             | 0.053 3   | 0.063 4   | 0.239 9                                   | 0.054 3            |
| Finch          | 1 113.0           | 54/19             | 805  | 955              | 1 100      | 1 220         | 0.050 6             | 0.053 0   | 0.062 8   | 0.236 1                                   | 0.053 9            |
| Bunting        | 1 192.5           | 45/7              | 830  | 985              | 1 135      | 1 255         | 0.047 3             | 0.049 0   | 0.059 3   | 0.237 4                                   | 0.053 7            |
| Grackle        | 1 192.5           | 54/19             | 840  | 1 000            | 1 150      | 1 270         | 0.047 2             | 0.049 4   | 0.058 8   | 0.233 6                                   | 0.053 2            |
| Bittern        | 1 272.0           | 45/7              | 865  | 1 030            | 1 180      | 1 305         | 0.044 4             | 0.046 4   | 0.055 8   | 0.234 9                                   | 0.053 1            |
| Pheasant       | 1 272.0           | 54/19             | 880  | 1 050            | 1 195      | 1 325         | 0.044 3             | 0.046 8   | 0.055 3   | 0.231 2                                   | 0.052 6            |
| Dipper         | 1 351.0           | 45/7              | 900  | 1 075            | 1 225      | 1 360         | 0.041 8             | 0.043 9   | 0.052 7   | 0.232 4                                   | 0.052 6            |
| Martin         | 1 351.0           | 54/19             | 915  | 1 090            | 1 240      | 1 375         | 0.041 7             | 0.043 8   | 0.052 2   | 0.228 7                                   | 0.052 1            |
| Bobolink       | 1 431.0           | 45/7              | 935  | 1 115            | 1 270      | 1 405         | 0.039 5             | 0.041 5   | 0.050 6   | 0.230 5                                   | 0.052 0            |
| Plover         | 1 431.0           | 54/19             | 950  | 1 135            | 1 285      | 1 425         | 0.039 3             | 0.041 4   | 0.049 5   | 0.226 8                                   | 0.051 5            |
| Nuthatch       | 1 510.0           | 45/7              | 970  | 1 160            | 1 310      | 1 455         | 0.037 4             | 0.039 5   | 0.047 5   | 0.228 0                                   | 0.051 5            |
| Parrot         | 1 510.0           | 54/19             | 985  | 1 175            | 1 325      | 1 475         | 0.037 3             | 0.039 4   | 0.047 0   | 0.224 9                                   | 0.051 0            |
| Lapwing        | 1 590.0           | 45/7              | 1 005  | 1 200            | 1 350      | 1 500         | 0.035 5             | 0.038 0   | 0.045 3   | 0.226 2                                   | 0.051 1            |
| Falcon         | 1 590.0           | 54/19             | 1 020  | 1 220            | 1 370      | 1 525         | 0.035 4             | 0.038 0   | 0.044 8   | 0.222 5                                   | 0.050 6            |
| Chukar         | 1 780.0           | 84/19             | 1 085  | 1 300            | 1 455      | 1 620         | 0.031 8             | 0.034 7   | 0.040 9   | 0.220 6                                   | 0.049 9            |
| Bluebird       | 2 156.0           | 84/19             | 1 225  | 1 475            | 1 620      | 1 815         | 0.026 3             | 0.029 4   | 0.034 5   | 0.213 8                                   | 0.048 2            |
| Kiwi           | 2 167.0           | 72/7              | 1 215  | 1 455            | 1 605      | 1 795         | 0.026 2             | 0.029 3   | 0.034 9   | 0.216 2                                   | 0.048 4            |

**Tabla. 1** Características del conductor ACSR 3/0, Manual de Viakon

| CAÍDA DE TENSIÓN POR AMPERE POR KILÓMETRO |             |          |                         |       |       |       |       |       |
|---|-------------|----------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| mm <sup>2</sup>                           | Conductor   |          | Factor de potencia en % |       |       |       |       |       |
|   | AWG o kcmil | Material | 75                      | 80    | 85    | 90    | 95    | 100   |
| 53.49                                     | 1/0         | CU       | 0.964                   | 0.946 | 0.920 | 0.881 | 0.808 | 0.595 |
| 85  | 3/0         | CU       | 0.778                   | 0.753 | 0.718 | 0.668 | 0.590 | 0.375 |
| 127                                       | 250         | CU       | 0.657                   | 0.628 | 0.588 | 0.537 | 0.460 | 0.252 |
| 53.49                                     | 1/0         | ACSR     | 1.247                   | 1.247 | 1.237 | 1.213 | 1.154 | 0.953 |
| 85  | 3/0         | ACSR     | 0.962                   | 0.946 | 0.922 | 0.882 | 0.811 | 0.600 |
| 135                                       | 266.4       | ACSR     | 0.740                   | 0.718 | 0.687 | 0.644 | 0.573 | 0.375 |
| 171                                       | 336.8       | ACSR     | 0.673                   | 0.647 | 0.614 | 0.567 | 0.493 | 0.297 |
| 242                                       | 477         | ACSR     | 0.588                   | 0.560 | 0.523 | 0.474 | 0.401 | 0.209 |

**Tabla. 2** Tabla de caída de tensión, Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEDE-2012, instalaciones eléctricas.

| Descripción   | Conductores de fase de aluminio duro (AAC) |                           |                                    |                 |   |        |       |             | Cable mensajero ACSR               |                 |        |   |                            |
|---------------|--|---------------------------|------------------------------------|-----------------|---|--------|-------|-------------|------------------------------------|-----------------|--------|---|----------------------------|
|               | Calibre AWG                                | Número de cables aislados | Área de la sección mm <sup>2</sup> | Número de hilos | Resistencia nominal c.d. a 20 °C Ω / km | dc* mm | e* mm | Calibre AWG | Área de la sección mm <sup>2</sup> | Número de hilos | dc* mm | Resistencia nominal c.d. a 20 °C Ω / km | Carga de ruptura mínima kN |
| (2+1) 1/0-2   | 1/0  | 2                         | 53.50                              | 19              | 0.538                                   | 9.47   | 1.52  | 2           | 39.20                              | 7               | 8.01   | 0.853                                   | 12.67                      |
| (3+1) 1/0-2   | 1/0  | 3                         | 53.50                              | 19              | 0.538                                   | 9.47   | 1.52  | 2           | 39.20                              | 7               | 8.01   | 0.853                                   | 12.67                      |
| (2+1) 3/0-1/0 | 3/0  | 2                         | 85.00                              | 19              | 0.338                                   | 11.94  | 1.52  | 1/0         | 62.40                              | 7               | 10.11  | 0.535                                   | 19.48                      |
| (3+1) 3/0-1/0 | 3/0  | 3                         | 85.00                              | 19              | 0.338                                   | 11.94  | 1.52  | 1/0         | 62.40                              | 7               | 10.11  | 0.535                                   | 19.48                      |

**Tabla. 3** Características del conductor ACSR 3/0, Manual de Viakon

### *Anexo E (Expediente de validación).*

#### ..\Memoria de Residencia\expediente de validacion\EXPEDIENTE DE OBRA LINEA TRIFASICA.xls

- ❖ Copia de acta constitutiva de la asamblea de barrio o comunitaria.
- ❖ Anexo de Registro de control.
- ❖ Cedula de registro de datos básicos generales.
- ❖ Presupuesto de obra.
- ❖ Calendario de Ejecución.
- ❖ Croquis de Localización (Macro y Micro).
- ❖ Dictamen técnico de Impacto Ambiental.
- ❖ Dictamen técnico de la dependencia Normativa.
- ❖ Proyecto ejecutivo (planos) términos o referencia números generadores de obra y documentación de soporte técnico.
- ❖ Acta de instalación de COPLADEM.
- ❖ Acta de priorización de COPLADEM.
- ❖ Álbum fotográfico.

❖ *Anexo F (Programa de Obra).*

| CONCEPTOS   | TIEMPO DE EJECUCIÓN (1 etapa) |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
|---|-------------------------------|---|---|---|------|---|---|---|---------|---|---|---|-----------|---|---|---|-----------|---|---|---|
|   | Agosto                        |   |   |   | Sep. |   |   |   | Octubre |   |   |   | Noviembre |   |   |   | Diciembre |   |   |   |
|   | 1                             | 2 | 3 | 4 | 1    | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1         | 2 | 3 | 4 | 1         | 2 | 3 | 4 |
| SUMIN. Y COL. DE POSTE CONCRETO PC-13-600.                          |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE POSTE CONCRETO PC-9-400.                           |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE CRUCETA PT-200                                     |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE CRUCETA PR-200                                     |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE PERNO ANCLA 1PA                                    |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE ANCLA CONICA C3                                    |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE PERNO DOBLE ROSCA 16X 457.                         |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE PERNO DOBLE ROSCA 16X 508.                         |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE PERNO DOBLE ROSCA 16X 305.                         |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE ABRAZADERA 2 BS                                    |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE ABRAZADERA 2 BD                                    |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE ABRAZADERA 3 BS                                    |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE ABRAZADERA UC                                      |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE ABRAZADERA UL                                      |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE ABRAZADERA 2 UH                                    |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE AISLADOR 3R  |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE AISLADOR 13 PD.                                    |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE AISLADOR TIPO CARRETE 1R (P-1323)                  |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE AISLADOR DE SUSPENSION SINTETICO 15 KV (13SHL45C). |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE BASTIDOR B1  |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE PLACA 1PC  |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE PLACA 2PC  |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE TORNILLO MAQ. 16 X 63                              |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE GRILLETE GA1.                                      |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE GUARDACABO G-2.                                    |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE MOLDURA RE   |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE OJO RE   |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE REMATE RECTO PRA AG 5/16                           |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE REMATE CURVO P AG 5/16.                            |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE ALAMBRE COBRE # 4                                  |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE CABLE FORRADO THW 1/0                              |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE CABLE AG 5/16                                      |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE CABLE NEUTRANEL AL. 1 + 1 CAL. 6.                  |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |

| CONCEPTOS  | TIEMPO DE EJECUCIÓN (1 etapa) |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
|--|-------------------------------|---|---|---|------|---|---|---|---------|---|---|---|-----------|---|---|---|-----------|---|---|---|
|  | Agosto                        |   |   |   | Sep. |   |   |   | Octubre |   |   |   | Noviembre |   |   |   | Diciembre |   |   |   |
|  | 1                             | 2 | 3 | 4 | 1    | 2 | 3 | 4 | 1       | 2 | 3 | 4 | 1         | 2 | 3 | 4 | 1         | 2 | 3 | 4 |
| SUM. Y COL. DE ALAMBRE DE ALUMINIO SUAVE CAL. 4.   |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE GUARDALINEA CORTA PREFORMADA 3/0.   |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE REMATE PREFORMADO ACSR CAL. 1/0.  |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUM. Y COL. DE GRAPA RAL 8   |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUM. Y COL. DE GRAPA Y BASE RB.  |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUM. Y COL. DE TUBO GALV. CED. 40 DE 2" DE 1.5 M.  |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUM. Y COL. DE SOPORTE CV1   |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUM. Y COL. DE AISLADOR CARRETE P-1341 P/ACOMETIDA.  |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUM. Y COL. DE CONECTOR PARA LINEA VIVA  |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUM. Y COL. DE CONECTOR A COMPRESION MEC. DB-2020  |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUM. Y COL. DE CONECTOR A COMPRESION MEC. DB-4040  |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUM. Y COL. DE CONECTOR DERIVACION TIPO T CAL. 3/0.  |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUM. Y COL. DE CONECTOR MECANICO P/VARILLA DE TIERRA   |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUM. Y COL. DE VARILLA DE TIERRA 5/8 CW DE 3 MTS.  |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUM. Y COL. DE TRANSF. MONOFASICO DE 15 KVA; AUTOPROTEGIDO, 2B. 13,200-120/240 V.  |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUM. Y COL. DE TRANSF. MONOFASICO DE 25 KVA; AUTOPROTEGIDO, 2B. 13,200-120/240 V.  |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUM. Y COL. DE TRANSF. MONOFASICO DE 37.5 KVA; AUTOPROTEGIDO, 2B. 13,200-120/240 V.  |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUM. Y COL. DE CORTA CIRCUITO FUSIBLE 15 KV  |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUM. Y COL. DE APARTARRAYO ADA DE 12 KV.   |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUM. Y COL. DE LISTON FUSIBLE 15 KV DE 1 A 5 AMPS.   |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE CABLE ACSR CAL. 3/0.  |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE CABLE ACSR CAL. 1/0.  |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE CABLE NEUTRANEL (2 + 1) CAL. 1/0 CON MENSAJERO ACSR 1/0.  |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| SUMIN. Y COL. DE LETRERO DE DIFUSION DE OBRA   |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |
| DESMANTELIAMIENTO DE RED DE DISTRIBUCION EXISTENTE. INC. ARRANCADO DE POSTES, DESVESTIDO DE HERRAJES, BOBINADO DE CONDUCTOR Y ENTREGA DE MATERIALES A CFE BAJO UN INVENTARIO. TRAMITES ANTE C.F.E. |                               |   |   |   |      |   |   |   |         |   |   |   |           |   |   |   |           |   |   |   |



**Anexo G (Álbum Fotográfico). ..\Memoria de Residencia\FOTOS DE OBRA**

- Trazo y brechado.



**Fig. 1** Brechado de la línea.





**Fig. 2** Trazo de línea.



**Fig. 3** Trazo de línea.

➤ **Realización de sepas.**



**Fig. 4** cepa realizada con las medidas especificadas en la norma **Construcción de líneas Aéreas de media y baja tensión.**

➤ **Parado de postes y colocación de anclas.**



**Fig. 5** Parado de poste de concreto reforzado 12-750 con equipo hidráulico.



**Fig. 6** Parado de poste de concreto reforzado 12-750 plomeado y alineado con los otros postes.

➤ **Vestido de postes.**



**Fig. 7 Estructura RD3N/ RD3.**



**Fig. 8 Estructura TS3N.**

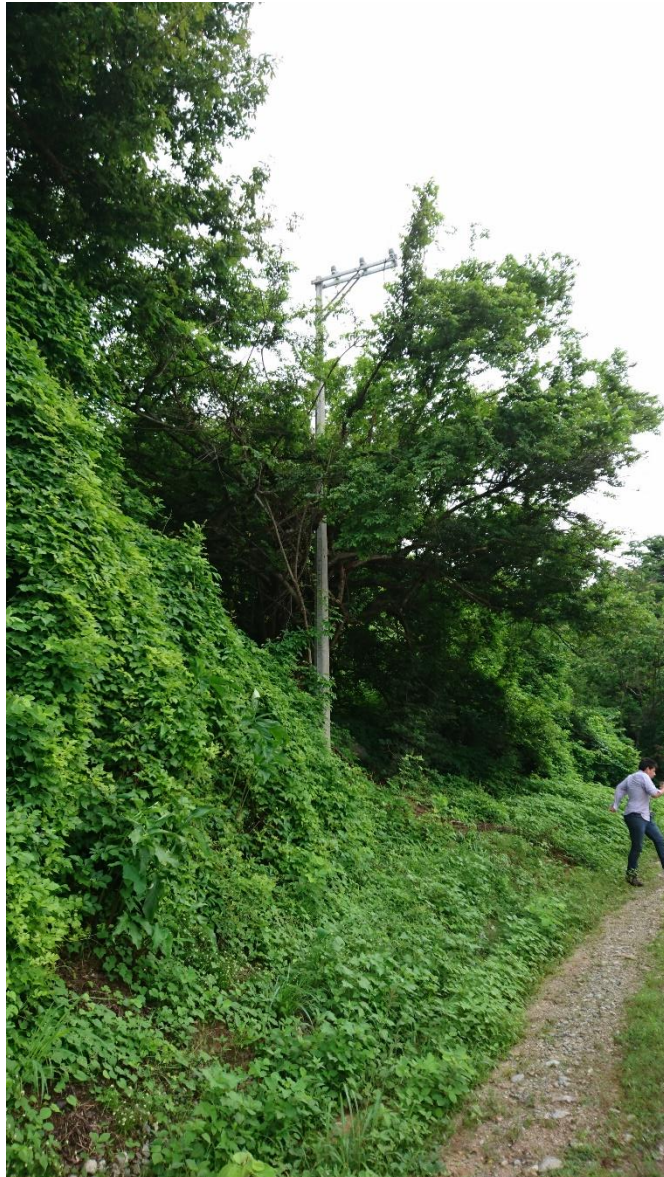


**Fig. 9** Estructura TD3N.



**Fig. 10** Estructura AD3N.





**Fig. 11 Estructura VD3N.**



**Fig. 12 Estructura VS3N.**



**Fig. 13 Estructura VR3N.**

➤ **Colocación de sistemas de tierra**



**Fig. 14** Delta para colocación de transformador.

➤ **Tendido de conductor y detallado de la línea.**



**Fig. 15** Tendido de Conductor calibre 3/0 ACSR con hilo neutro de 1/0 ACSR.



**Fig. 16** Tendido de Conductor calibre 3/0 ACSR con hilo neutro de 1/0 ACSR.

➤ **Montaje de transformadores**



**Fig. 17** Montaje de Transformador Monofásico 15 KVA.



**Fig. 18** Detallado de Transformador Monofásico 15 KVA.





**Fig. 18** Detallado y montaje de Transformador Monofásico 10 KVA.

➤ **Desmantelamiento de instalación existente.**



**Fig. 19** Desmantelamiento de cable calibre 2 ACSR y de herrajes instalados.



**Fig. 20** Desmantelamiento de poste de concreto 12-750.







