



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**AMPLIACIÓN DE LA RED DE ENERGÍA
ELÉCTRICA CON LÍNEA SUBTERRÁNEA DE LA
COLONIA JESÚS M. ROSS EN EL MUNICIPIO DE
FELIPE CARRILLO PUERTO, QUINTANA ROO**

**MONOGRAFÍA
PARA OBTENER EL GRADO DE
INGENIERO EN SISTEMAS DE ENERGÍA**

**PRESENTA
WILLIAM DE JESÚS CANCHÉ UC**

**SUPERVISORES
M.C. EMMANUEL TORRES MONTALVO
M.E.S. ROBERTO ACOSTA OLEA
DR. VÍCTOR MANUEL SÁNCHEZ HUERTA**



**UNIVERSIDAD DE
QUINTANA ROO**

**SERVICIOS ESCOLARES
REGULACIONES**

CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, DICIEMBRE DE 2014



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**TRABAJO DE MONOGRAFÍA ELABORADO BAJO
SUPERVISIÓN DEL COMITÉ DE ASESORÍA Y APROBADA
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE:
INGENIERO EN SISTEMAS DE ENERGÍA**

COMITÉ DE TRABAJO DE MONOGRAFÍA

SUPERVISOR:


M.C. EMMANUEL TORRES MONTALVO

SUPERVISOR:


M.E.S. ROBERTO ACOSTA OLEA

SUPERVISOR:


DR. VÍCTOR MANUEL SÁNCHEZ HUERTA

CHETUMAL, QUINTANA ROO, MÉXICO, DICIEMBRE DE 2014



Contenido

Objetivo general.....	3
Objetivos particulares	3
Justificación	3
Capitulo I.- Datos generales de la colonia Javier Rojo Gómez.	5
Introducción.	5
1.1 Ubicación y densidad poblacional.....	5
1.2 Características de la carga eléctrica.	7
1.2.1 Redes aéreas de energía eléctrica.....	7
1.2.2 Protocolo de construcción de nueva obra en línea aérea.	8
1.2.3 Codificación de estructuras de media tensión.	12
Capitulo II.- Diseño de la red eléctrica de distribución subterráneo.	19
Introducción.	19
Antecedentes	19
2.1. Obra civil.....	19
2.1.2 Trazo.	20
2.1.3 Corte con maquina en arroyos y banquetas.....	20
2.1.4 Bancos de ductos.....	21
2.1.5 Proceso constructivo para la conformación del banco de ductos:	22
2.1.6 Densidad de carga eléctrica.	24
2.1.9 Transformadores	31
2.1.10 Conexiones mecánicas	31
2.1.11 Acometidas en baja tensión.....	32
2.1.12 Presentación de planos	33

Capítulo III diseño de la red eléctrica	40
3.1. Transformador (E1).	40
3.2 Transformador (E2)	42
3.3 inicio los trabajos de campo con la parte de la red de media tensión.....	45
3.4 Transición	45
3.4.1 Terminal Tipo Exterior De 15 kV.	47
3.4.2 Bota termocontráctil.	47
3.4.3 Tubería PADC Corrugado color negro de alta densidad.....	48
3.4.4 Transformadores de distribución.....	49
3.4.5 Conector tipo codo operación con carga de 15 kV 200A.	50
3.4.6 Inserto operación con carga de 200A 15 KV.	50
3.4.7 Adaptador de tierra 15 kV.....	51
3.4.8 Conductores de media tensión.	51
3.4.9 Calculo de conductores de media tension	54
3.5 Protecciones y sistema de tierra	57
3.5.1 Protecciones.....	58
3.5.2 Sistema de Tierra.....	59
3.5.3 Ductos.....	60
3.6. Proyecto de baja tensión.....	62
3.6.1 Cálculo de la potencia de los transformadores.....	62
3.6.2 Conductores de baja tensión.....	63
3.6.3 Cálculo de los conductores de baja tensión.....	64
3.6.4 Conector múltiple de 6 y 8 vías.	66
3.6.5 acometidas	67
3.6.6 registro de media y baja tensión, acometidas.	69

3.6.7 Ductos.....	71
3.7. Alumbrado público.....	72
3.8. Presupuesto.	75
Capítulo IV.- Conclusiones.....	75
Bibliografía.	77
Anexo A Presupuesto	77

Objetivo general

- Diseñar de la ampliación de la red subterránea de distribución de energía eléctrica de la colonia Jesús M. Ross en el municipio de Felipe Carrillo Puerto.

Objetivos particulares

1. Determinar la densidad de carga de la red eléctrica.
2. Determinar el punto de interconexión de la red nueva con la red eléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).
3. Ubicar y definir las estructuras empleadas para el tendido de conductores y registros de media y baja tensión.
4. Calcular los conductores de media y baja tensión.
5. Elaborar los planos de media y baja tensión.

Justificación

La energía eléctrica es un indicador del desarrollo económico y social de un país. Tener acceso a éste servicio básico permite a los habitantes contar con servicios de salud, educación y fomenta el crecimiento económico de la población. Desafortunadamente en la actualidad existen poblaciones que no cuentan con este servicio básico y de vital importancia. Hay diversos factores responsables de que la energía eléctrica no llegue a todas las poblaciones entre ellos, se puede mencionar la inaccesibilidad de las poblaciones (lo que no permite la llegada de las líneas aéreas o subterráneas de energía eléctrica a dicho lugar). Otra razón es la falta de recursos económicos para el crecimiento de la red eléctrica como es el caso de la colonia Jesús Martínez Ross del municipio de Felipe Carrillo Puerto.

El gobierno municipal de Felipe Carrillo Puerto preocupado por mejorar, proporcionar e impulsar la calidad de los servicios públicos a lo largo y ancho de la geografía municipal y consciente de que el acceso a la energía eléctrica es uno de los pilares que sustentan y mejoran la calidad de vida de toda sociedad moderna,

ha realizado las gestiones oportunas para obtener los recursos económicos que permitan mejorar la calidad de vida de las poblaciones que así lo requieren.

Actualmente la colonia Jesús Martínez. Ross requiere del crecimiento de su infraestructura debido a que su población ha crecido demográficamente, y es necesario invertir en servicios básicos, como son pavimentación de calles, agua potable y energía eléctrica. Ante las innumerables demandas de los habitantes de esta comunidad en lo que respecta a la necesidad de ampliar la red de energía eléctrica, la administración municipal después de llevar a cabo los estudios previos de factibilidad y de ingeniería necesarios, autorizo la ejecución de la obra de ampliación de la red de energía eléctrica beneficiando a cerca de 600 habitantes.

Capítulo I.- Datos generales de la colonia Javier Rojo Gómez.

Introducción.

Actualmente la colonia cuenta con aproximadamente 2,250 habitantes que requieren del servicio eléctrico y está ubicada al norte de la ciudad de Felipe Carrillo Puerto, que hace un total de 21,530 habitantes de acuerdo al censo económico efectuado por el INEGI y es una solicitud añeja de los habitantes y fue aceptada por la dirección de obras públicas se hizo omiso a la solicitud y la dirección programa para realizar los trabajos de ubicación, censo económico de habitantes, realiza los estudios de calles y medición para empezar los proyectos de electrificación en las calles de la colonia.

Un punto importante que todo trabajo es acuerdo a las normas de comisión federal de electricidad y protocolos de las ventas de los equipos efectuados bajo las normas de calidad que rigen internacional y nacional para los equipos que se utilizan en las estructuras que se colocan de baja y media tensión para prestar los servicios de energía eléctrica en la colonia o donde se requiera.

y se percató que realmente si requiere el servicio ya que varias familias tienen que transportar la energía eléctrica a distancias, por lo tanto causa variación de voltaje y una caída de tensión enorme de tal forma causando daño a los equipos eléctricos de igual forma el alto costo de la energía eléctrica.

1.1 Ubicación y densidad poblacional.

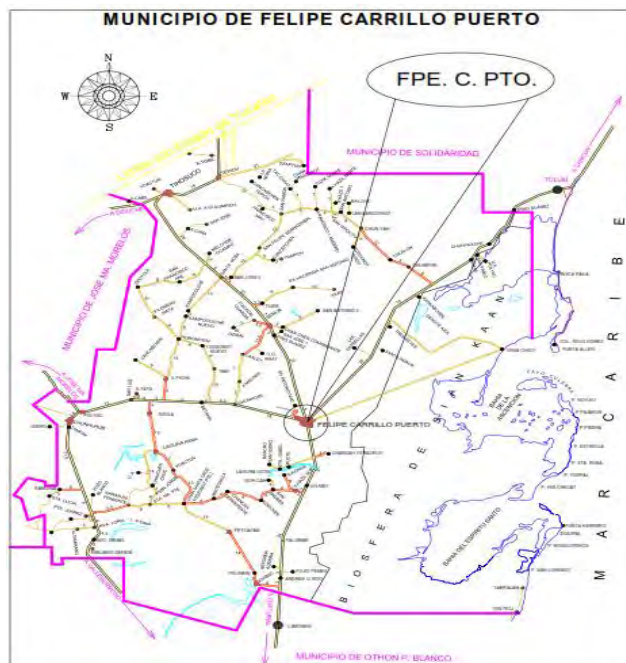


Fig. 1.1 Ubicación de la ciudad donde se realizara la obra de red eléctrica



Fig. 1.2 Ubicación de la ciudad donde se realizara la obra de red eléctrica

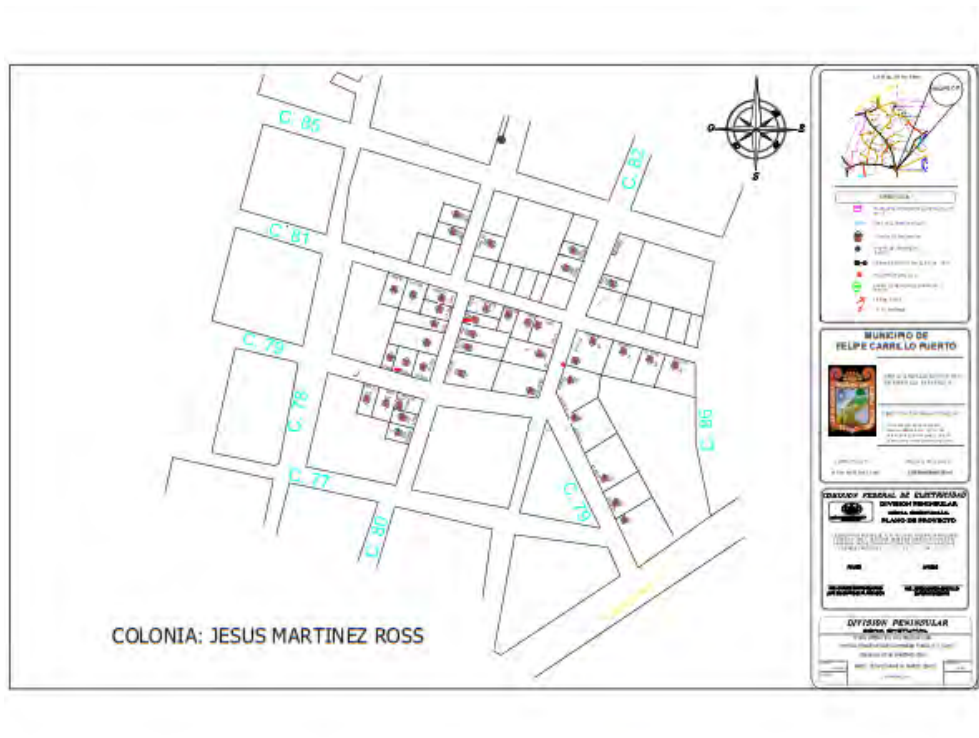


Fig. 1.3 Calle donde se realizara la obra de ampliación de red de energía eléctrica línea subterránea.

1.2 Características de la carga eléctrica.

Este proyecto se inicia con las líneas existentes del ramal Felipe carrillo puerto- polyuc de 13.2 kv. Continuando con la línea de inicio para llevar la línea de media tensión de una longitud aproximada 200 mts lineales de un transformador de 37.5 KVA tipo YTV en forma de anillo esto es para prestar el servicio a un número determinado de viviendas, también se realiza el servicio de alumbrado público calculado con una medición 5-100 para poder realizar el cálculo de consumo por cada lámpara colocada en poste. Este proyecto consto del servicio de baja tensión para los servicios de cada vivienda con un consumo de 1.5 kv por usuario que nos da un total de 32.5 kv y una pérdida de 5 kv en la cual nos hace un total de 37.5 KVA en un dado que se requiera de un mayor servicio que el máximo será de 2.5 kv.

1.2.1 Redes aéreas de energía eléctrica.

En el antiguo norma de comisión federal de electricidad, se realizaban por pieza y estructura donde todo era individual para las colocaciones de las líneas de transmisión en media y baja tensión, todo esto se realiza la modificación de acuerdo a cada estructura volviéndolo universal, que conlleva para

facilitar el nombre de acuerdo al requerimiento de dichos trabajos en la cual se le pone nombre a todas las estructuras como dimensiones de postes según se requiera en la zona del cual divide la norma de comisión federal de electricidad. Así también se fabrica los diámetros de cable para soportar las tensiones y la climatología del tiempo todo esto se debe sintonizar el servicio en subestaciones viviendas, fábricas, tiendas de autoservicio, parques, área deportivas... etc.

Ejemplos:

- La estructura (E. 1,2,3) que es de remate actual mente es una (RD.1,2,3)
- La estructura (V,2,3), ahora, de acuerdo la norma es una (F.2,3)
- Una retenida perno ancla, ahora es un (RSA).
- La estructura de baja tensión se conocía como bastidor de 2 a 5, ahora es una 1R1 hasta 1R5 y el bastidor de paso su nombre actual mente es 1P1 hasta 1P4.

1.2.2 Protocolo de construcción de nueva obra en línea aérea.

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

1. Se considera estructuras de línea de media tensión todas aquellas que soporten Conductores cuya operación sea de 13 hasta 33 kV.
2. La identificación de las estructuras esta codificada con base al tipo, de la posición de los diferentes niveles y número de conductores en la estructura. Esto facilita su sistematización al momento de presupuestar o requerir materiales.
3. En líneas de media tensión se consideran tramos cortos los menores de 65 metros y tramos largos los mayores de 65 metros. Los primeros se construyen principalmente en zonas urbanas puesto que están determinados por los tramos en instalaciones de baja tensión, en tanto que los segundos se construyen por lo general en zonas rurales. Un tramo flojo, es un tramo de línea menor de 40 metros donde la tensión mecánica de los conductores es menor al 40% de la indicada en las tablas de flechas y tensiones a la temperatura del lugar, al momento de rematar.
4. Se consideran conductores ligeros hasta:
 - Cobre 2 AWG
 - ACSR 1/0 AWG (conductor de aluminio con refuerzo de acero)
 - AAC 3/0 AWG (cable de aluminio de aluminio)Conductores de calibre mayor se considera pesados.
5. En las líneas de media tensión aéreas se utilizan conductores desnudos y semi aislados. La selección de crucetas de madera a utilizar con conductores ligeros será del tipo ligera y para conductores pesados será la correspondiente del tipo pesada.

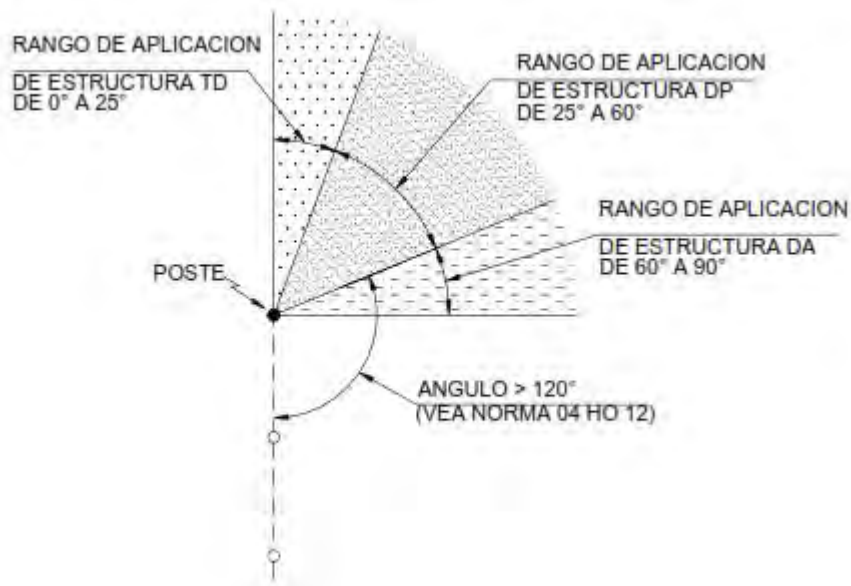
6. El neutro corrido se puede instalar en la posición del cable de guarda. El uso del neutro en la posición del guarda está limitado a líneas rurales 3F-4H, ubicadas en regiones con alta incidencia de descargas atmosféricas o en casos especiales que lo requieran.
7. Antes de iniciar la construcción se debe formular un proyecto con base a las características del terreno, así como comprobar que no se excedan las limitantes de diseño de las estructuras.
8. Los postes deben quedar verticales después de que el conductor haya sido tensado.
9. El cable de guarda y el neutro corrido se instalan del lado del tránsito vehicular.
10. La bajante a tierra debe quedar en la cara del poste del lado del tránsito vehicular.
11. En líneas con cable de guarda o neutro corrido se debe instalar una bajante de tierra cada dos estructuras.
12. Se recomienda que el proyecto y la construcción de más de un circuito en la misma estructura solo se hace cuando los derechos de vía impidan la construcción normal. Si las tensiones de operación de los circuitos son diferentes, el de mayor tensión eléctrica debe ubicarse en la parte superior.
13. Debe evitarse el cruce de dos circuitos diferentes. Si el cruce es del mismo circuito, debe reconfigurarse de manera tal que se elimine dicho cruce quedando un solo punto de alimentación.
14. Para identificar las fases debe respetarse la convención establecida de nombrarlas como A, B Y C, de izquierda a derecha parado de frente a la fuente. Normalmente en las líneas de distribución no se requiere transposiciones. Cuando sea necesaria la interconexión entre circuitos donde cambie la posición de las fases, debe respetarse la forma de identificarlas.
15. Los postes de concreto que queden empotrados en terreno salino o de alta contaminación se deben impermeabilizar con recubrimiento asfáltico.
16. Cuando en una estructura se presente una ligera deflexión y que no requiera la instalación de retenida (s), el poste se debe inclinar ligeramente en sentido contrario a la bisectriz del Angulo de la deflexión. No aplica en estructuras tipo D.
17. El cable de la retenida para la línea de media tensión es independiente del cable de retenida de la red de baja tensión, aunque ambos rematen en la misma ancla.
18. En lugares con fuertes vientos, se debe instalar a las estructuras, retenidas tipo tempestad.
19. En una estructura en donde se construyan dos niveles del mismo circuito por cambios de dirección o deflexiones de la línea, el lado fuente debe estar en la parte superior de la misma.
20. No se debe instalar ningún equipo en la cruceta de la línea sin antes verificar la separación entre fases. En el caso de que no se cumplan las separaciones mínimas, instale el equipo en el siguiente nivel inferior.

21. Se debe verificar manualmente que en el caso de movimiento de los puentes por efectos de vientos no se reduzcan las distancias mínimas establecidas.
22. En la construcción de líneas se debe procurar seguir trayectorias rectas.
23. El amarre para el conductor nuestro en posición de guarda o como neutro corrido, es idéntico al utilizado en líneas de baja tensión.
24. En aéreas urbanas para estructuras tipo T, el conductor de la fase central siempre debe ir en el lado de la calle. Solo una fase debe quedar al lado de la banqueta.
25. En todas las estructuras para líneas de media tensión con conductor nuestro, que se instalen en donde existan líneas de baja tensión, no se deben considerar la bajante de tierra ni los herrajes para fijación del conductor nuestro, que están anotados en la lista de materiales que integran cada estructura.
26. En todos los sistemas de neutro corrido al entrar en una red debe tomar la posición e interconectarse al neutro de la propia red de baja tensión.
27. En las estructuras tipo TS, PS, VS, C, HS, la posición de las crucetas se deben alternar en cada lado del poste en líneas rurales. Aplica también para el soporte aislador AP-1.
28. En lugares donde exista vandalismo se recomienda la instalación del aislador tipo poste PD sintético en estructuras de paso.
29. La conexión de los transformadores monofásicos a la línea, se debe hacer proporcionalmente en las tres fases para que el circuito quede balanceado.
30. En electrificación de colonias o fraccionamientos urbanos, las caídas de voltaje de la línea de media tensión desde el punto de conexión al punto extremo o crítico de esa electrificación, no debe exceder el 1%.
31. El conductor mínimo a utilizar en líneas de media tensión, es el cable de cobre 1/0, ACSR 1/0 y AAC 1/0.
32. Los conductores de cobre no requieren guarda líneas en los apoyos.
33. La selección de conductores para líneas de media tensión de distribución, se debe basar en un estudio técnico- económico con las variables que el caso presente.
34. Los circuitos de distribución deben diseñarse para operar con enlaces.
35. En condiciones de operación normal, el conductor de línea de media tensión en disposición radial, no debe exceder el 50% de su capacidad de conducción.
36. Para condiciones de emergencia, el conductor se puede operar hasta el 75% de su capacidad en el caso de que se tenga un punto de enlace entre circuitos, se debe considerar equipo de operación de apertura con carga.
37. La regulación de voltaje permitida en línea de media tensión partiendo desde la subestación, debe ser del 5% máxima. Caída de tensión.



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

a) La estructuras DP de deflexión de paso, se utilizara para deflexiones cuyos angulos sean mayores a 25 grados hasta 60 grados, para la estructura DA, los ángulos permitidos serán a partir de 60 grados y hasta 90 grados, como se muestra en el siguiente dibujo:



b) Por no estar sujetas a esfuerzos de torsión, en estas estructuras no es necesario usar postes de acero.

- c) En cada deflexión, la posición de los conductores al pasar de una estructura a otra a través de la estructura DP, será conforme la llamada vuelta de avión y es como se muestra en el dibujo:

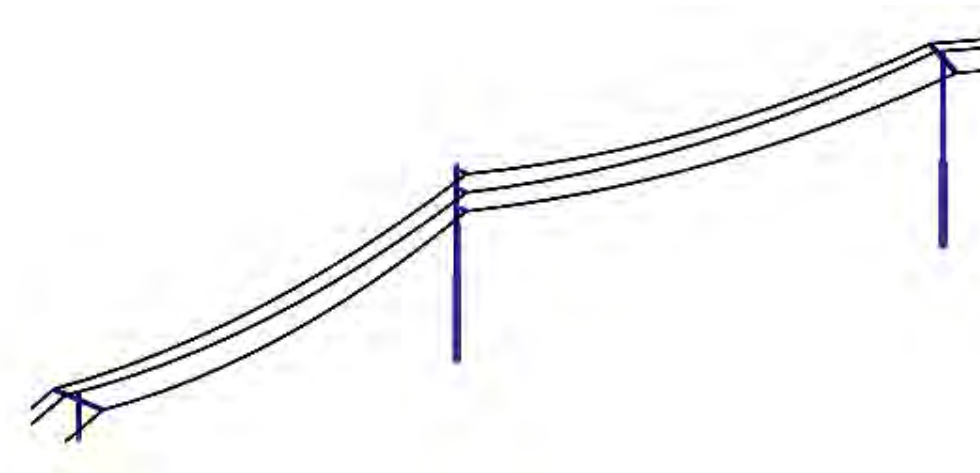
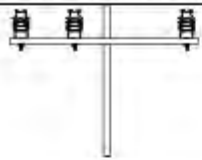
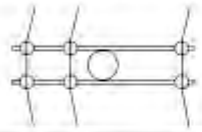
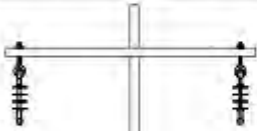
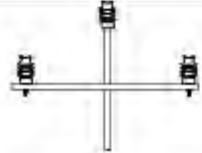


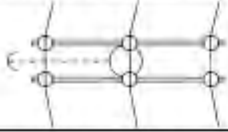
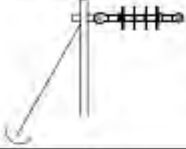
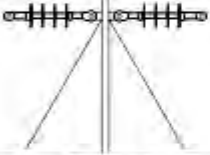
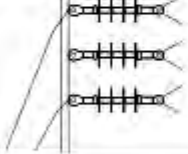
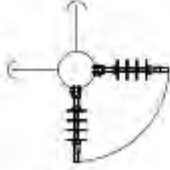
Fig. 1.4 tipos de estructuras en media tensión


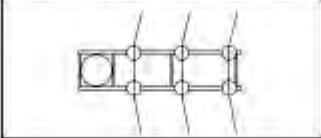
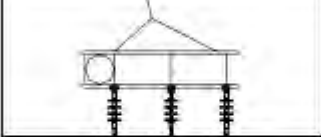
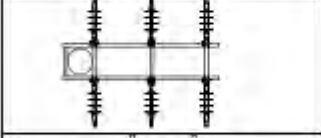
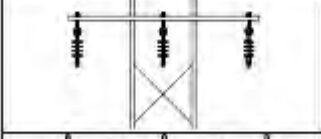
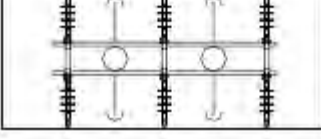
Este sistema de codificación se usa para croquis, módulos de materiales y designación de estructuras de líneas de media tensión. La clave de codificación consta de cuatro dígitos para el primer nivel y de tres dígitos para los siguientes.

1. Los dos primeros dígitos son alfabéticos e indica la forma o la función de la estructura, como se indica a continuación:

1.2.3 Codificación de estructuras de media tensión.

DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	TS	Te, Sencilla
	TD	Te, Doble
	CT	Cadena en T
	PS	Puntaposte Sencillo

DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	PD	Puntaposté, Doble
	RD	Remate, Doble cruzeta
	AD	Anciaje, Doble
	DP	Deflexión, de Paso
	DA	Deflexión, de Anciaje

DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	VS	Volada, Sencilla
	VD	Volada, Doble
	VR	Volada, Remale
	VA	Volada, Anclaje
	HS	Hache, de Suspensión
	HA	Hache, de Anclaje

DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	AP	Anclaje, Poste

2. El tercer dígito indica el número de fases, ejemplo:

DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	TS3	Te, sencilla, 3 fases

3. El cuarto dígito indica la posición del neutro o guarda, ejemplo:

DISPOSICIÓN DE CONDUCTORES	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
	TS3N	Te, sencilla, 3 fases, neutro corrido
	TS3G	Te, sencilla, 3 fases, guarda

Estructura TD2N

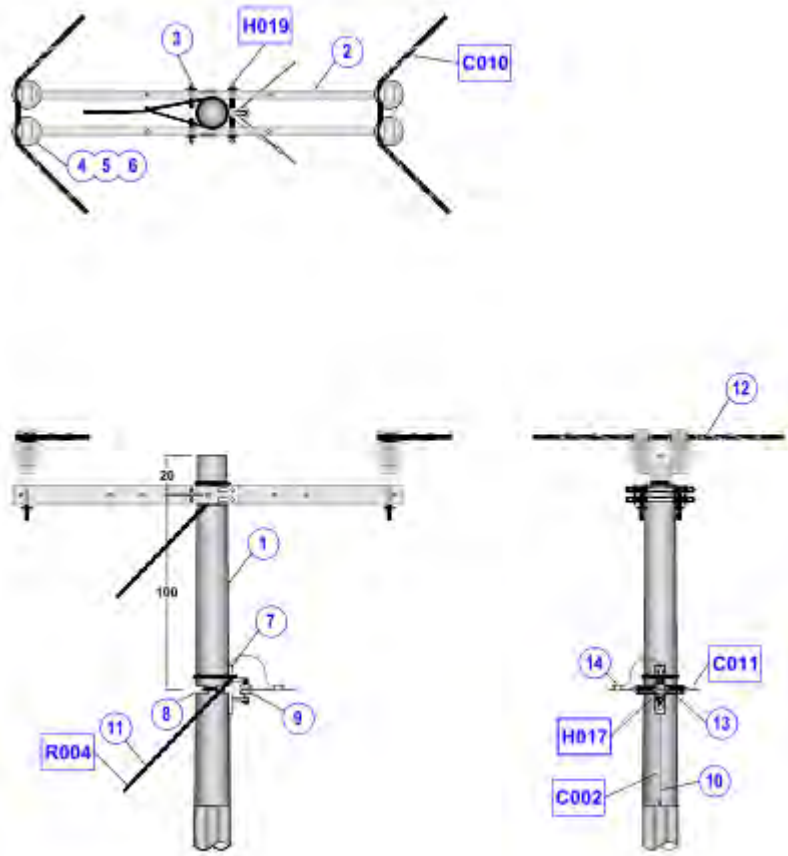


Fig. 1.5 planta arquitectónica y plano de fachada eléctrica

Tabla 1.1. Materiales de estructura TD2N.

CONTAMINACIÓN
ESTRUCTURA CON CRUCETA DE FIERRO CANAL

MODULO DE MATERIALES						
REF. No.	ESPECIFICACIÓN O NRF CFE	U	DESCRIPCIÓN CORTA	CANTIDAD		
				13 kV	23 kV	33 kV
1	J6200-03	Pz	Poste de concreto PCR-12C-750	1	1	1
2	2C900-19	Pz	Cruceta C4T	2	2	2
3	2P200-49	Pz	Perno DR 16 x 305	6	6	6
4	52000-91	Pz	Aislador 13PC o 13PCSL (1)	4	0	0
5	52000-91	Pz	Aislador 22PC o 22PCSL (1)	0	4	0
6	52000-91	Pz	Aislador 33PC o 33PCSL (1)	0	0	4
7	2B200-12	Pz	Bastidor B1	1	1	1
8	2A100-04	Pz	Abrazadera 1BS	1	1	1
9	2C400-16	Pz	Carrete H	1	1	1
10		Lote	Bajante de tierra, ver 09 00 02	1	1	1
11		Lote	Retenida, ver 06 00 04	2	2	2
12	E0000-32	Lote	Amarre Alambre de cobre, ver 07 FC 04	2	2	2
13	E0000-32	Lote	Amarre Alambre de cobre, ver 10 00 05	1	1	1
14	55000-86	Pz	Conector, ver 07 CO 02	1	1	1

Esto son los materiales de acuerdo la norma de C.F.E. que se deben utilizar en el punto de interconexión de aérea a subterráneo, mismo que representa en calibre de conductor, esto puede ser en desnudo o semiaslado de acuerdo de las líneas existentes o nuevas. En un proyecto nuevo lo primero que se debe ubicar es la línea de media tensió por donde pasa para ver si es necesario suministrar una nueva línea.



Fig. 1.6 en este poste en la cual se realizara la interconexión de la nueva línea subterránea.

En este caso ya existe estructura de media tensión y será colocado el sistema de protección en el centro de los dos existentes, no siempre se da el caso que cuando se hace un proyecto hay estructuras tipo RD20 donde se remata la línea primaria y transformador, por lo tanto hago mención que la estructura que comúnmente se utiliza para una transición de un hilo se utiliza estructura PV-75.

Ya realizado el levantamiento en la colonia se procede a diseñar la red de energía eléctrica tomando en cuenta la condición de los terrenos y calles para no afectar una vivienda, así como teniendo en cuenta los lineamientos de construcción de C.F.E. donde la normativa nos exhorta aplicar los derechos de vía y lineamiento de las calles para evitar que la línea de red quede dentro de los predios.



Fig.1.7 proyección de nueva red eléctrica subterránea.



Fig. 1.8 proyección de nueva red eléctrica subterránea

Estos tipos de estructuras son las más usuales cuando la línea de media tensión es de paso, misma que solo se necesita interconectar una sola línea con aparta rayos, canillas y la estructura.

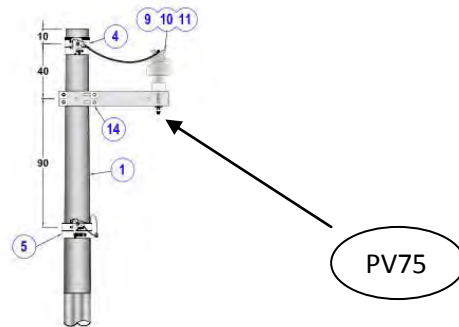


Fig. 1.9. Diseño de una estructura de interconexión de aéreo a Subterráneo (transición)

Capítulo II.- Diseño de la red eléctrica de distribución subterráneo.

Introducción.

Las Normas de distribución- Construcción de sistemas subterráneos, obedecen a la necesidad de tener una reglamentación a nivel nacional, para uniformizar la calidad y al mismo tiempo simplificar la construcción de líneas y redes subterráneas conforme a un criterio Técnico-económico. Manejando un concepto enfocado a transmitir armonía con el entorno y un diseño y construcción de sistemas subterráneos a favor del respeto al medio ambiente.

Antecedentes

Las primeras Normas Nacionales se editaron en 1974 y estuvieron vigentes hasta el 20 de noviembre de 1992, la segunda edición estuvo vigente hasta el 5 de marzo de 1997, la tercera edición estuvo vigente hasta 1 de mayo del 2002, la cuarta edición estuvo vigente hasta 11 de marzo del 2005, la quinta edición estuvo vigente hasta el 21 de agosto del 2008; actualmente a treinta y cuatro años de la implantación de las primeras Normas Nacionales se presenta su sexta edición, la cual incorpora los avances tecnológicos que han permitido la modernización de las técnicas de construcción, así como el empleo de materiales, equipos y accesorios más eficientes, que permiten abatir costos, sin menoscabo de la confiabilidad y seguridad que proporcionan los Sistemas Subterráneos.

Para la optimización de los proyectos, se incorpora la herramienta de diseño y configuración de redes de distribución subterránea de baja tensión asistida por computadora “Conjunto Transformador Red Secundaria” CTRS, la cual facilita el diseño de redes optimizadas, considerando demanda, pérdidas de energía eléctrica, costos de inversión y operación. En la sección correspondiente a alta tensión se incluyen consideraciones técnicas para su diseño, obra civil y electromecánica, así como animaciones que muestran la elaboración de empalmes y terminales de las principales tecnologías que actualmente se emplean en CFE. Esta actualización considera los comentarios y aportaciones a la versión anterior durante su vigencia y los derivados de los Congresos en Sistemas de Distribución Subterránea, de parte de fabricantes, desarrolladores, contratistas y personal de CFE de todo el país.

2.1. Obra civil

En caso de que las obras resultaran de una solicitud especial y sean construidas por terceros, este tendrá la obligación de establecer comunicación inherente al caso con todas las dependencias y entidades, sean públicas o privadas y sujetarse a todas las observaciones descritas por estos, respecto a la construcción de la línea;

haciendo de conocimiento de CFE de lo que resultare aplicable. Durante los trabajos previos a la construcción de la línea se debe cotejar el censo detallado de todas las instalaciones subterráneas existentes en todo el trazo del proyecto de la línea como se indicó en este; con el objeto de detectar si existió alguna modificación u omisión al proyecto de diseño en el lapso comprendido entre el censo de instalaciones y la ejecución de este. Para conformar el banco de ductos por cualquier método constructivo, se debe cumplir con la obtención de planos de los servicios públicos como son agua potable, drenaje, alumbrado público, redes telefónicas, redes de televisión por cable, redes de distribución eléctrica, redes de distribución de gas, etc. Y comprobar la existencia de todas estas instalaciones utilizando equipo de georadar, resonancia electromagnética, sondeos, etc. el cual permita determinar o confirmar la existencia de instalaciones subterráneas, su ubicación y profundidad de desplante. Se debe proporcionar a CFE el proceso y método que se utilizará para realizar los censos de instalaciones subterráneas, incluyendo el catálogo de los equipo que se emplearán.

2.1.2 Trazo.

El trazo debe realizarse conforme a Planos de Proyecto e indicaciones de la supervisión de obra de la CFE, debe hacerse con equipo topográfico, evitando en lo posible interferencias y cruzamientos con otras instalaciones existentes. En caso de encontrarse con otra instalación de servicio, ya sea teléfonos, agua potable, drenaje o alumbrado, etc.; se debe coordinar con la supervisión de CFE a fin de determinar una solución a la intersección. En los sitios donde se detecte la presencia de registros telefónicos, agua Potable, etc., y no se cuente con información que permita conocer la trayectoria de esas instalaciones y sus características, se recomienda efectuar los sondeos que sean necesarios hasta definir el trazo adecuado, sobre todo en el área donde se construirán los pozos de visita. El trazo del banco de ductos se hará con pintura sobre banquetas y con cal sobre terracerías, esto aplica también para la ubicación de pozos de visita. Si la construcción se realiza en zona urbana, es muy importante el proyecto de la trayectoria, procurando evitar instalaciones que pudieran dañar las líneas por contaminación, como son: refinerías, gasolineras o cualquier otro establecimiento que pudiera ocasionar derrames inundando pozos de visita o bancos de ductos, dañando los cables y empalmes. Por ningún motivo se debe compartir o conectar la Obra Civil de CFE con cualquier otro servicio, como drenaje pluvial, aguas negras u otras instalaciones.

2.1.3 Corte con maquina en arroyos y banquetas.

Sobre la línea del trazo debe efectuarse el corte en arroyos y banquetas con máquinas de disco, siempre que el material existente no sea laja, piedra, adoquín o cualquier otro que el supervisor de C.F.E. juzgue que no es necesario cortar.

DEMOLICIONES.

La demolición será necesaria efectuarla cuando algún objeto o construcción impida el proceso constructivo de la línea subterránea; paralelo a este proceso de demolición se debe realizar la actividad del retiro de los materiales y elementos que se encuentran en el área que se afecta por la construcción en función de la trayectoria. En la construcción de la línea subterránea se puede encontrar la necesidad de demoler guarniciones, pavimentos y/o banquetas asfálticos, de concreto, adoquín o cualquier otro material.

Todas las reparaciones de banqueta, vialidades u otra construcción existente en la superficie que haya sido dañada durante la construcción será reparada o reconstruida, según sea el caso, por el desarrollador o contratista.

Las dimensiones de la zanja dependen del tipo de banco de ductos a instalar, de acuerdo a como se indica en el capítulo 7 de estas normas. En los casos donde la zanja tenga que ser profunda y el terreno no sea estable, se debe ampliar hasta encontrar el ángulo de reposo del material o en caso contrario ademar, para evitar derrumbes y accidentes. La zanja debe estar limpia, libre de basura y derrumbes, la superficie nivelada y compactada al 90% PROCTOR en tramos definidos entre pozos de visita.

2.1.4 Bancos de ductos.

Se debe utilizar exclusivamente ductos de PAD o PADC. Para la construcción del banco de ductos en terrenos con nivel freático alto y muy alto únicamente podrá utilizarse tubos de PAD en tramos continuos entre pozos de visita. Para conformar la sección del banco de ductos, se debe considerar el eje de la línea según el plano de proyecto, tomando en cuenta todos los obstáculos derivados del estudio de instalaciones subterráneas de diferentes servicios existentes. La configuración del banco será en triángulo equilátero y debe ser flejada con fleje plástico en toda su longitud a cada tres metros para evitar su separación. La sección de la zanja se debe rellenar de arena térmica y protegidos con una losa de concreto acorde a lo establecido en la sección 7.1 de estas Normas. Los cople de los ductos de PADC deben ubicarse desplazados uno de otro como se indica en la **figura 1.9**. Se cuidará que esta unión sea firme y segura, y que no se vaya a separar durante el relleno y compactación, pudiendo emplear adicionalmente al cople, cintas o flejes plásticos que aseguren dicha unión.



Fig. 2.1, diseño de tubo PAD tipo triangulo.

En ningún caso, CFE aceptará cruces longitudinales de los ductos y debe verificarse que estos conserven la misma posición en toda la trayectoria de la línea. Se debe verificar que no exista alguna obstrucción dentro de los ductos, mediante la utilización de un mandril ó dispositivo para limpieza. Antes de colocar o colar la loza de concreto, se debe verificar las deflexiones en el ducto mediante un cilindro verificador de deflexiones, cualquier sección de ducto que no permita el paso de este dispositivo debe ser levantada para rectificar su colocación. En cada ducto se debe colocar una guía de polipropileno ó rafia de manera que sobresalga 3 metros mínimos en cada pozo de visita en los extremos del banco de ductos. Los amarres que se hagan deben garantizar la unión entre secciones en caso de utilizarse. El banco de ductos debe terminarse con boquillas abocinadas en los pozos de visita, los cuales una vez cableados, deben sellarse con algún sello-ducto adecuado, compatible con la cubierta del cable y que no la dañe mecánicamente.

2.1.5 Proceso constructivo para la conformación del banco de ductos:

- Se debe rellenar y compactar una base de 10 cm. de arena térmica aplicando lo indicado en el capítulo 7 de estas Normas.
- Se instalarán ductos de PAD o PADC acorde al proyecto para alojar los cables de potencia conjuntamente con los ductos de polietileno de alta densidad para alojar el neutro corrido y auxiliares.
- El neutro corrido se puede instalar directamente enterrado bajo la loza de concreto excepto en terrenos corrosivos con alto contenido de sales y sulfatos, en cuyo caso se debe instalar dentro del ducto dispuesto para tal fin.

- Se debe rellenar y compactar con arena térmica en capas de 10 cm hasta el nivel inferior de la losa de protección. La arena térmica debe cumplir con lo indicado en el **punto 6.3 inciso F** de las presentes normas.

- La losa debe ser de concreto armado con un $f'c=100\text{kg/cm}^2$ reforzado con malla 6-6/10-10 por lo que se debe efectuar su diseño tomando en cuenta lo indicado en la **Norma AASHTO** ya que debe soportar impactos. La construcción de la losa de concreto debe ajustarse a lo indicado en los planos del capítulo 7 de estas Normas.

- Sobre la losa se rellenará y compactará con material de banco o el del producto de la excavación siempre y cuando no contenga arcillas expansibles, material orgánico y la volumetría sea menor a 19 mm, en capas de 15 a 20cm.

- Se debe instalar la cinta de advertencia según lo indicado en los planos de la **sección 7.1** de estas normas.

- Para señalar la trayectoria de la línea o líneas, se deben instalar placas de bronce, Las placas de hierro dúctil deben tener una leyenda que debe estar bajo relieve **figura 1.7**. Las placas se deben instalar sobre las aceras con una separación entre ellas no mayor de 10 metros, estas deben quedar al ras del piso terminado.

- Para señalar el cruce de calles o avenidas, se deben colocar dos placas, una sobre la acera antes de cruzar y otra sobre la acera después de cruzar. En caso de cruzar jardines, se debe incrustar la placa en una mojonera y esta a su vez se enterrará a modo de que quede al ras del suelo natural. Para el caso en que la trayectoria de la línea de alta tensión subterránea quede ubicada en arroyo y paralelo a él, las placas de bronce se instalarán de la siguiente manera:

- Si la superficie del arroyo es de concreto hidráulico las placas se instalarán en el eje de la línea subterránea.

- Si la superficie es a base de carpeta asfáltica las placas de hierro dúctil se instalarán sobre la guarnición más próxima (guarnición de banquetta o camellón) indicando la dirección y distancia (metros) a la que se ubica el eje de la línea subterránea.



Fig. 2.2., señalamiento de la red de energía eléctrica.

2.1.6 Densidad de carga eléctrica.

Debido a las diferentes condiciones climatológicas y de desarrollo existentes en el país, así como los diversos factores que se deben considerar para obtener las Densidades de Carga afectadas por el factor de coincidencia, cada División de Distribución determinará cuáles son las aplicables en sus Zonas de Distribución y proporcionará esta información en las Bases de Diseño para cada desarrollo en particular.

A) DETERMINACIÓN DE DENSIDADES DE CARGA.

Para obtener las Densidades de Carga se procederá de la siguiente manera:

A.1 Tipo de carga ya sea residencial o comercial.

A.1.1 Se consideran los diferentes estratos socioeconómicos que se tengan en el área: Interés social (FOVISSSTE, etc.), clase media, clase alta, etc.

A.1.2 Se seleccionan como mínimo cinco áreas saturadas urbanística y eléctricamente de cada estrato socioeconómico cuando menos con 5 años en operación.

A.1.3 En temporada de alto consumo se obtiene la demanda máxima de cada una de las áreas y se cuenta el número de usuarios conectados, obteniendo la demanda máxima coincidente por usuario. El utilizar equipos de medición que cuenten con perfil de carga permite optimizar la capacidad de los transformadores usando de manera programada la sobrecarga permitida.

A.1.4 Se obtiene la raíz cuadrada media de la demanda máxima por usuario, para cada tipo de usuarios.

$$D = \sqrt{\frac{D_1^2 + D_2^2 + \dots + D_n^2}{n}}$$

Dónde:

D = Demanda máxima coincidente por usuario de cada estrato

D1, D2, ... Dn = Demanda máxima por usuario de cada área

n = Número de áreas de cada estrato

El valor obtenido es la demanda máxima coincidente por usuario, para cada tipo de estrato socioeconómico y es la que debe utilizarse para calcular capacidades de transformadores y secciones transversales de los conductores de baja tensión.

- La configuración de la red de media tensión es Configuración radial y son aquellas que cuentan con una trayectoria entre la fuente y la carga proporcionando el servicio de energía eléctrica, estos tipos de conexión solo se aplica en transformadores tipo YT de 1,2,3 fases de entrada y salida.

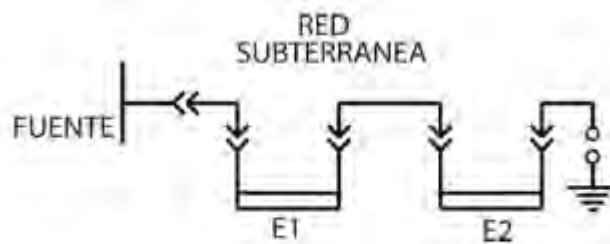


Fig. 2.3., tipo de conexión de transformadores YT monofásicos.

De igual forma el diseño en baja tensión es en forma radial y la distribución de la red es en circuitos respetando las pérdidas de voltaje, caída de tensión y pérdidas en watts, de tal forma se define en lo siguiente:

Configuración radial en baja tensión:

Es aquella que cuenta con una trayectoria entre la fuente y la carga, proporcionando el servicio de energía eléctrica.

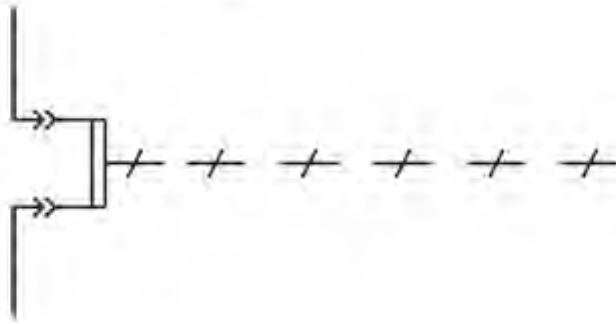


Fig. 2.4., diseño de la red eléctrica en baja tensión de acuerdo al circuito.

- Transformador monofásico protegido con un apartarrayo tipo codo y con un apartarrayo tipo boquilla estacionaria.

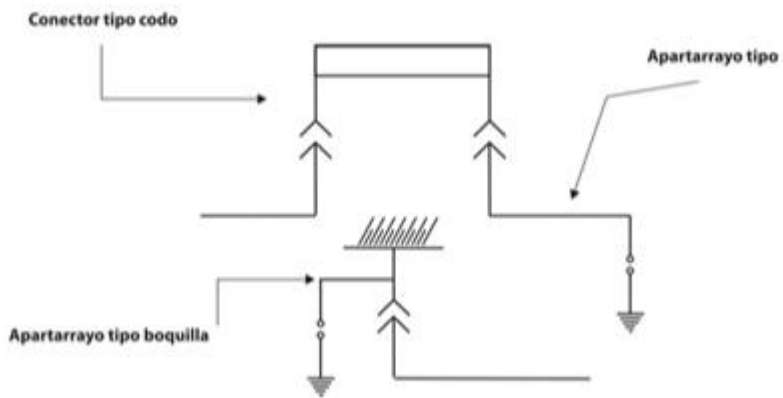


Fig. 2.4., diseño de un transformador con dos apartarayo



Fig. 2.5., tipo de conexión de transformador monofásico tipo YT.

2.1.7 DISEÑO EN MEDIA TENSIÓN

A) SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE 200 A.

Es aquél en el cual la corriente continua, en condiciones normales o de emergencia no rebasa los 200 A. Se utiliza en circuitos que se derivan de troncales de media tensión (tensiones de 13,2 a 34,5 kV) aéreas o subterráneas, la configuración debe ser conforme se indica en 2.2.1. En condiciones de operación normal para el caso de circuitos en anillo, estará abierto aproximadamente al centro de la carga o en el punto dispuesto por el centro de operación. Con el objeto de tener mayor flexibilidad, se tendrá un medio de seccionamiento en todos los transformadores y derivaciones del circuito.

A.1 Se diseñarán de acuerdo a la tensión suministrada en el área y un sistema de neutro corrido con conexiones múltiples de puesta a tierra.

A.2 Los circuitos aéreas que alimentan el proyecto subterráneo, deben ser 3f-4h.

A.3 Los circuitos alimentadores subterráneos deben ser:

Tabla 2.1, tipos de servicios que se pueden brindar.

CARGAS	CONFIGURACIÓN
Residencial	1F-2H ó 3F-4H
Comercial	3F-4H
Industrial	3F-4H

A.4 La caída de tensión máxima en los circuitos de media tensión no debe exceder del 1% del punto de suministro indicado por C.F.E. a la carga más alejada, en condiciones normales de operación, tomando en cuenta demandas máximas.

A.5 El cable del neutro debe ser cobre desnudo semiduro o de acero recocido con bajo contenido de carbono, recubierto de cobre o aquél que haya sido aprobado por el *LAPEM*.

A.6 El calibre del neutro debe determinarse de acuerdo al cálculo de las corrientes de falla. En ningún caso la corriente de corto circuito en el bus de las subestaciones que alimenten circuitos subterráneos, debe exceder los 10 kA simétricos.

A.7 El conductor de neutro corrido debe tener múltiples conexiones de puesta a tierra para garantizar en los sitios en donde se instalen accesorios y equipos, una resistencia a tierra inferior a 10 Ω en época de estiaje y menor a 5 Ω en época de lluvia, debiendo ser todas las conexiones del tipo exotérmica o comprimible.

A.8 El neutro corrido debe quedar alojado en el mismo ducto de una de las fases o podrá quedar directamente enterrado, excepto en terrenos corrosivos con alto contenido de sales y sulfatos.

A.9 El nivel de aislamiento de los cables debe ser del 100 %. En todos los casos el aislamiento de los cables a emplearse será de sección reducida (Alto Gradiente).

En transiciones aéreo-subterráneo-aéreo el nivel de aislamiento de los cables debe ser de 133 %, debiéndose utilizar cables con cubierta negra, para la protección contra los rayos ultravioleta. En todos los casos el aislamiento de los cables a emplearse será de sección reducida (Alto Gradiente).

A.10 La sección transversal del cable debe determinarse de acuerdo al diseño del proyecto, el calibre mínimo debe ser 1/0 AWG y cumplir con la norma NRF024-CFE.

A.11 Deben emplearse conductores de aluminio y en casos especiales en que la CFE lo requiera, se podrán utilizar conductores de cobre.

A.12 Se debe indicar en las bases de diseño si el cable es para uso en ambientes secos o para uso en ambientes húmedos, según lo indica la especificación NRF-024-CFE y de acuerdo a las características del lugar de instalación.

A.13 La pantalla metálica del cable, debe conectarse sólidamente a tierra en todos los puntos donde existan equipos o accesorios de acuerdo a las recomendaciones generales del artículo 250 de la NOM-001-SEDE. En equipos (transformadores y seccionadores), se permite la puesta a tierra de los accesorios mediante sistemas mecánicos.

A.14 Los cables deben instalarse en ductos de PADC o PAD. Se pueden emplear ductos de sección reducida como se indica en las Tablas 2.4.5 de esta Norma; considerando siempre, que se deben respetar los factores de relleno recomendados en la NOM-001-SEDE.

A.15 Donde se instalen equipos y/o accesorios debe dejarse un excedente de cable de 1.0 m después de haberse instalado en los soportes y presentado para la elaboración del accesorios. Cuando los transformadores no lleven registros, la reserva de cable debe dejarse en uno de los registros adyacentes.

A.16 En seccionadores y conectadores múltiples de media tensión, se deben utilizar indicadores de falla de acuerdo a la corriente continua del sistema. Se deben emplear indicadores monofásicos o trifásicos con abanderamiento monofásico. Excepto en los siguientes casos:

1. Cuando el seccionador cuente con protección electrónica.
2. Cuando un codo porta fusible derive del conector múltiple.

A.17 Los indicadores de falla a instalar deben cumplir con la especificación **CFE GCUIO-68**.

A.18 Se deben instalar apartar rayos de frente muerto en los puntos normalmente abiertos de los anillos y en el último transformador de cada ramal radial.

A.19 No se debe utilizar la red subterránea como troncal para alimentar redes aéreas.

2.1.9. DISEÑO EN BAJA TENSION

En áreas residenciales los circuitos de baja tensión monofásicos deben ser 2f-3h 240/120 V. Se emplearán tantos circuitos radiales como lo determine el CTRS. En cada uno de los circuitos se deben cumplir los

valores de regulación y pérdidas indicados en esta Norma. En transformadores con boquillas rectas y sólo con el fin de optimizar los proyectos, se permite la conexión de acometidas directamente de la boquilla, debiéndose utilizar para ello, las perforaciones más alejadas de la pared del transformador, reservando las más cercanas para los circuitos. Se deben instalar las boquillas tipo rectas de acuerdo a la cantidad de circuitos y acometidas que se deriven directamente. En áreas comerciales los circuitos de baja tensión deben ser 3f-4h 220/127 V. Se emplearán tantos circuitos radiales como lo determine el CTRS. En cada uno de los circuitos se deben cumplir los requisitos de regulación y pérdidas indicados en esta Norma. Al igual que en las áreas residenciales también se permite utilizar transformadores con boquillas rectas, teniendo las mismas consideraciones de conexión y cantidad de circuitos y acometidas que se deriven directamente.

A.1 La caída de tensión del transformador al registro más lejano no debe exceder del 3 % en sistemas monofásicos y del 5 % en sistemas trifásicos y los cálculos deben incluirse en la memoria técnica descriptiva.

Cables.

A.2 Circuitos de baja tensión. Los registros de baja tensión se deben colocar, según lo permitan las acometidas, lo más retirado uno del otro, cuidando el cumplimiento de los criterios de regulación y pérdidas de la red de distribución. Los cables de baja tensión deben cumplir con la norma NRF-052-CFE.

A.3 La configuración de los cables debe ser triplex para sistemas monofásicos y cuádruplex para sistemas trifásicos, con el neutro de sección reducida y de acuerdo con la norma NRF-052-CFE.

A.4 El neutro debe ponerse a tierra mediante el conector múltiple en el registro de final del circuito secundario y en el transformador mediante la conexión al sistema de tierras.

A.5 Debe usarse una sección transversal de acuerdo a las necesidades del proyecto.

A.6 Por regla general los circuitos de baja tensión no excederán una longitud de 200 m, permitiéndose en casos excepcionales longitudes mayores, siempre y cuando se satisfagan los límites de caída de tensión y pérdidas, las cuales no deben exceder el 2%.

A.7 La referencia de tierra del transformador, el neutro de la red de baja tensión y el neutro corrido deben interconectarse entre sí

.

A.8 Entre registros no deben usarse empalmes en el conductor.

A.9 Los circuitos de baja tensión deben instalarse en ductos de PADC o PAD. Se pueden emplear ductos de sección reducida como se indica en las Tablas

NOTA: de esta Norma; considerando siempre, que se deben respetarse los factores de relleno recomendados en la NOM-001-SEDE.

A.10 Debe instalarse un circuito de baja tensión por ducto.

A.11 En el caso de que los circuitos de baja tensión alimenten exclusivamente concentraciones de medidores, el cable a utilizar podrá ser cobre tipo THHW-LS de 600 V sin conexiones intermedias, la longitud debe ser tal que no se excedan los límites de caída de tensión y pérdidas, las cuales no deben ser superiores al 2%.

A.12 Todos los sistemas de tierras deben tener una resistencia máxima equivalente a 10Ω en época de estiaje y 5Ω en época de lluvias, debiendo ser todas las conexiones del tipo exotérmica o comprimible.

2.1.9 Transformadores

1. Se deben usar transformadores monofásicos contruidos con base a la especificación **CFE K0000-04** “Transformadores monofásicos tipo pedestal hasta 100 kVA para Distribución Subterránea”, sin térmico o interruptor termo magnético y sin indicador de falla.
2. Cuando el espacio en la banqueta no lo permita, se deben usar transformadores contruidos con base a la especificación **CFE K0000-19** “Transformadores monofásicos tipo sumergible hasta 100 kVA para Distribución Residencial Subterránea” sin térmico o interruptor termo magnético y sin indicador de falla.
3. Cuando no sea posible la utilización de sistemas monofásicos, las cargas trifásicas se deben alimentar con transformadores contruidos con base a la especificación **CFE K0000-08** “Transformadores trifásicos tipo pedestal hasta 225 KVA para Distribución Subterránea”, tipo radial.
4. Cuando el espacio en la banqueta no lo permita, se deben alimentar con transformadores contruidos con base a la especificación **CFE K0000-22** “Transformadores trifásicos tipo sumergible hasta 225 kVA para Distribución Subterránea”.

2.1.10 Conexiones mecánicas

B.1 Conector múltiple para baja tensión de 4, 6, 8 y 10 vías.

B.2 Juego de conexiones tipo CM-600 que consiste en un conector de compresión de aluminio tipo zapata, manga aislante polimérica, tornillo y rondana de presión.

B.3 Empalme en derivación con gel, que consiste en un conector a compresión tipo C con espaciador, inmerso en un recipiente con gel.

B.4 Empalme en derivación contráctil en frío que consiste en un conector a compresión tipo C con espaciador, juego de cintas y manga contráctil en frío.

B.5 Empalme en derivación termo contráctil, que consiste en un conector a compresión tipo C con espaciador, juego de cintas y manga abierta termo contráctil.

B.6 Conector tipo mordaza que consiste en un conector aislado tipo mordaza, realizando mecánicamente la unión de la derivación de cables Aluminio – Cobre o Aluminio - Aluminio.

2.1.11 Acometidas en baja tensión

B.1 Para el caso de que en el desarrollo existan únicamente lotes y no viviendas construidas, se deben dejar previstos para las acometidas ductos de PVC tipo pesado o PAD RD 19 de al menos 38 mm de diámetro en acometidas trifásicas y 31.7 mm de diámetro en acometidas monofásicas cerrados en ambos extremos, saliendo del registro secundario a un punto ubicado a 50 cm dentro del límite de propiedad del lote. En ambos casos se debe respetar el factor de relleno establecido en la NOM-001-SEDE. Es necesario dejar una mojonera como indicación sobre la superficie del predio para poder localizar el extremo del ducto.

B.2 Para el caso de que en el desarrollo existan viviendas construidas se deberán considerar las preparaciones para la instalación de los medidores conforme a las Normas de Medición de CFE.

B.3 La instalación del cable y del equipo de medición, debe sujetarse a las Normas de Medición de CFE.

B.4 En registros de baja tensión tipo 2, el número máximo de cables monopolares para acometida que se permite instalar es de 27.

B.5 En registros de baja tensión tipo 1, el número máximo de cables monopolares para acometida que se permite instalar es de 15.

B.6 Para los desarrollos considerados dentro del apartado **2.3.5**, los servicios monofásicos individuales contiguos se deben suministrar preferentemente mediante acometidas 2F- 3H.

B.7 Para desarrollos donde no se considere el empleo de registros de baja tensión, se utilizarán muretes según la especificación CFE-EM-BT112.- “Especificación para servicio monofásico tipo II, con carga hasta 5 kW en baja tensión”.

A) ACOMETIDAS EN MEDIA TENSIÓN.

A.2 Los transformadores deben ser monofásicos, conectados en forma radial construidos con base a las NMX-J-285 o NMX-J-287 y sus valores de pérdidas no deben exceder a los indicados en las especificaciones CFE K0000-04 ó 19. Deben estar protegidos por medio de interruptores térmicos o termomagnéticos ubicados en el lado de baja tensión.

A.3 El mantenimiento de los transformadores, circuitos y luminarias de alumbrado público estará dado por el contratante.

B) ALIMENTACIÓN EN BAJA TENSIÓN.

B.1 Las luminarias y los sistemas a emplear deben ser del tipo ahorradoras de energía eléctrica.

B.2 Serán independientes de los circuitos de la CFE y deberán estar protegidos con interruptor térmico o termomagnético ubicados en el murete de medición.

B.3 No se permite cruzar arroyos de calles con acometidas.

2.1.12 Presentación de planos

A.1 En todos los Planos se utilizará la Simbología y Nomenclatura indicadas en la Norma.

A.2 Las instalaciones eléctricas aéreas necesarias para alimentar a la red subterránea deberán mostrarse en Plano (s) diferente (s) de ésta.

A.3 Todos los Planos generales de Media y Baja Tensión, Obra Civil y Alumbrado Público deberán contener la siguiente información:

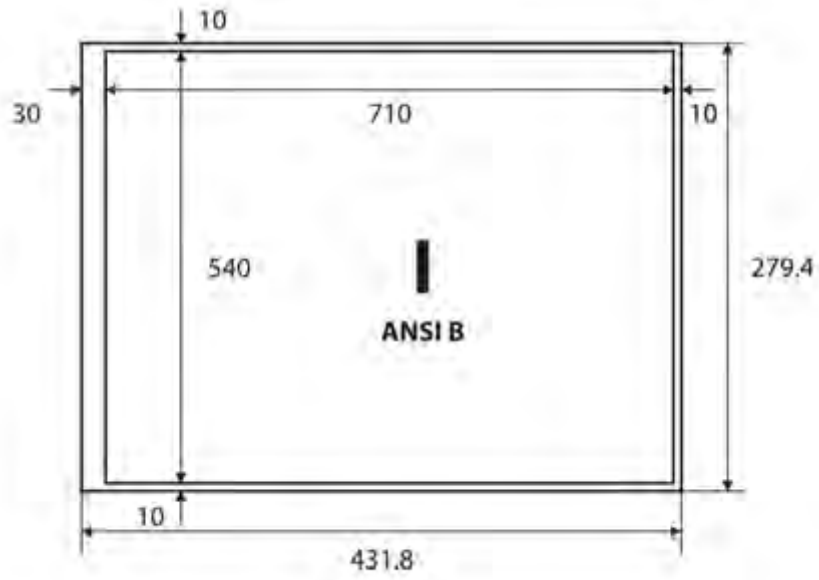
- Norte geográfico, el cual se indicará en el primero o segundo cuadrante del Plano, orientado hacia donde convenga al proyecto.
- Lotificación.
- Trazo de calles con sus nombres.

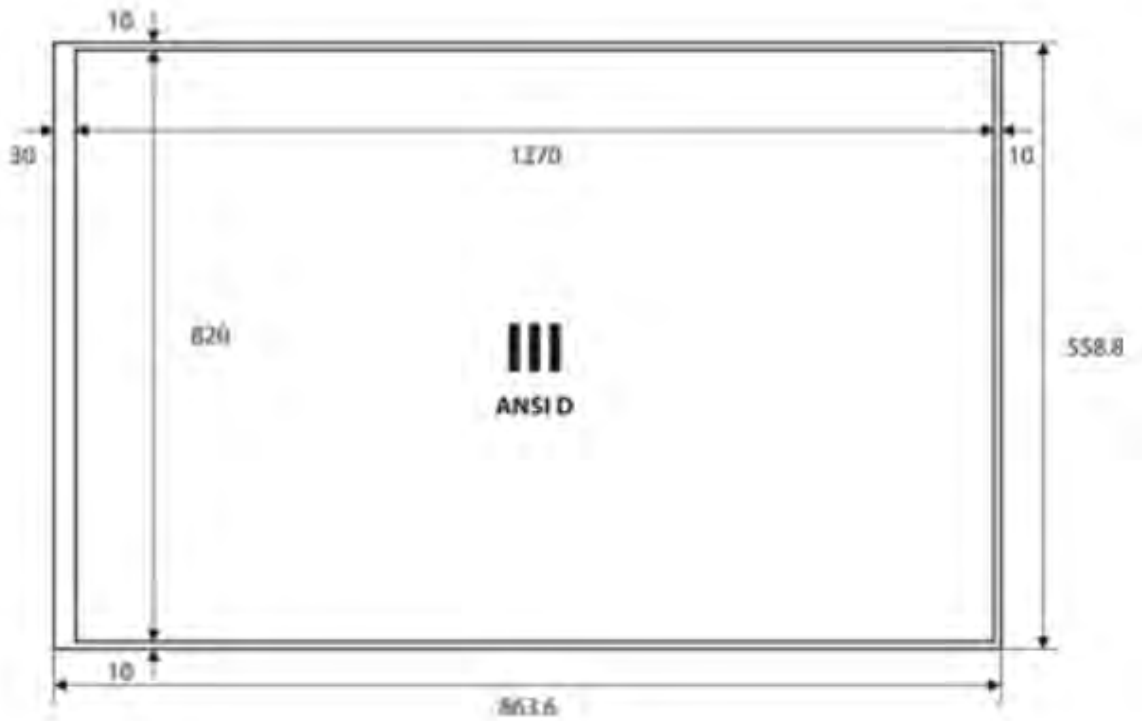
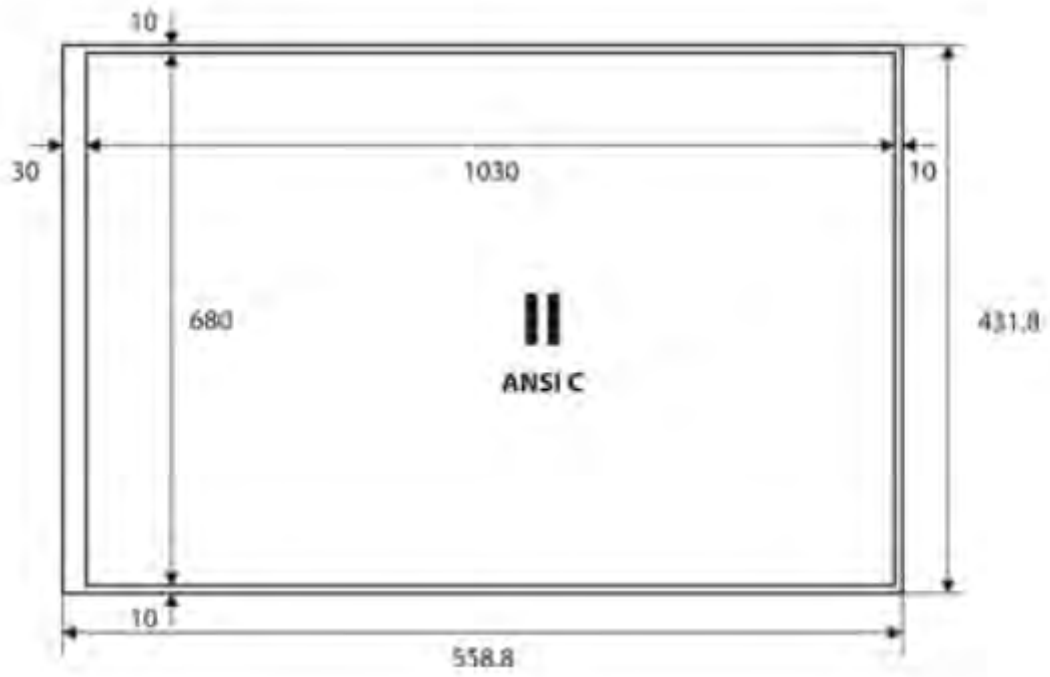
- Identificación de áreas verdes y donación.
- Simbología.

La información requerida para las características particulares de cada Plano está indicada en el PROTER.

B) TAMAÑO DE LOS PLANOS.

Se podrán utilizar planos de las siguientes dimensiones (mm):





C) CUADRO DE REFERENCIA.

El Cuadro de Referencia está contenido en la norma actual así como en el sistema Desarrollador de Proyectos DEPRORED y se dibujará en la esquina inferior derecha de cada Plano.

The diagram shows a reference table with the following structure and dimensions:

- Top Section (110.00 height):**
 - Text: LA COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD DIVISION DE DISTRIBUCIÓN (DIVISION) CERTIFICA HABER REVISADO Y AUTORIZADO EL PRESENTE PROYECTO DE ELECTRIFICACIÓN CON VIGENCIA DE UN AÑO A PARTIR DEL (DIA) DE (MES) DEL AÑO (AÑO)
 - REVISÓ (with fields for NOMBRE REVISÓ and CARGO REVISÓ)
 - Vu.Bo. (with fields for NOMBRE Vu.Bo. and CARGO Vu.Bo.)
 - APROBÓ (with fields for NOMBRE APROBÓ and CARGO APROBÓ)
 - NOTA: CON ESTA APROBACION NO ESTA AUTORIZADO PARA CONVENIR LA OTRA FORMA EJECUTARSE HASTA QUE SEA FORMADO EL CONVENIO DE FORMA CORRESPONDIENTE.
- Second Section (35.00 height):**
 - Logo: CFE Una empresa de clase mundial
 - Text: DIVISION, ZONA, TIPO DE PLANO, ID DE PLANO
- Third Section (40.00 height):**
 - Text: RED ELÉCTRICA DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA DEL DESARROLLO: DOMICILIO 1, DOMICILIO 2, DESARROLLADOR, UBICACION 1, UBICACION 2
- Bottom Section (30.00 height):**
 - Left: Dibujo: NOMBRE DIBUJO
 - Right: Propietario: PROPIETARIO
 - Bottom Left: Proyecto: NOMBRE PROYECTO
 - Bottom Right: Escala: ESCALA, Fecha: FECHA, Plano: NO. DE PLANO

Dimensions: 110.00, 35.00, 40.00, 30.00 (vertical); 40.00, 40.00, 40.00 (horizontal).

D) ESCALAS.

Las escalas que se utilizarán para la elaboración de planos de redes de distribución subterráneas estarán en función del tamaño del desarrollo, como a continuación se indica:

D.1 Para el recuadro de localización general, que permitirá ubicar el desarrollo con respecto a un punto importante de referencia:

- Escala 1:50 000 para la localización con respecto a una ciudad.
- Escala 1:10 000 para la localización en un área urbana.

D.2 Para el área de lotificación se podrán utilizar:

- Escala 1:500 para desarrollos de 1 a 5 bancos de transformación.
- Escala 1:1 000 para desarrollos de 6 a 20 bancos de transformación.
- Escala 1:2 000 para desarrollos de más de 20 bancos de transformación.

PLANOS DE PROYECTO

Cada plano deberá contener, además de lo solicitado en los incisos A y C, toda la información necesaria para su clara comprensión e interpretación y que como mínimo será la siguiente:

A) PLANO GENERAL DE MEDIA TENSIÓN.

- B) **A.1** Recuadro de localización general.
- C) **A.2** Trayectoria de los circuitos.
- D) **A.3** Localización de transiciones Aéreo-Subterráneas, indicando circuitos y
- E) subestaciones que las alimentan.
- F) **A.4** Localización de equipos y dispositivos.
- G) **A.5** Identificación de equipos, circuitos y fases de acuerdo a la Norma
- H) correspondiente.
- I) **A.6** Diagramas trifilares o unifilares, indicando todos los componentes
- J) eléctricos. Tratándose de apegar los trazos a la configuración real en campo.
- K) **A.7** Cuadro de dispositivos en el cual se deberá indicar el tipo, cantidad y
- L) características de los dispositivos eléctricos, debiéndose indicar la ubicación de
- M) cada uno de los elementos.
- N) **A.8** Simbología y claves eléctricas del Plano de planta y diagrama trifilar o
- O) unifilar.
- P) **A.9** Notas aclaratorias que sean necesarias.

B) PLANO GENERAL DE BAJA TENSIÓN.

- B.1** Trayectoria de los circuitos.
- B.2** Localización de transformadores, registros, concentración de medidores y acometidas.
- B.3** Identificación de acuerdo a las Normas correspondientes de transformadores, circuitos, registros y concentraciones de medidores y de ser necesarias las acometidas.
- B.4** Cuadro de cargas, en el que se indicará por cada transformador:
 - Número.

- Carga por tipo de lote, departamento, etc.
- Cantidad de cada tipo de lotes, departamentos, etc.
- Carga por lotes, departamentos, etc.
- Carga por tipo de luminaria.
- Cantidad de cada tipo de luminaria.
- Carga por alumbrado.
- Carga total.
- Capacidad del transformador.
- Porcentaje de utilización del transformador.

C) PLANO DE DETALLES DE LA OBRA ELÉCTRICA.

En este Plano se mostrarán los detalles constructivos de:

- C.1** Estructuras de transición aéreo subterráneas.
- C.2** Conexiones del equipo y dispositivos.
- C.3** Conexiones de los sistemas de tierras.
- C.4** Concentraciones de medidores.
- C.5** Dispositivos de identificación.
- C.6** Cualesquiera otros detalles importantes.

D) PLANO DE ALUMBRADO.

- D.1** Trayectoria de los circuitos.
- D.2** Localización de transformadores o registros de los que se alimentara la red de alumbrado, equipos de medición, protección y control, luminarias y registros.
- D.3** Cuadro de cargas indicando por transformador: su número, carga por tipo de luminaria, cantidad de cada tipo de luminaria y carga total.
- D.4** Diagrama unifilar.

E) PLANO GENERAL DE LA OBRA CIVIL.

- E.1** Trayectoria de los bancos de ductos.
- E.2** Localización de bóvedas, pozos de visita, registros, concentraciones de medidores, bases de equipo y muretes.
- E.3** Nomenclatura de todos los componentes de la obra civil.
- E.4** Cortes de avenidas, calles y banquetas.
- E.5** Cuadro de los componentes de la red, en el que se indicará el número, tipo y norma de cada bóveda, pozo de visita, registro, bases de equipo y muretes; para los bancos de ductos se indicará su nomenclatura.

F) PLANO DE DETALLES DE LA OBRA CIVIL.

En este Plano se mostrarán los detalles constructivos de: bóvedas, pozos de visita, registros, base de equipos muretes y detalles importantes, especificando su Norma correspondiente. Para la mayor comprensión e interpretación de cada plano se podrá consultar toda la información contenida en el PROTER.

MEMORIA TÉCNICA DESCRIPTIVA

La información que debe contener esta memoria es la siguiente:

- A) GENERALIDADES DEL DESARROLLO.**
- B) **A.1** Nombre oficial del desarrollo y propietario.
- C) **A.2** Localización.
- D) **A.3** Tipo de desarrollo.
- E) **A.4** Descripción general.
- F) **A.5** Etapas de construcción.
- G) B) DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.**
- H) **B.1** Generalidades.
- I) **B.2** Objetivos.
- J) **B.3** Especificaciones, Normas y Reglamentos.
- K) **B.4** Demandas eléctricas.
- L) **B.5** Fuentes de alimentación.
- M) **B.6** Tipos de sistema a utilizar.
- N) **B.7** Configuraciones de la red de media tensión.
- O) **B.8** Material de conductores, tipo y nivel de aislamiento de cables de media y
- P) baja tensión.
- Q) **B.9** Etapas de construcción.

C) DESCRIPCIÓN DE LA OBRA ELÉCTRICA.

C.1 Cálculos eléctricos para determinar:

- Capacidad de transformadores.
- Sección transversal de conductores.
- Ampacidad de cables.
- Regulación de voltaje.
- Pérdidas.
- Cortocircuito.

C.2 Indicar cantidad y ubicación de transiciones de líneas de media tensión
Aéreas a Subterráneas.

C.3 Indicar el equipo de transformación, seccionalización, protección, indicación de fallas, accesorios de media y baja tensión que se instalarán.

C.4 Descripción de la red de media tensión.

C.5 Descripción de la red de baja tensión.

C.6 Descripción de la acometida de media tensión, domiciliarias y a concentraciones de medidores.

C.7 Conexiones de sistemas de tierras.

C.8 Listado del equipo y materiales por instalar, indicando marcas, modelos y Normas aplicables.

D) DESCRIPCIÓN DE LA OBRA.

Describir en forma breve los elementos de Obra Civil que se utilizarán y su aplicación, indicando las Normas correspondientes.

E) IDENTIFICACIONES.

En base a las Normas correspondientes, describir la identificación de los elementos eléctricos y civiles que se realiza en Planos de proyectos y además como se efectuará física mente en la obra dicha identificación.

F) ALUMBRADO PÚBLICO.

Describir el sistema de alumbrado y los cálculos eléctricos correspondientes, tomando en consideración que será obligatorio el uso de sistemas de alumbrado ahorrador y circuitos de restricción horaria.

Capítulo III diseño de la red eléctrica

Se diseña el plano de la red de energía eléctrica de acuerdo a la demanda de energía eléctrica, de igual forma se contemplan las distancias de las viviendas, tomando en cuenta las caídas de voltaje y las perdidas en watts en cuestión de línea de media y baja tensión de igual forma el plano eléctrico de alumbrado.

3.1. Transformador (E1).

Calculo para circuito 1 de acuerdo la norma de comisión federal de electricidad que lo rige de acuerdo a las distancias del proyecto a ejecutar para el transformador (E1) de capacidad de 50 KVA.

Tabla 3.1., Cálculo de circuito .1, suma de los circuitos en total de la carga en demanda.

CALCULOS DE REGULACION DE VOLTAJE Y PERDIDAS EN CIRCUITOS DE BAJA TENSION SUBTERRANEA																								
TRANSFORMADOR E1																								
UBICACION																								
KVA/USUARIO		1F	2F	3F																				
		1.5	2.0	0.0																				
TRANSFORMADOR (1 ó 3)		1																						
CIRCUITO																								
C1																								
REG (P)	A	REG (P)	LONGITUD m	USUARIOS						KVA	KVA	CALIBRE AWG	R (ohms/Km)	Z (ohms/Km)	Vincial (V _i)	Vincial (V _e)	CORRIENTE REGISTRO	CAIDA DE TENSION	Vfinal (V _e)	Vfinal (V _i)	REGUL. %	PERDIDAS (W)		
				1F	2F	3F	TOTAL	ACUM	ACOM.													RED B.T.	TOTALES	
E1	2	47.95	4	0	4	11	6.00	16.50	3/0	2	0.435	0.445	240.00	120.00	68.75	1.47	118.53	237.06	1.22	0.00	197.18	197.18		
2	1	12	4	0	4	7	6.00	10.50	3/0	2	0.435	0.445	237.06	118.53	44.29	0.24	118.30	236.59	0.20	0.00	20.48	20.48		
E1	3	49.2	1	0	1	3	1.50	4.50	3/0	2	0.435	0.445	236.59	118.30	19.02	0.42	117.88	235.76	0.35	0.00	15.48	15.48		
3	7	12	2	0	2	2	3.00	3.00	3/0	2	0.435	0.445	235.76	117.88	12.72	0.07	117.81	235.62	0.06	0.00	1.69	1.69		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00		
					0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	11							

Tabla 3.3., Circuito 3, dimensionamiento de la carga de la red eléctrica en regulación de voltaje y watts.

ESTUDIO PARA EL CALCULO DEL PORCIENTO DE REGULACION Y PERDIDAS																								
CIRCUITOS DE BAJA TENSION																								
TRANSFORMADOR E1																								
UBICACIÓN 0																								
KVA/USUARIO																								
1F 2F 3F																								
1.5 2.0 0.0																								
CIRCUITO C3																								
REG (P)	A	REG (P)	LONGITUD m	USUARIOS					KVA	CALIBRE	R (ohms/Km)	Z (ohms/Km)	V inicial (V)	V inicial (V _s)	CORRIENTE REGISTRO	CAIDA DE TENSION	V final (V _s)	V final (V)	REGUL. %	PERDIDAS (W)				
				1F	2F	3F	REG.	ACUM												ACOM.	RED B.T.	TOTALES		
E1	4	43.5		0	5	0.00	7.50	3/0	2	0.435	0.445	240.00	120.00	31.25	0.61	119.39	239.39	0.50	0.00	36.96	36.96			
4	5	62.5		0	5	0.00	7.50	3/0	2	0.435	0.445	239.39	119.39	31.33	0.87	118.52	238.52	0.73	0.00	53.37	53.37			
5	12	55.7	2	2	5	3.00	7.50	3/0	2	0.435	0.445	238.52	118.52	31.44	0.78	117.74	237.74	0.65	0.00	47.91	47.91			
12	13	12	3	3	3	4.50	4.50	3/0	2	0.435	0.445	237.74	117.74	18.93	0.10	117.64	237.64	0.08	0.00	3.74	3.74			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.64	0.00	0.00	117.64	237.64	0.00	0.00	0.00	0.00			
				0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	237.64	117.6											

Tabla 3.5, Circuito 1, dimensionamiento de la carga en regulación de voltaje y pérdidas en watts.

ESTUDIO PARA EL CALCULO DEL PORCIENTO DE REGULACION Y PERDIDAS																	0	0	
CIRCUITOS DE BAJA TENSION																			
TRANSFORMADOR E2																			
UBICACIÓN																			
KVA/USUARIO																			
1F 2F 3F																			
1.5 1.5 0.0																			
TRANSFORMADOR (1 ó 3)																			
1																			
CIRCUITO																			
C1																			
REG (P)	A	REG (P)	LONGITUD m	USUARIOS					CALIBRE AWG	Vincial (V _i)	CORRIENTE REGISTRO	CAIDA DE TENSION	Vfinal (V)	REGUL. %	PERDIDAS (W)			Pulpos	
				1F	2F	3F	TOTAL	KVA							ACOM.	RED B.T.	TOTALES	6 Vias	8 Vias
E2		2	74.85	4			4	12.00	3/0	240.00	50.00	1.67	236.67	1.39	0.00	162.80	162.80		
2		1	12	3			3	6.00	3/0	236.67	25.35	0.14	236.40	0.11	0.00	6.71	6.71		
E2		4	12	1			1	1.50	3/0	236.40	6.35	0.03	236.33	0.03	0.00	0.42	0.42		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00	0.00	236.33	0.00	0.00	0.00	0.00		
							0	0.00	3/0	236.33	0.00								

Ya una vez calculado la carga por transformador se procede a la minuciosa revisión por parte de C.F.E. con los planos de media, baja tensión y al mismo tiempo el de alumbrado público, para verificar si concuerdan los datos de la tabla con los planos y una vez dado el visto bueno y autorizado por parte de planeación y dada la acta de factibilidad ya se procede a la construcción de la obra.

3.3 inicio los trabajos de campo con la parte de la red de media tensión

Para este capítulo haremos mención de lo que es el proceso de conexión y el cálculo de media tensión. Proyecto que se considera con un voltaje de 13.2 KV, porque es el voltaje de línea primaria con el que se va a conectar el área a construir, ya que también tenemos voltaje de 34 KV en las líneas de distribución zona Polyuc, el cual se considera tanto un voltaje de Media Tensión como un voltaje para distribución.

Existen dos aspectos importantes en este proyecto de Media tensión ya que se cuenta con una línea aérea y otra por construirse que será subterránea. La línea primaria aérea se tomará del circuito existente de la calle 81 entre 78 y 80, colonia Jesús Martínez Ross. El cual es un conductor calibre 3/0 de ACSR (cable de aluminio desnudo con alma de acero) con 2f-3h en la línea primaria. Para la construcción del sistema subterráneo se hará una transición que se tomarán de la línea aérea ya existente y dichas transición alimentarán toda la línea subterránea de la colonia. Hablaremos de los cálculos y materiales requeridos como: poste, conductores, accesorios, registros, tuberías, transformadores, apartarrayos, cortacircuitos y sistema de tierras; necesarios para la media tensión, explicando el procedimiento requerido.

3.4 Transición

Significa pasar de una línea aérea a una subterránea como se muestra en la figura 3.1, 3.2 y 3.3



Fig. 3.1 Transición



Fig. 3.2 Transición

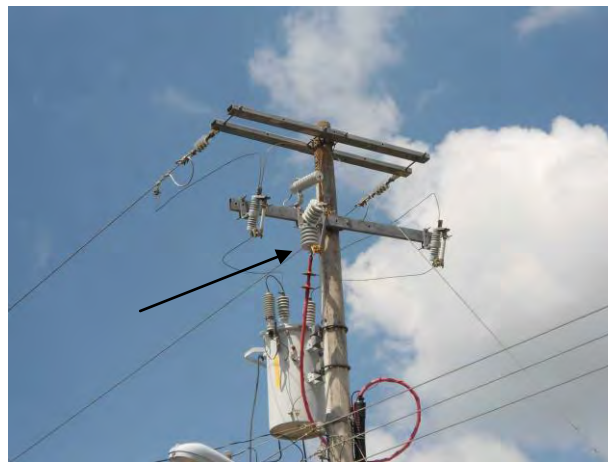


Fig. 3.3 Transición

Para realizar la transición partimos de un poste existente de 12-750 en el cual 12 es su altura y 750 la resistencia, en el cual se coloca una estructura con herrajes: cruceta, tirante, abrazaderas y accesorios para alojar los cortacircuitos, apartarrayos, y derivar la transición. Es importante señalar los accesorios que se requieren para la elaboración de la transición como:

3.4.1 Terminal Tipo Exterior De 15 kV.

Se utiliza para controlar los esfuerzos eléctricos producidos por el campo magnético que se presenta sobre el aislamiento del cable al retirarse la pantalla semiconductora, las campanas premoldeadas tienen una alta resistencia a la radiación solar y no permiten el escurrimiento del agua sobre el conductor, las terminales tipo exterior se manejan de 15 y 38 kV y de calibres de 1/0 a 500 mcm como se muestra en la Fig. 3.4, 3.5 y 3.6.



Fig. 3.4 Terminales tipo exterior de 15 kV.



Fig. 3.5 Terminales tipo exterior de 15 kV.



Fig. 3.6 Terminales tipo exterior de 15 kV.

3.4.2 Bota termocontráctil.

Está diseñada para asegurar el aislante y el sellado del conductor con armadura o cables con cubierta. Para nuestro proyecto utilizaremos una bota termocontráctil de 3" ya que es el diámetro de nuestra tubería para la

transición. Se maneja de diferentes medidas desde 2" hasta 4" y con salidas para los conductores con un rango desde 1/0 a 500 mcm como se muestra en la Fig. 3.7



Fig. 3.7 Bota Termocontráctil de 3"

3.4.3 Tubería PADC Corrugado color negro de alta densidad

Se utiliza para alojar el conductor y protegerlo, ya que se encuentra a la intemperie, ésta se coloca a un costado del poste y se sujeta por medio de fleje (soguilla de acero) quedando totalmente sujeta como se muestra en la Fig. 3.8.

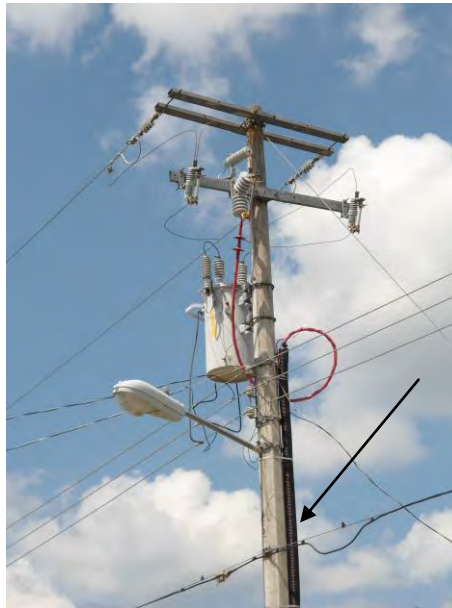


Fig. 3.8 de tubo PADC corrugado negro

La opción de elegir un sistema de distribución subterráneo es para brindar mayor seguridad a los usuarios, así como la estética del conjunto residencial, ya que nos estamos evitando el poner postes y cables que impidan ver con claridad el conjunto residencial.

Como la línea a instalarse es del tipo subterránea, se debe tener mucho cuidado en los cálculos para poder brindar la seguridad mencionada, ya que debemos tomar diversos factores que van desde el aislamiento de los conductores hasta el cálculo de los mismos para evitar calentamientos que causen alguna falla. Para nuestro caso, solo estamos hablando de una línea corta, por lo que nos estamos evitando el cálculo de capacitancia e inductancia en la línea.

3.4.4 Transformadores de distribución.

En esta parte es importante señalar que la línea subterránea de media tensión llega a la subestación, la cual se encarga de reducir el voltaje de 13200V a 240/120V, cabe mencionar que es el voltaje proporcionado por CFE para cargas particulares o casa residencial tal como lo menciona la norma de CFE.

También es de gran importancia el tener presente que para estos casos, se debe tener mucha seguridad al conectar los transformadores para que brinden el aislamiento adecuado, y de esta manera evitar daños a los usuarios, a los equipos y a las cargas que se van a alimentar.

Los transformadores que se utilizan son transformadores del tipo pedestal (véase la Fig. 3.9, 3.10) tipo unicornio en su lado primario o de alta tensión; el cual se conecta una boquilla en alta y el otro punto va a tierra, el cual debe de estar referenciado a la subestación generadora por un neutro corrido. Y la otra boquilla puede servir para enlazar más transformadores quedando una configuración tipo anillo.

En el proceso de la conexión del conductor XLP al transformador se utilizan diferentes tipos de accesorios como:



Fig. 3.9 Transformador tipo pedestal.



Fig. 3.10 Transformador tipo pedestal.

3.4.5 Conector tipo codo operación con carga de 15 kV 200A.

El cual se utiliza para conectar el conductor XLP al primario del transformador por medio de un inserto, cabe mencionar que se puede trabajar con carga como su nombre lo indica y lo muestra la Fig. 3.11.



Fig. 3.11, conector tipo codo operación con carga de 15 KV, 200ª.

3.4.6 Inserto operación con carga de 200A 15 KV.

El inserto lleva la conexión entre la boquilla del transformador y el codo operación con carga como se muestra en la Fig.3.12.



Fig. 3.12, inserto de 15 kV operación con carga de 200A

3.4.7 Adaptador de tierra 15 kV.

El adaptador de tierra tiene como función principal aterrizar la malla de tierra del conductor XLP como se muestra en la Fig. 3.13.



Fig. 3.13, adaptador de tierra de 15 KV.

Se debe tomar en cuenta que muchas veces en este tipo de transformadores se debe de tener cuidado de no ponerlos en lugares en los cuales se obstruya el paso tanto de personas como de automóviles, por lo que se sugiere ponerlos en espacios libres o áreas de donación en donde no se perjudique a los usuarios.

3.4.8 Conductores de media tensión.

En este apartado se pretende hacer un cálculo de los conductores de media tensión, que como se mencionó anteriormente, se consideran los conductores subterráneos que van desde el poste de la transición hasta cada subestación del fraccionamiento.



Fig. 3.14, cable XLP-133, 3/0 para 15 kV



Fig. 3.15, cable XLP-133, 3/0 para 15 KV



Fig. 3.16 cable XLP-133, 3/0 para 15 KV

El cable a utilizar en esta parte es XLP para 15 KV ya que cuenta con las características de aislamiento y de trabajo subterráneo, es un cable monoconductor formado por conductor de cobre suave o aluminio duro 1 350 con material sellador, con pantalla semiconductora sobre el conductor y aislamiento de polietileno de cadena cruzada (XLPE), pantalla sobre el aislamiento, pantalla metálica a base de alambres de cobre y cubierta de policloruro de vinilo (PVC).

Las características principales de este conductor se presentan a continuación:

Tensión máxima de operación: 5 000, 15 000, 25 000 o 35 000 V.

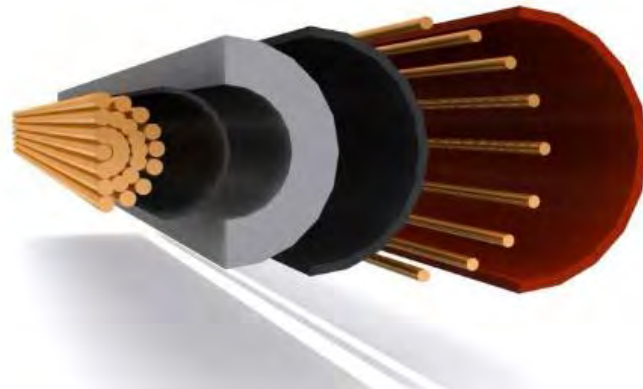


Fig. 3.17 como se compone cable de potencia

- Niveles de aislamiento de 100% y 133% (categorías I y II respectivamente).
- Temperatura máxima de operación: 90° C.
- Temperatura máxima de operación en emergencia: 130° C.
- Temperatura máxima de operación de corto circuito: 250° C.
- Los conductores son de cobre suave o de aluminio duro 1 350 en cableado concéntrico comprimiendo y en calibres de 8.367 a 506.7 mm² (8 AWG a 1 000 kcmil).
- El aislamiento es de polietileno de cadena cruzada (XLPE).
- La cubierta es de policloruro de vinilo (PVC) resistente a la propagación de la flama y es de color rojo.
- La cubierta le proporciona protección adicional contra malos tratos durante la instalación y operación del cable.
- Su cubierta antinflama lo hace resistente a la intemperie, luz solar y agentes químicos.
- Puede instalarse directamente enterrado.
- Excelentes características eléctricas y mecánicas.
- Bajas pérdidas dieléctricas.
- Su pantalla metálica.

-Permite hacer las conexiones a tierra, lo cual mejora las condiciones de seguridad del personal durante la operación del cable.

-Confina y uniformiza el campo electrostático.

-Permite operar equipos de protección contra fallas eléctricas.

Para hacer el cálculo de los conductores, se debe situar en las instalaciones eléctricas del proyecto y recordar que para un cálculo de conductores se debe tomar en cuenta la carga de alimentación, después sacar la corriente que va a circular por ellos. Como las líneas se consideran cortas quitamos el factor de inductancia y capacitancia, por lo que sólo quedaría hacer un cálculo de caída de tensión desde la transición hasta la subestación que quede más alejada, para ver la pérdida de voltaje que hay en la línea.

Como lo marca el Apéndice A en la tabla A3, el mínimo conductor a utilizar es el de 1/0, de aquí partimos para realizar nuestro cálculo.

Las formulas a utilizar en esta sección para poder calcular las pérdidas de voltaje que hay en los cuatro circuitos que se van a alimentar fueron extraídas del proyecto, se debe partir con la fórmula de corriente:

3.4.9 Calculo de conductores de media tension

$$I = \frac{VA \times 1000}{2 \times En}$$

Dónde: (2.1)
VA= Carga a conectar
En = Voltaje entre línea y neutro

Luego que se obtiene la corriente, se debe seguir con la fórmula de caída de tensión en porcentaje.

$$e\% = \frac{2 \times L \times I}{S \times En} \quad (2.2)$$

Dónde:
L = Longitud del circuito
I = Corriente calculada
S = Sección transversal del conductor
e% = Porcentaje de caída de tensión

Para saber la pérdida de voltaje se debe substituir la Ec. (2.2) en las siguientes ecuaciones.

$$e_{total} = \frac{(127v)(e\%)}{100\%} \quad (2.3)$$

$$V_{final} = 127v - e_{total} \quad (2.4)$$

Dónde:
 e_{total} = Voltaje perdido en la línea
 e_{final} = Voltaje final que pasa por la caída de tensión

Ya por último, solamente se calcula la regulación del voltaje:

$$\% \text{Reg} = \frac{E_n - V_{\text{final}} \times 100\%}{V_{\text{final}}}$$

(2.5)

- Cálculo para Transición A

En esta transición se tiene una distancia máxima de 89 m. que va desde la transición hasta el último registro existente de este circuito. Por lo tanto, procedemos a la siguiente consideración:

1 Transformador 50 KV A

Carga total = 50 KV A

Longitud Máxima = 89 m.

Primero se obtiene la corriente que circulará por el circuito de la transición A y siguiendo la Ec. (2.1):

$$I = (50 \text{ KVA} \times 1000) / 2(7621 \text{ VL-N}) = 3.28 \text{ A.}$$

Luego con los datos obtenidos se procede a calcular la caída de tensión de (2.2) que hay desde la transición hasta el último transformador al cual llega la línea, dicho cálculo se hará tomando en cuenta un calibre del conductor de 1/0:

$$e\% = (2 (89\text{m}) \cdot (3.28\text{amp})) / ((53.5 \text{ mm}^2) \cdot (7621 \text{ VL-N})) = 1.43195082 \times 10^{-3} \\ \approx 0.0010 \%$$

Se obtiene que en la línea hay una caída de tensión de 0.0010%, con este dato se calcula el voltaje total que se pierde sustituyendo en la Ec. (2.3) como se muestra:

$$e_{\text{total}} = ((7621 \text{ VL-N}) (0.0010\%)) / (100\%) = 0.076 \text{ V}$$

$$e_{\text{final}} = (7621 \text{ v}) - (0.076) = 7620.92 \text{ V}$$

Finalmente con los datos obtenidos, se calcula el porcentaje de regulación con la Ec. (2.5), dicho dato se obtiene para saber qué tan regulada está la línea en media tensión.

$$\% \text{ Reg.} = ((7621\text{v}) - (7620.92\text{v} \times 100)) / (7620.92\text{v}) = -98.99\%$$

En esta transición se tiene una distancia máxima de 203 m. que va desde la transición hasta el último registro existente de este circuito. Por lo tanto, procedemos a la siguiente consideración:

1 Transformador 37.5 KV A

Carga total = 37.5 KV A

Longitud Máxima = 203 m.

Primero se obtiene la corriente que circulará por el circuito de la transición A y siguiendo la Ec. (2.1):

$$I = (37.5 \text{ KVA} \times 1000) / 2(7621 \text{ VL-N}) = 2.46 \text{ A.}$$

Luego con los datos obtenidos se procede a calcular la caída de tensión de (2.2) que hay desde la transición hasta el último transformador al cual llega la línea, dicho cálculo se hará tomando en cuenta un calibre del conductor de 1/0:

$$e\% = (2 (203\text{m}) * (2.46\text{A})) / ((53.5 \text{ mm}^2) * (7621 \text{ VL-N})) = 2.449601262 \times 10^{-3} \\ \approx 0.0020 \%$$

Se obtiene que en la línea hay una caída de tensión de 0.0020%, con este dato se calcula el voltaje total que se pierde sustituyendo en la Ec. (2.3) como se muestra:

$$e_{\text{total}} = ((7621 \text{ VL-N}) (0.0020\%)) / (100\%) = 0.015 \text{ V}$$

$$e_{\text{final}} = (7621 \text{ v}) - (0.015) = 7,620.98 \text{ V}$$

Finalmente con los datos obtenidos, se calcula el porcentaje de regulación con la Ec. (2.5), dicho dato se obtiene para saber qué tan regulada está la línea en media tensión.

$$\% \text{ Reg.} = ((7621\text{V}) - (7620.98\text{V} \times 100)) / (7620.98\text{V}) = -98.99\%$$

Llegando a la conclusión de que el conductor de 1/0 está dentro de los parámetros. Se utilizará de 1/0 siempre y cuando no sobrepase un 3% de la caída de tensión en transiciones de troncales o exista bastante carga, si no, será necesario calcular la caída de tensión.

3.5 Protecciones y sistema de tierra

Para tener la protección de los equipos eléctricos y hacer que un sistema eléctrico sea seguro, se debe contar con un buen sistema de protecciones en conjunto con el sistema de tierras como se muestra en la Figura 3.18.

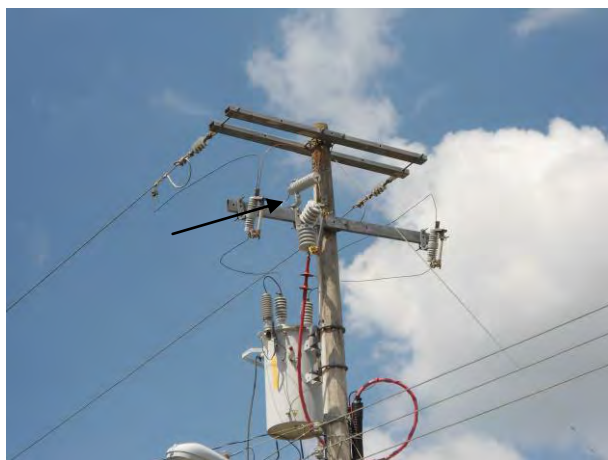


Fig. 3.18, estructura metálicas se aterrizan.

3.5.1 Protecciones

Como se está trabajando con un sistema subterráneo, sólo se consideran las protecciones en los cortacircuitos que se encuentran en el poste de la transición. Para la protección de los transformadores, éstos cuentan con su propia protección interior, por lo que sólo se hace un cálculo de corriente de la línea que va de la transición hasta la subestación final.

La protección toma un papel muy importante en este caso, ya que nos va a ayudar a evitar errores en la línea y la subestación del servicio. También con un cálculo exacto, estamos protegiendo la línea y las subestaciones de cargas atmosféricas como fallas simétricas.

Para este caso se utilizarán listones fusibles con capacidad de 2, 3 y 5 A. para las cuatro transiciones, los cuales se insertarán en las cañillas para armar los cortacircuitos de clase de 15 KV en conjunto con los apartarrayos, los cuales protegerán la línea tanto de descargas atmosféricas, como de posibles fallas asimétricas de la misma. El cálculo de los fusibles para la primera transición que es de 50 KV es:

Para seleccionar el fusible del sector se hace la suma de los dos transformadores para proteger la línea subterráneo, esto viene a garantizar los equipo conectados y brindando la seguridad al usuario ya que la línea de distribución es de 13.2 kv en media tensión. De tal forma nos permite volver a subir las cañillas para su operación.

$$P = V * I$$

$$\text{Donde la } P = 50 \text{ KV}$$

$$V = 13200$$

$$I = KV / V$$

$$I = (37.5 \text{ KVA}) / (13.23 \text{ KV}) = 2.84 \text{ A}$$

$$I = (50 \text{ KVA}) / (13.2 \text{ KV}) = 3.78 \text{ A}$$

$$\text{-----}$$
$$6.62 \text{ A}$$

I (Corrientes)

KVA (capacidad de transformador)

V (voltaje de línea de distribución)

De esta manera el fusible sería mínimo de 6 A hasta 3 veces su corriente nominal. En cuanto a los apartarrayos se estarán usando apartarrayos del tipo óxido de zinc de tipo transición (Riser Pole) de 12 KV, tal como se muestra en el apéndice A.

Para hacer la selección de los apartarrayos a utilizar, se toma como base el voltaje de operación que es de 13200 V. Se utiliza uno de clase 12 KV.

3.5.2 Sistema de Tierra

En la actualidad, para tener una buena instalación, es necesario contar con un buen sistema de tierras, ya que va a hacer que la instalación nos quede bien protegida y así evitar algún daño a los usuarios y a los equipos eléctricos como se muestra en las Figs. 3.19, 3.20 y 3.21.



Fig. 3.19, conductor de puesta a tierra



Fig. 3.20 perforación de pozo

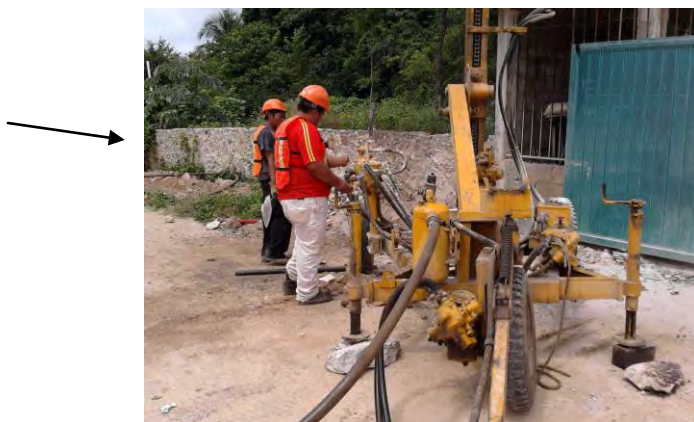


Fig. 3.21 perforación de pozo con dril.

Para tener un adecuado sistema de tierras, es necesario hacer un buen cálculo que cuenta desde el cable de tierra hasta las varillas a las que van conectados los cables. Por tal motivo y como se señala en las figuras, se deben poner a tierra tanto las subestaciones como los cables de media tensión. Por otra parte, en los postes de las transiciones se cuenta con apartarrayos y cortacircuitos que protegen la línea, dichos elementos también se deben aterrizar para que en caso de cualquier descarga, ésta sea mandada al sistema de tierra de los postes.

Para el caso de los postes, la conexión se hará con alambre de cobre desnudo calibre 4 AWG. Para los cables de media tensión, se hará con cable THW calibre 10 AWG. Por último, para aterrizar las subestaciones y conforme la norma , el cable a utilizar será calibre 2 AWG de cobre desnudo.

3.5.3 Ductos

Una parte que va en conjunto con los conductores, son las canalizaciones, ya que son las que van a proteger a los conductores de los esfuerzos mecánicos y al aislamiento de los mismos conductores. Dado que se debe tener mucho cuidado en el aislamiento de los conductores, las canalizaciones ayudarán mucho a evitar fugas de corriente y causar algún daño. Existen diversos factores que hacen que el aislamiento se vaya deteriorando, desde el desgaste natural hasta desgaste por animales subterráneos que van royendo el material aislante.

Para estos casos el material a utilizar debe ser el adecuado para que de esta manera tenga una mayor resistencia a estos factores de deterioro. Además se debe tener un registro de a donde llegan los conductores y que también deben ser los adecuados y que tengan la distancia apropiada al suelo para que no cause daños.

Para esta parte hay que referirse al Apéndice B6, el cual menciona el tipo de tubería que se debe utilizar, que para el caso de Media Tensión, se colocará tres ductos por un conductor y las otras para líneas futuras, así que para este caso, se estará hablando que en la zanja debe ser tres ducto, ya que se cuenta con subestaciones monofásicas operadas con una fase tipo unicornio y un neutro corrido.

La tubería para los circuitos de media tensión debe ser tubo PAD (poliducto de alta densidad) corrugado con campana, ya que ofrece una alta resistencia al terreno y está formado de material dieléctrico, dicho ducto es de color rojo como se muestra en la Fig.3.22 y 3.22.



Fig. 3.22 ducto de tres vías para M.T.



Fig. 3.23 ducto PAD de tres vías

En el caso de las transiciones se va a utilizar un ducto de pared gruesa galvanizado que llevará 2 conductores de calibre 1/0, para hacer el cálculo primeramente se sumarán las áreas de los 2 conductores. Según la figura B1 del Apéndice B el factor de relleno en el ducto para más de dos conductores es del 40%.

$$\mathit{ÁREA}_{total} = (\mathit{ÁREA}1) + (\mathit{ÁREA}2)$$

(EC. 2.1)

Substituyendo en (2.1) el área correspondiente al calibre 1/0 que sería de 615.75 mm² contando al área del aislamiento, la ecuación quedaría:

$$\mathit{ÁREA}_{total} = (615.75 \text{ mm}^2)$$

En el apéndice B.2.6 se obtiene que el ducto de 3" permite un área total de conductores de 615.75 mm², sería el caso más desfavorable para la mayor área posible en el ducto, se considera que el ducto de 3 pulgadas, es el adecuado y cumple para la transición.

Para conocer el área de los ductos de los circuitos de media tensión se hacen los mismos cálculos que se hicieron anteriormente.

Después de que son instalados los ductos y conforme a la norma de construcción, se debe poner una leyenda arriba de los ductos “Peligro Alta Tensión”, para poder distinguir la tubería con alguna otra que se encuentre cerca de la zanja. Ya por último sólo queda rellenar la zanja con material adecuado sin basura que pueda afectar los ductos.

3.6. Proyecto de baja tensión

En este capítulo hablaremos del proceso de la instalación eléctrica en baja tensión y cálculo de los transformadores, conductores, registros, accesorios, acometidas y sistemas de tierra según las necesidades de la colonia.

Partiremos de la derivación de la línea secundaria del transformador la cual tendrá una trayectoria del transformador a los registros tipo 2 y así sucesivamente hasta el último registro, indicando calibres del conductor, tubería que se requiere, detallado de registros, accesorios que se requieren para la instalación adecuada, identificación, rotulado, etiquetado, sellado de tuberías, conductores de la acometida hasta su terminación total de la obra en baja tensión de acuerdo a las siguientes figuras 3.24 y 3.25.

3.6.1 Cálculo de la potencia de los transformadores



Fig. 3.24, transformador tipo pedestal

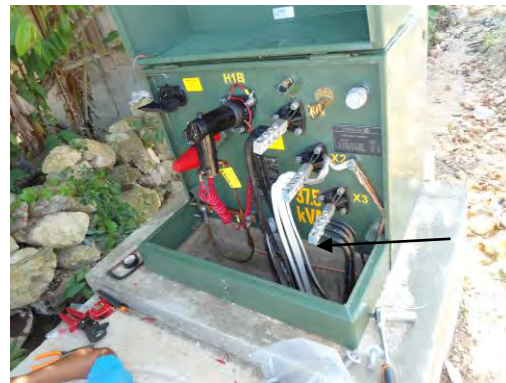


Fig. 3.25, transformador tipo pedestal

Para el cálculo de los transformadores es necesario conocer la carga a conectar, que en este caso dependerá del número de viviendas, se considera 1.5 KVA según las normas de CFE como se señala en el apéndice

C2; y además debemos tomar en cuenta como se señala en el apéndice B, que el transformador no deberá rebasar el 90 % de su capacidad a plena carga.

SUBESTACIÓN “B”

- No. de lotes = 8
- Carga por lote = 1.5 KVA

La potencia del transformador se calcula con la siguiente ecuación:

$$\text{Pot. Del Transf.} = (\text{No. de lotes} \times \text{Carga por lote})$$

Potencia del transformador calculada

$$P = (16 \times 1.5 \text{ KVA}) + (1.5 \text{ KVA}) = 25.5 \text{ KVA}$$

Se instalará entonces un transformador de 37.5 KVA (valor comercial más cercano).

El porcentaje de carga del transformador se calcula:

$$\% \text{ de carga del transformador} = \frac{\text{Potencia Calculada}}{\text{Potencia Comercial}} (100\%)$$

Se sustituye la ecuación:

$$\% = ((25.5 \text{ KVA}) / (37.5 \text{ KVA})) \times (100\%) = 68 \%$$

El transformador de la subestación B será de 37.5 KVA a un 68 % de su máxima capacidad. En todas las subestaciones se procederá a hacer los mismos cálculos que en la subestación “A”.

3.6.2 Conductores de baja tensión.

Se utilizará cable formado por dos o tres conductores de aluminio, con aislamiento individual de polietileno de cadena cruzada (XLPE) en color negro, reunidos entre sí con un conductor neutro aislado con polietileno de cadena cruzada (XLPE) en color blanco, ya que estos cables se usan en sistemas de distribución subterránea de energía eléctrica en baja tensión como se muestra en la Fig. 1.38 Y 1.39.

Características:

Tensión máxima de operación: 600 V.

Temperatura máxima de operación en el conductor: 90° C.

Se fabrican en calibres de 21.15 a 177.3 mm² (4 AWG a 350 kcmil).

El color de aislamiento de los conductores de fase es negro, que lo hace resistente a la intemperie.



Fig. 3.26 Cable XLPE para baja tensión.



Fig. 3.27 Cable XLPE para baja tensión.

3.6.3 Cálculo de los conductores de baja tensión

Para circuitos de baja tensión se utilizarán solamente los calibres de 1/0 y de 3/0 como se señala en el apéndice A, en sus conductores portadores de corriente, por lo que solamente deben portar la corriente necesaria y que en su caída de tensión no sobrepase el 3 % además respetando la capacidad del conductor de acuerdo a la tabla C1 del apéndice C.

• SUBESTACIÓN A

Circuito 1

Partiendo de la tabla B2 del apéndice B para conductores aislados de 0 a 2000 V nominales, no más de tres conductores portadores de corriente en una canalización, cable tipo DRS. Para cable (2 x 1/0 + 1 x 2), la capacidad de conducción de corriente a una temperatura de operación de 90°C y a una temperatura ambiente de 30°C es de 135 amperes.

Afectado por una variación de temperatura de 31 a 35°C y aplicando un factor de 0.96 la conducción de corriente es:

$$I_C = 135 \times 0.96 = 129.6 \text{ A.}$$

Haremos un ejemplo del cálculo del conductor en la subestación A para el circuito 1.

Con un total de 31 lotes.

Tabla 3.8 tabla de regulación de circuitos.

TRANSFORMADOR E1																							
UBICACIÓN																							
KVA/USUARIO																							
TRANSFORMADOR (1 ó 3)																							
CIRCUITO																							
REG (P)	REG A (P)	LONGITUD m	1F	2F	3F	TOTAL	ACUM	KVA	KVA	CALIBRE AWG	R (ohms/Km)	Z (ohms/Km)	Vinicial (V _i)	Vinicial (V _f)	CORRIENTE REGISTRO	CAIDA DE TENSION	Vfinal (V _f)	Vfinal (V)	REGUL. %	PERDIDAS (W)			
																				ACOM.	RED B.T.	TOTALES	
E1	2	47.95	4	0		4	11	6.00	16.50	3/0	2	0.435	0.445	240.00	120.00	68.75	1.47	118.53	237.06	1.22	0.00	197.18	197.18
2	1	12	4	0		4	7	6.00	10.50	3/0	2	0.435	0.445	237.06	118.53	44.29	0.24	118.30	236.59	0.20	0.00	20.48	20.48
E1	3	49.2	1	0		1	3	1.50	4.50	3/0	2	0.435	0.445	236.59	118.30	19.02	0.42	117.88	235.76	0.35	0.00	15.48	15.48
3	7	12	2	0		2	2	3.00	3.00	3/0	2	0.435	0.445	235.76	117.88	12.72	0.07	117.81	235.62	0.06	0.00	1.69	1.69
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0	0.00	0.00	3/0	2	0.435	0.445	235.62	117.81	0.00	0.00	117.81	235.62	0.00	0.00	0.00	0.00
			0	0		0	0																

3.6.4 Conector múltiple de 6 y 8 vías.

El cual se utiliza para conectar el conductor del secundario y poder derivar a las acometidas. Existen 2 tipos de conectores en frío o en caliente; en la Fig. 3.28 se muestra un tipo en caliente ya que se conecta por medio de una zapata ponchable que va atornillada y por medio de una manga termocontráctil se aísla,

Fig. 3.29



Fig. 3.28 conector de 8 vías



Fig. 3.29 zapata y manga termocontráctil.

Para la derivación de la línea secundaria en los registros deberemos de utilizar manga termocontráctil, el cual por medio de un conector se poncha en una de las líneas y se deriva una punta que va al pulpo y con la manga de cierre se aísla la parte donde se conecta como lo muestran las Figs. 3.30 y 3.31



Fig. 3.30 acometidas



Fig. 3.31 acometidas

3.6.5 acometidas

Las acometidas serán tipo subterráneas, respetando tanto las normas referentes sin sistemas subterráneos como los materiales para este tipo de instalaciones, conectores múltiples, tubo termocontráctil y conectores.

Se utilizara cable XLPE #4 ya que es uno de los calibres que se proponen en las normas subterráneas del apéndice A tabla A.2. Al hacer los cálculos de caída de tensión, dicha caída deberá ser menor del 1% para todas las acometidas, siendo 35 mts. La máxima distancia permitida desde el registro de la acometida hasta el equipo de medición, dichos datos se pueden observar en el apéndice A en la sección A 1.3.

- Cálculo de la caída de tensión en las acometidas

Partiendo de la tabla B2 del apéndice B para conductores aislados de 0 a 2000 V nominales, no más de tres conductores portadores de corriente en la canalización, cable tipo DRS. Para cable (2 x 4 + x 4), la capacidad de conducción de corriente a una temperatura de operación de 90°C y a una temperatura ambiente de 30°C es de 100 A.

Por el efecto de la variación de temperatura de 31 a 35°C se le aplicará a la capacidad de corriente un factor de 0.96, la conducción de corriente será:

$$I_c = 100 \text{ A} \times 0.96 = 96 \text{ A.}$$

Para calcular la caída de tensión se requiere conocer la corriente que hay en las acometidas, se considera una carga de 1.5 KVA por casa habitación, y una longitud máxima de acometida de 35 mts., para esto se utilizará la siguiente ecuación.

$$I = \frac{W}{En \times \cos \theta}$$

Dónde:

W = Carga por casa habitación

En = Voltaje entre línea y neutro

Cos = Factor de potencia

Se sustituye la ecuación para obtener los datos

$$I_C = (1350 \text{ W}) / (127\text{V} * 0.9) = 11.81 \text{ A.}$$

Donde, 1350 W corresponden a 1.5 KVA tomado en cuenta un factor de potencia de 0.9 y la caída de tensión se calcula con la siguiente ecuación:

$$e\% = \frac{4 \times L \times I}{S \times En}$$

Dónde:

L = Longitud de la acometida

I = Corriente en la acometida

S = Sección transversal del conductor

En = Voltaje de línea a neutro

Sustituyendo en la EC. Nuestros datos:

$$e\% = (4 * 35\text{m} * 11.81\text{amp.}) / (21.15 \text{ mm}^2 * 127) = 0.61\%$$

Como éste sería el caso más desfavorable por la mayor longitud de acometida permitida, se considera que el cable XLPE # 4, es el adecuado y cumple para todas las acometidas.

3.6.6 registro de media y baja tensión, acometidas.



Figura 3.32, Registro tipo 3



Figura 3.33 Registro tipo 3

Para la selección de registros, debemos referirnos al apéndice A.2.10 referente a los registros de Media Tensión. Para este caso estaremos utilizando registros del tipo 3, utilizados para los registros de los conductores a lo largo de la línea y para los cruces de calle. Para el caso de las subestaciones, se usarán registros del tipo BTIFRMTB3 como se muestra en las Fig. 1.42 y 1.43; utilizados para la base del transformador y para el registro de los conductores que entran y salen de la subestación.



Fig. 3.34, base de transformador



Fig. 3.35, base de transformador

- Registros en baja tensión



Fig. 3.36 registro tipo 2



Fig. 3.37 registro tipo 2

Los registros no deben localizarse en banquetas angostas, en carriles de estacionamiento, cocheras y frente a puertas o salidas de peatones preferentemente; los registros deben ubicarse en el límite de propiedad, todo esto debido a que los circuitos deben seguir una trayectoria que vaya a lo largo de las aceras, camellones, periferia de zonas verdes y andadores. Los registros deben instalarse en los puntos donde se consideran derivaciones por acometidas.

A los registros que se utilizan en baja tensión se les denomina RBT1 (Registro de baja tensión tipo 1) y RBT2 (Registro de baja tensión tipo 2) como se muestra en las Figs. 3.36 y 3.37; la colocación de estos registros prefabricados debe ser sobre una cama de grava-arena de $\frac{3}{4}$ " (19.1mm) acompasada mediante compactador mecánico de 10 cm de espesor, quedando debidamente nivelado de acuerdo al perfil del piso terminado de la banqueta.

Habrán dos clases de registros, los cuales serán los de paso y los de cruce de calle, en el caso del de cruce, se utilizan registros del tipo 2 pero con una altura más grande, ya que se propone agregar un ducto por reserva a futuras ampliaciones.

Una vez instalado el registro se debe cuidar la conexión con el ducto para que quede perfectamente sellada con pasta cemento-arena, incluyendo un adhesivo de concreto, como se muestra en la Fig. 3.38

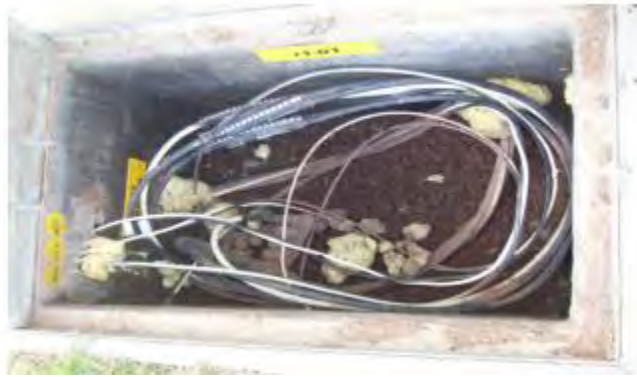


Fig. 3.38 Registro con sello de espuma en el abocinado

3.6.7 Ductos

Se instalarán tubos PADC (Poliducto de alta densidad del tipo corrugado), que cuenta con una superficie interior lisa y una exterior corrugada, tersa al factor y sin salientes de ninguna clase. Cuando se utilicen tubos PAD, se recomienda emplear tramos continuos de registro a registro. En caso de ser necesario las uniones se realizarán con coples para PAD, no deben utilizarse coples para PVC, como se muestra en la Fig. 3.39



Fig.3.39 ducto de PAD corrugado

Los tubos de PAD sólo se podrán utilizar en colores rojo y naranja y con una leyenda que indique peligro como se muestra en la figura 3.12. En fraccionamientos, unidades habitacionales y áreas turísticas, debe indicarse la trayectoria de los tubos PAD directamente enterrados mediante la cinta de advertencia ubicándola en la parte superior del banco de ductos. Para los tubos PAD únicamente se instalarán separadores en el banco de ductos a dos metros del registro.



Fig. 3.40 Cinta de advertencia

Los bancos de ductos tendrán una profundidad mínima de 30 cm. en banquetas, esta profundidad debe medirse desde la parte superior del banco de ductos hasta el nivel de piso terminado. En caso de que se tengan bancos de ductos de baja y media tensión, se pueden colocar uno al lado del otro.

3.7. Alumbrado público.

El servicio de alumbrado público tiene como finalidad satisfacer las condiciones básicas de iluminación de calles, avenidas, vialidades, semáforos, así como en espacios públicos: plazas, parques y jardines.

La prestación de este servicio es una de las tareas fundamentales de los gobiernos municipales que se encargan de su instalación, aunque en carreteras o infraestructura vial importante corresponde al gobierno central o regional su implementación.

- Selección de luminaria

Las luminarias son aparatos destinados a alojar, soportar y proteger la lámpara y sus elementos auxiliares, además ella sirve de soporte y conexión a la red eléctrica. Como esto no basta para que cumplan eficientemente su función, es necesario que cumplan una serie de características ópticas, mecánicas y eléctricas entre otras.

A nivel de óptica, la luminaria es responsable del control y la distribución de la luz emitida por la lámpara. Es importante que en el diseño de su sistema óptico se cuide la forma y distribución de la luz, el rendimiento del conjunto lámpara - luminaria y el deslumbramiento que pueda provocar en los usuarios.

- REFLECTOR

La finalidad del reflector es dirigir y controlar la luz aprovechando el principio de reflexión y puede ser fabricado en aluminio procesado, pulido, etc., cristal o acrílico.

- Refractor

Su finalidad es proporcionar la dirección del flujo luminoso completando la curva de distribución, para poder dar un mayor aprovechamiento a la luz y evitar el deslumbramiento, puede ser de cristal, borosilicato con alta estabilidad química, plástico, acrílico termoplástico o policarbonato termoplástico.

- Carcasa

Es el elemento que sirve para contener y sostener a los conjuntos ópticos (reflector, refractor y lámpara) y equipo eléctrico, protegiéndolos de las condiciones de intemperismo y dar forma a la luminaria. Su construcción debe ser robusta, y que permita alta disipación de calor.

- Balastro

Es el elemento que provee las condiciones de arranque y operación de la lámpara y debe de:

- Estar Aprobado.
- Ser de Bajas Pérdidas.
- Tener un Factor de Potencia Superior a 90%
- Tener una Corriente de Arranque (en la línea) Igual o Menor a la Corriente Nominal.
- Operar Satisfactoriamente para variaciones de $\pm 10\%$ de la Tensión Eléctrica Nominal.
- Tener un Factor de Balastro mínimo de 92.5%, ya que de él depende la obtención del flujo luminoso de la lámpara.
- Si es electrónico deberá de tener baja producción de armónicas.

- Diagrama Polar o Curvas de Distribución Luminosa

En estos gráficos, la intensidad luminosa se representa mediante un sistema de tres o dos coordenadas (I, C), como lo muestra la figura 3.13. En la primera de ellas **I** representa el valor de la intensidad luminosa en candelas e indica la longitud del vector mientras las otras señalan la dirección. El ángulo **C** indica el plano vertical y mide la inclinación respecto al eje vertical de la luminaria. En este último, 0° señala la vertical hacia abajo, 90° la horizontal y 180° la vertical hacia arriba. Los valores de C utilizados en las gráficas no se suelen indicar, salvo para el alumbrado público. En este caso, los ángulos entre 0° y 180° quedan en el lado de la calzada y los comprendidos entre 180° y 360° en la acera; 90° y 270° son perpendiculares al borde de la luminaria y caen respectivamente en la calzada y en la acera.

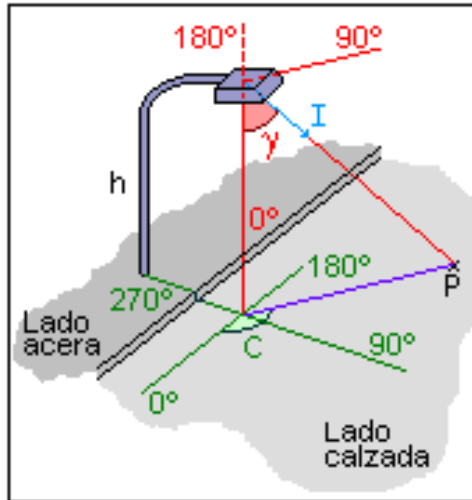


Fig.3.41 Gráficos de intensidad luminosa

Por la cual se selecciona lámpara de led de 100w tipo OV-15 de 220 v y poste metálico cónico de 9 metros de altura anclado en base tipo piramidal prefabricado, esto nos garantiza el buen funcionamiento de las luminarias por un largo periodo.



Fig. 3.42 lámpara de LED de 220v



Fig. Base piramidal prefabricado



Fig. 3.44 poste metálico



Fig.3.45 Poste metálico de 9 metros

3.8. Presupuesto.

El presupuesto de la obra se presente en el Anexo A.

Capítulo IV.- Conclusiones.

En este proyecto el objetivo más importante es explicar cómo se diseñar y construir un proyecto real de un sistema subterráneo de electrificación para una colonia, en el cual se explica el procedimiento a seguir ante CFE y los pasos para llevarlo a cabo. Por otra parte se demuestra que este tipo de electrificación del tipo subterráneo, ofrece más seguridad para los usuarios y una gran estética al complejo habitacional. La seguridad es más apropiada en un sistema subterráneo que en un aéreo, ya que no hay cables a la intemperie que puedan afectar a usuarios en sus fachadas, como por ejemplo con un corto eléctrico. Esto además proporciona una visibilidad más amplia y clara de la colonia.

Otra de las ventajas con este tipo de electrificación (subterráneo) es que se evita poner postes, los cuales muy seguido obstruían las entradas de las casas y provocaban accidentes automovilísticos.

En cuanto a la CFE, este tipo de electrificaciones es más conveniente ya que ayuda a evitar de una forma el robo de electricidad, ya que en sistemas aéreos es muy común el robo de energía eléctrica.

A pesar de estas ventajas, también se presentan algunas desventajas, iniciando con el costo de la construcción, ya que en sistemas subterráneos se incrementa el costo tanto en obra civil como en el material eléctrico, puesto que para brindar seguridad se necesitan de materiales que proporcionen buen aislamiento y eviten accidentes. Debido a esto es que se opta por utilizar estos sistemas únicamente en fraccionamientos de interés social y de zona residencial. En zonas rurales y en colonias populares se siguen proyectando sistemas de tipo aéreo.

El sistema subterráneo de electrificación de la colonia está diseñado para tener una vida útil larga y requiere poco mantenimiento.

Para este tipo de obras eléctricas (subterráneo) aplicamos los conocimientos que adquirimos tanto en la carrera de ingeniería de la UQROO como en la práctica en la vida real; es importante la experiencia adquirida por nosotros ya que son varios años de haber egresado de la universidad y a lo largo de esos años hemos tenido la oportunidad de aprender en diferentes actividades laborales. Cabe mencionar que el apoyo por parte de CFE es fundamental para realizar nuestro trabajo como ingenieros, ya que los cursos ofrecidos por esta institución nos han permitido actualizarnos en los cambios en las normas requeridas. Para este proyecto nos apoyamos en las normas de CFE para este tipo de instalaciones.

Podemos decir que tenemos la capacidad de proyectar, diseñar y ejecutar una colonia de cualquier tipo, ya sea aéreo, híbrido o subterráneo. No obstante día con día se aprende algo nuevo y en esta carrera de ingeniero es fundamental estar actualizándose constantemente en las normas de CFE y la Norma Oficial Mexicana de instalaciones eléctricas, para así poder dar un mejor servicio y calidad a nuestros clientes, ya que la actualización es la base del éxito en la vida profesional de los ingenieros.

Se proponen algunas recomendaciones al Programa Académico de Ingeniería Eléctrica, tales como realizar prácticas profesionales en empresas importantes como la CFE y en constructoras eléctricas, ya que los egresados así tendrán la oportunidad de participar en el diseño y ejecución de instalaciones eléctricas reales en baja y media tensión, aprendiendo a organizar, dirigir, planear y construir obras eléctricas; además los egresados serían capaces de realizar trámites ante la CFE. También se recomienda que se imparta una materia de costos en donde los estudiantes aprendan como elaborar un presupuesto usando costos unitarios, y finalmente se deben reforzar las materias de administración, ya que la principal causa de que los egresados no puedan manejar eficientemente una empresa, es por no contar con buenos conocimientos de administración.

Bibliografía.

- 1) CFE, Normas subterráneas de Comisión Federal de Electricidad, 2005.
- 2) CFE, Normas aéreas de Comisión Federal de Electricidad, 2005.
- 3) Norma Oficial Mexicana, Sede 2005.
- 4) Prolec, Catálogo de Transformadores.
- 5) Condumex, Catálogo de Conductores.
- 6) Viakon, Manual del Electricista, (www.viakon.com.mx)
- 7) Cooper, Catálogo de Materiales Subterráneos en Media Tensión.
- 8) Elektrón, proveedor de material eléctrico, (www.elektron.com.mx)
- 9) Distamex, proveedor de material eléctrico, (www.distamex.com.mx)
- 10) IUSA, proveedor de material eléctrico. (www.iusa.com)

Anexo A Presupuesto



MUNICIPIO DE FELIPE CARRILLO PUERTO
DIRECCIÓN DE OBRAS PÚBLICAS
 EJERCICIO 2013
PRESUPUESTO DE PROYECTO

OBRA: AMPLIACIÓN DE RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA, LÍNEA SUBTERRÁNEA					
LOCALIDAD: FELIPE CARRILLO PUERTO, COL. JESUS M. ROSS					I
CLAVE	CONCEPTO	UNIDAD	CANTIDAD	P. U.	IMPORTE
	CAPITULO I.- RED DE MEDIA TENSION				
001MT	CONSTRUCCION DE BANCO DE DUCTOS PARA MEDIA TENSION DE 3 VIA A BASE DE TUBO PAD DE 3" DE DIAMETRO (75MM) SEGÚN NORMA DE CFE. TNFMA P3B- PAD, INCLUYE: LIMPIEZA DEL AREA, TRAZO, EXCAVACION EN TERRENO TIPO C , NIVELACION DE TUBERIA , COMPACTACION CON MATERIAL PRODUCTO DE EXCAVACION, MATERIALES, TRANSPORTE, MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y BEQUIPO.	ML	215.00	\$ 2,400.00	\$ 516,000.00
002MT	SUMINISTRO Y COLOCACION DE REGISTRO DE MEDIA TENSION DE CONCRETO TIPO CFE-RMTB-3 INCLUYE: TAPA POLIMERICA CUADRADA BATIENTE Y MARCO GALVANIZADO, EXCAVACION, NIVELADO, PLOMADO , MATERIAL MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y EQUIPO.	PZA	3.00	\$ 28,344.00	\$ 85,032.00
003MT	SUMINISTRO Y COLOCACION DE REGISTRO DE MEDIA TENSION DE CONCRETO TIPO CFE-RMTB-3 CON BASE PARA TRANSFORMADOR PEDESTAL INCLUYE: TAPA POLIMERICA CUADRADA BATIENTE Y MARCO GALVANIZADO, EXCAVACION, NIVELADO, PLOMADO , MATERIAL MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y EQUIPO.	PZA	2.00	\$ 31,434.25	\$ 62,868.50
004MT	CONSTRUCCION DE DADO DE CONCRETO DE 0.60 MTS X 0.80 MTS. PARA BANCO DE DUCTOS DE TRES VIAS A LA LLEGADA A REGISTROS, INCLUYE ABOSINADOS EN EL INTERIOR DE REGISTRO DE MEDIA TENSION.	PZA	4.00	\$ 780.00	\$ 3,120.00
005MT	TRANSICION DE LINEA ELECTRICA DE MEDIA TENSION INCLUYE: TUBO PAD DE 3" NEGRO, FLEJE DE ACERO DE 3/4"CORTACIRCUITO FUSIBLE, APARTARRAYOS ADOMC 13 KV , CRUCETA PT 200 , ABRAZADERA UC. BOTA TERMOCONTACTIL, CABLE DE COBRE CA. -1/0 , CONECTOR LINEA VIVA, CONECTOR ESTRIBO, MATERIAL, MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y EQUIPO.	PZA	1.00	\$ 12,376.47	\$ 12,376.47
006MT	SUMINISTRO E INSTALACION DE TERMINAL TERMOCONTACTIL PARA CABLE CAL. 3/0 SINTENAX 13.2 KV INCLUYE MATERIAL MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y EQUIPO	PZA	1.00	\$ 1,050.54	\$ 1,050.54
007MT	SUMINISTRO E INSTALACION DE ADAPTADOR PARA TIERRA FISICA 200 AMPERES PARA CALIBRE 3/0 . INCLUYE: CONECTOR TOPE CAL 6 MANO DE OBRA, MATERIALES, CONEXIÓN MECANICA, ELECTRICA. Y PRUEVAS.	PZA	1.00	\$ 546.59	\$ 546.59
008MT	SUMINISTRO E INSTALACION DE BOQUILLA TIPO INSERTO PARA 13.2 KV 200 AMPERES OPERACIÓN CON CARGA , INCLUYE MANO DE OBRA, MATERIALES, CONEXIÓN MECANICA ELECTRICA Y PRUEBAS	PZA	1.00	\$ 1,110.95	\$ 1,110.95
009MT	SUMINISTRO E INSTALACION DE CODO PORTA FUSIBLE OCC FLR - 166 DE 13.2 KV 200 AMP. PARA CABLE XLP -DS-3/0 ALUM. INCLUYE: FUSIBLE DE 12 AMP, PARA MT. MATERIAL MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO Y TODO LO NECESARIO PARA SU CORRECTA INSTALACION.	PZA	1.00	\$ 6,422.80	\$ 6,422.80
010MT	SUMINISTRO E INSTALACION DE TAPON DE OPERACIÓN CON CARGA DE 200 AMP. PARA 13.2 KV INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y EQUIPO.	PZA	1.00	\$ 810.44	\$ 810.44

ELABORO

AUTORIZO

C. ISER BURGOS LEON
 DIRECTOR DE OBRAS PUBLICAS

PROFR. SEBASTIAN UC YAM
 PRESIDENTE MUNICIPAL

011MT	SUMINISTRO Y COLOCACION DE SOPORTERIA PARA CABLE DE POTENCIA CAL. 3/0 AWG.EN REGISTRO DE MEDIA TENSION DE ACUERDO A NORMAS DE CFE. INCLUYE: MENSULAS, CORREDERAS , NEOPRENO, MATERIALES DE CONSUMO , MANO DE OBRA Y HERRAMIENTAS.	LTE	3.00	\$ 2,477.53	\$ 7,432.59
012MT	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CABLE DE POTENCIA XLP. CAL 3/0 AWG 15 KV. AAC AL 100% MATERIAL, MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y EQUIPO.	ML	260.00	\$ 232.06	\$ 60,335.60
013MT	SUMINISTRO E INSTALACION DE MARBETES PARA IDENTIFICACION DE CIRCUITOS, FACES, DE ACUERDO A NORMAS ESTABLECIDAS POR COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD, INCLUYE: FAJIAS MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y EQUIPO.	PZA	4.00	\$ 52.00	\$ 208.00
014MT	SUMINISTRO E INSTALACION DE TRANSFORMADOR MONOFASICO 37.5-KVA 2400YT/240/120 VOLTS CONSTRUIDO DE ACERO INOXIDABLE : INCLUYE: MANIOBRAS DE CARGA Y DESCARGA Y MONTAJE, CONEXIONES , MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y EQUIPO.	PZA	1.00	\$ 68,632.00	\$ 68,632.00
015MT	SUMINISTRO E INSTALACION DE TRANSFORMADOR MONOFASICO 50 KVA 2400YT/240/120 VOLTS CONSTRUIDO DE ACERO INOXIDABLE : INCLUYE: MANIOBRAS DE CARGA Y DESCARGA Y MONTAJE, CONEXIONES , MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y EQUIPO	PZA	1.00	\$ 78,960.00	\$ 78,960.00
016MT	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CABLE DE COBRE DESNUDO 1/0 INCLUYE: MATERIAL MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y EQUIPO.	ML	260.00	\$ 88.21	\$ 22,934.60
017MT	SUMINISTRO E INSTALACION DE SISTEMA DE TIERRA FISICA SEGÚN NORMAS ESTABLECIDAS POR CFE. INCLUYE CABLE DE COBRE DESNUDO 1/0 PERFORACION DE POZO SEGÚN NORMAS DE CFE. , TIERRA VEGETAL, MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y EQUIPO.	PZA	12.00	\$ 6,095.00	\$ 73,140.00
TOTAL CAPITULO I.- RED DE MEDIA TENSION					\$ 1,000,981.08
CAPITULO II.- RED DE BAJA TENSION					
001BT	CONSTRUCCION DE BANCO DE DUCTOS DE 1 VIA A BASE DE TUBO PAD DE 3 " DE DIAMETRO (75 MM.) SEGÚN NORMA DE CFE. TNFMA-P1A-PAD, INCLUYE: LIMPIEZA DEL AREA , TRAZO EXCAVACION EN CIELO AVIERTO DE ZANJA CON 30 CMS DE ANCHO X 40 CMS DE PROFUNDIDAD EN TODO TIPO DE TERRENO. NIVELACION DE TUBERIA CONTACTACION CON PRODUCTO DE EXCAVACION, MATERIALES, TRANSPORTE , MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y EQUIPO.	ML	746.00	\$ 517.58	\$ 386,114.68
002BT	SUMINISTRO Y COLOCACION DE REGISTRO DE BAJA TENSION PREFABRICADO TIPO CFE-RBTB-1 DE MEDIDAS 0.40 X 0.60 X 0.80 MTS. DE CONCRETO INCLUYE: EXCAVACION, NIVELADO, PLOMADO, MATERIAL, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA	PZA	22.00	\$ 3,062.11	\$ 67,366.42
003BT	SUMINISTRO E INSTALACION DE CONECTOR SUBTERRANEO TIPO PULPO DE 8 VIAS. INCLUYE: MATERIAL MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO.	PZA	69.00	\$ 1,745.12	\$ 120,413.28
004BT	SUMINISTRO E INSTALACION DE ZAPATAS Y MANGA TERMICA CAL. 4-6 INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTAS.	PZA	106.00	\$ 85.00	\$ 9,010.00
005BT	SUMINISTRO E INSTALACION DE ZAPATA Y MANGA TERMICA CAL. 3/0 INCLUYE: MATERIAL MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	PZA	107.00	\$ 72.00	\$ 7,704.00
					\$ -
006BT	SUMINISTRO E INSTALACION DE ZAPATA Y MANGA TERMICA CAL. 1/0 INCLUYE: MATERIAL MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	PZA	46.00	\$ 60.00	\$ 2,760.00
007BT	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CONDUCTOR TRIPLEX 600 VOLTS, XLP, DRS, AAC (2 X 3/0-1X1/0) AWG: INCLUYE : MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y EQUIPO.	PZA	880.00	\$ 194.62	\$ 171,265.60

ELABORO

AUTORIZO

C. ISER BURGOS LEON
DIRECTOR DE OBRAS PUBLICASPROFR. SEBASTIAN UC YAM
PRESIDENTE MUNICIPAL

008BT	SUMINISTRO E INSTALACION DE MARBETES PARA IDENTIFICACION DE CIRCUITOS, FACES, DE ACUERDO A NORMAS ESTABLECIDAS POR COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD, INCLUYE: FAJAS MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y EQUIPO.	PZA	69.00	\$ 47.00	\$ 3,243.00
TOTAL CAPITULO II.- RED DE BAJA TENSION					\$ 767,876.98
CAPITULO III.- ACOMETIDAS					
001AC	CONSTRUCCION DE BANCO DE DUCTOS PARA ACOMETIDA 1 VIA. DE TUBO PAD DE 2" (50MM) CON EXCAVACION A CIELO ABIERTO EN TODO TIPO DE TERRENO CON 20 CMS DE ANCHO POR 30 CMS DE PROFUNDIDAD, PREPARACION Y ADECUACION DE AREA DE REGISTRO PARA EMPOTRADO DE LOS TUBOS, RESANE DE REGISTRO Y PERFILACION DEL AREA , MANO DE OBRA HERRAMIENTA, MAQUINARIA, EQUIPO.	PZA	1,670.00	\$ 462.91	\$ 773,059.70
002AC	ACOMETIDA MONOFASICA CON CONDUCTOR TIPO URD CAL 4 AAC (1+1)(4-6) AWG INCLUYE MATERIAL MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA	ML	1,590.00	\$ 145.00	\$ 230,550.00
003AC	MURETE PREFABRICADO, SEGÚN NORMAS ESTABLECIDAS POR CFE, INCLUYE: MUFA, TUBO CONDUIT GALV., CABLE DE COBRE, BASE DE MEDIDOR, CENTRO DE CARGA, INTERRUPUTOR, CONECTOR Y VARILLA DE TIERRA; EXCAVACION ,HERRAMIENTAS, MANO DE OBRA Y EQUIPO.	PZA	53.00	\$ 7,600.00	\$ 402,800.00
TOTAL CAPITULO III.- ACOMETIDAS					\$ 1,406,409.70
CAPITULO IV.- ALUMBRADO PUBLICO					
001AL	CONSTRUCCION DE BANCO DE DUCTOS INCLUYE: LIMPIEZA DEL AREA TRAZO Y NIVELACION, SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBO PAD DE 2" (50 MM), CON EXCAVACION A CIELO ABIERTO EN TODO TIPO DE TERRENO CON 20 CMS DE ANCHO POR 30 CMS DE PROFUNDIDAD, PREPARACION Y ADECUACION DE AREA DE REGISTRO PARA EMPOTRADO DE LOS TUBOS, RESANE DE REGISTRO Y PERFILACION DEL AREA , MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y EQUIPO.	PZA	792.00	\$ 462.91	\$ 366,624.72
002AL	SUMINISTRO E INSTALACION DE CABLE MULTIPLE TIPO URD AAC- 2+1 CAL. 6 INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y EQUIPO	PZA	811.00	\$ 118.78	\$ 96,330.58
003AL	EXCAVACION EN TERRENO TIPO C PARA COLOCACION DE ANCLA PARA POSTE METALICO DE 0.80 X 0.90.MT DE PROFUNDIDAD	PZA	19.00	\$ 1,700.00	\$ 32,300.00
004AL	CONSTRUCCION DE BASE PARA POSTE DE ALUMBRADO "ANCLA" DE 0.40 X0.40 MTS EN LA PARTE SUPERIOR, 0.80 X 0.80 MTS EN LA BASE Y 1.0 MT DE HALTURA. INCLUYE: PERNOS CON ROSCA PARA FIJAR POSTE , VARILLA DE 3/8, NIVELADO, PLOMEADO , ALAMBRON, CONCRETO FC= 200 KG/CM2 , CIMBRA APARENTE, MATERIAL MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	PZA	19.00	\$ 4,645.00	\$ 88,255.00
005AL	SUMINISTRO Y COLOCACION DE POSTE METALICO CONICO CIRCULAR GALVANIZADO DE 9 MTS DE ALTURA FABRICADO EN PLACA DE ACERO DE UNA SOLA PIEZA, CALIBRE 11 EN ACERO AL CARBON 8ASTM -A20 GALVANIZADO POR INMERSION EN CLIENTE CON PLACA DE 1/2" DE ESPESOR DE 35 X 35 Y BARRENO DE 28.6 MM. DE CENTRO A CENTRO CON ANCLAS Y PERCHAS PARA MONTAJE EN LA PARTE SUPERIOR PARA RECIBIR LUMINARIA. INCLUYE: MATERIAL, MANO DE OBRA, HERRAMIENTA Y EQUIPO	PZA	19.00	\$ 9,038.49	\$ 171,731.31
006AL	SUMINISTRO Y COLOCACION DE LAMPARA HIGH POWER LED DE 100 WATTS MCA. GCLUX MODELO GCR-EX 7896-100-09, 220 VOLTS, CONSTRUIDA EN ALEACION EN ALUMINIO O SIMILAR, INCLUYE: BRAZO METALICO DE 1 1/2", MATERIAL, CONEXIÓN , CABLE CAL. 10 AWG, MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y EQUIPO	PZA	19.00	\$ 9,075.61	\$ 172,436.59

ELABORO

AUTORIZO

C. ISER BURGOS LEON
DIRECTOR DE OBRAS PUBLICASPROFR. SEBASTIAN UC YAM
PRESIDENTE MUNICIPAL

007AL	SUMINISTRO E INSTALACION DE REGISTRO ELECTRICO PARA ALUMBRADO PUBLICO EN BANQUETA DE 40 X40 X 60 CMS INCLUYE: REGISTRO PREFABRICADO , EXCAVACION EN TODO TIPO DE TERRENO MATERIALES MANO DE OBRA HERRAMIENTA , TRASLADO Y TODO LO NECESARIO PARA SU SORRECTA INSTALACION	PZA	19.00	\$ 2,693.16	\$ 51,170.04
008AL	CONSTRUCCION DE MURETE PARA ALOJAR EQUIPO DE MEDICION Y CONTROL DE ALUMBRADO DE 1.80 X 1.50 X 0.60 MT. (ALTO-ANCHO-PROF) CON MURO SEPARADOR DEL EQUIPO DE MEDICION Y CONTROL DEL ALUMBRADO A BASE DE BLOCK HUECO DE 15 X20 X40 CMS, INCLUYE CASTILLOS DE 15 X15 CON ARMEX 10-4 LOSA DE CONCRETO ARMADA CON VARILLA DE 3/8" SEPARACION A 15 CMS , CHAFLAN , CONCRETO FC' =200 KG/CM2 , MATERIAL MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	PZA	2.00	\$ 4,519.47	\$ 9,038.94
009AL	SUMINISTRO Y COLOCACION DE UNIDAD DE CONTROL DE ALUMBRADO CONSISTENTE EN UN JUEGO DE INTERRUPTOR-CONTACTOR DE 2 X 60 AMPERES EN GABINETE METALICO NEMA 3R CON FOTOCELDA, INCLUYE: FIJACION , PIJAS, TAQUETES, INTERCONEXIONES MATERIAL DE CONSUMO MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	PZA	2.00	\$ 12,327.33	\$ 24,654.66
010AL	SUMINISTRO Y COLOCACION DE BASE PARA MEDIDOR DE 5 TERMINALES, 100 AMPERES EN GABINETE METALICO 3R. INCLUYE: FIJACION A MURETE , INTERCONEXIONES A EQUIPO DE CONTROL DE ALUMBRADO Y AL TRANSFORMADOR , MATERIALES DE CONSUMO , MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA.	PZA	2.00	\$ 560.00	\$ 1,120.00
TOTAL CAPITULO IV.- ALUMBRADO PUBLICO					\$ 1,013,661.84
CAPITULO V.- OTROS SERVICIOS					
001CV.	CONSTRUCCION DE BANCO DE DUCTOS INCLUYE: LIMPIEZA DEL AREA TRAZO Y NIVELACION, SUMINISTRO Y COLOCACION DE TUBO PAD DE 2" (50 MM), DOS VIAS, CON EXCAVACION A CIELO ABIERTO EN TODO TIPO DE TERRENO CON 20 CMS DE ANCHO POR 30 CMS DE PROFUNDIDAD, PREPARACION Y ADECUACION DE AREA DE REGISTRO PARA EMPOTRADO DE LOS TUBOS, RESANE DE REGISTRO Y PERFILACION DEL AREA , MANO DE OBRA HERRAMIENTA Y EQUIPO.	PZA	930.00	\$ 626.30	\$ 582,459.00
002CV	SUMINISTRO E INSTALACION DE REGISTRO ELECTRICO PARA ALUMBRADO PUBLICO EN BANQUETA DE 40 X40 X 60 CMS INCLUYE: REGISTRO PREFABRICADO , EXCAVACION EN TODO TIPO DE TERRENO MATERIALES MANO DE OBRA HERRAMIENTA , TRASLADO Y TODO LO NECESARIO PARA SU SORRECTA INSTALACION	PZA	19.00	\$ 2,693.16	\$ 51,170.04
TOTAL CAPITULO V.- OTROS SERVICIOS					\$ 633,629.04
CAPITULO VI.- TRAMITES DE CONTRATO E INTERCONEXIONES					
001TR	PAGO DE DEPOSITO DE GARANTIA PARA LA REALIZACION DE CONTRATO ANTE C.F.E.	LTE	2.00	\$ 11,734.72	\$ 23,469.44
002TR	PAGO DE CARTA DE UNIDAD VERIFICADORA (VERIFICACION DE INSTALACIONES ELECTRICAS)	LTE	2.00	\$ 29,697.33	\$ 59,394.66
003TR	PAGO DE RESOLUTIVO DE LIBRANZAS INTERCONEXIONES A LOS TRANSFORMADORES. INCLUYE: TRAMITES ANTE CFE, PLANOS DEFINITIVOS, INVENTARIOS	LTE	2.00	\$ 20,117.91	\$ 40,235.82
TOTAL CAPITULO VI.- TRAMITES DE CONTRATO E INTERCONEXIONES					\$ 123,099.92

SUBTOTAL: \$ 4,945,658.56

11% I.V.A.: \$ 544,022.44

TOTAL \$ 5,489,681.00

ELABORO

AUTORIZO

C. ISER BURGOS LEON
DIRECTOR DE OBRAS PUBLICASPROFR. SEBASTIAN UC YAM
PRESIDENTE MUNICIPAL