



INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIERREZ

INGENIERIA ELECTRICA

REPORTE DE RESIDENCIA

**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE UNA RED SUBTERRANEA, EN
FRACCIONAMIENTO CHULA VISTA DE TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS**

ASESORES:

ING. ABEL RAMON GALLEGOS AGUILAR

ING. KARLOS VELAZQUEZ MORENO

ALUMNO

SALVADOR SANCHEZ GONZALEZ

TUXTLA GUTIERREZ, CHIAPAS, 5 DE NOVIEMBRE 2014

Índice

1. Introducción.....	3
1.1 Antecedentes.....	3
1.2 Estado del Arte.....	4
1.3 Justificación	5
1.4 Objetivo general.....	5
1.4.1 Objetivo específico	5
1.5 Metodología	6
2. Fundamento Teórico	8
2.1 Redes subterráneas	8
2.2 bondades de las redes subterráneas	8
2.3 Rentabilidad de las redes subterráneas.....	9
2.4 Consideraciones en el diseño del sistema de distribución subterránea.	11
2.5 Demanda eléctricas.....	14
2.6 Fuente de alimentación.....	15
2.7 Tipo de instalación a desarrollar.	15
2.8 Tipo de sistema a utilizar.....	16
2.8.1 Baja tensión.....	18
2.9 Configuración de la red de media tensión y de baja tensión.	19
3. Desarrollo	20
3.1 Selección de transformadores.....	20
3.2 Diagrama unifilar y cuadro de cargas.....	24
3.3 Selección del conductor para media tensión.....	25
3.3.1 Selección del conductor para baja tensión.....	29
3.4 Calculo del conductor por capacidad de conducción.....	30
3.5 Calculo de conductor por corto circuito.....	31
3.6 Calculo de protección contra sobre corrientes en media tensión.	31
3.7 Calculo de protección contra sobre corrientes en baja tensión.....	32
3.8 Sistema de puesta a tierra.	33
4. Conclusión.....	34
5. referencias bibliográficas	36
6. Anexos.....	37
6.1 Presupuesto del costo de la obra.....	37
6.2 Terminología.....	41
6.3 Planos.....	42

Diseño y construcción de una red subterránea, en fraccionamiento Chula vista de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas

1. Introducción

1.1 Antecedentes

Hablar del progreso de un país, es hablar de que tiene una estructura sólida en cuyos cimientos está el compromiso de los seres humanos por ser capaz de lograr que dicho país progrese. Uno de los aspectos que reviste mayor importancia en el desarrollo de cualquier país y que logra el compromiso mencionado anteriormente es el aporte de la ciencia.

La ciencia logra cumplir los objetivos trazados a través de sus innumerables ramas; una de ellas es la ingeniería. La ingeniería a lo largo de la historia del ser humano ha tenido como principal objetivo el estudio y la investigación y dicho sea de paso, es responsable directa del diseño y la elaboración de los avances tecnológicos actuales.

Sin embargo, la ingeniería logra sus objetivos con la aportación de la energía eléctrica, de lo contrario no sería posible el avance obtenido. Actualmente en el mundo moderno se necesita de la energía eléctrica en sus diferentes manifestaciones para el desarrollo de sus actividades diarias; en México la comisión federal de electricidad (CFE.) Es la empresa más importante en generar, transmitir y distribuir la energía eléctrica; que es importante eje de impulso del desarrollo y crecimiento de nuestro país.

La energía eléctrica es importante en todos los sectores de la economía, por lo tanto, se busca garantizar la continuidad y calidad del servicio. Un sistema de distribución tiene como propósito satisfacer continuamente la demanda requerida por los consumidores, el suministro debe ser confiable.

La energía eléctrica sin duda es el energético más utilizado en el mundo. La electricidad es el pilar del desarrollo industrial de todos los países, es parte importante del desarrollo social y esencial para el desarrollo tecnológico. Sin duda la electricidad juega un papel muy importante en la vida del ser humano, con la electricidad se establece una serie de comodidades que con el transcurso de los años se van haciendo indispensables para el hombre.

En el presente trabajo se plantea el diseño y construcción de una red subterránea, para el fraccionamiento chula vista de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Ubicado: carretera al aeropuerto las flechas.

1.2 Estado del Arte

Ante el interés de las autoridades y CFE de disponer de instalaciones subterráneas en algunos centros históricos y a los planteamientos de los inversionistas de construir este tipo de instalaciones principalmente en desarrollos turísticos, comerciales y residenciales de alto nivel. Se elaboraron en 1974 las primeras Normas Nacionales de Distribución para la Construcción de Líneas Subterráneas.

El uso de este tipo de instalaciones despertó el interés del personal del área de ingeniería de CFE, promoviendo diversas reuniones anuales en el ámbito nacional, con el personal de esta especialidad en todas las Divisiones de distribución; sin embargo, el interés fue decayendo y la utilización de las instalaciones subterráneas se limitó a los desarrollos de alto nivel en sus diferentes tipos, como en un principio.

Dentro de los principales motivos que limitó el desarrollo de las instalaciones subterráneas, fue el costo inicial de estas instalaciones se cotizaba hasta en ocho veces más respecto a una aérea convencional, esto debido a la inversión que se hacía necesaria en cables, accesorios y equipos empleados en la red eléctrica eran excesivos por ser en su totalidad de importación. Y por otro lado su mercado era limitado para que los fabricantes y proveedores se interesaran en establecer una red de venta y distribución y/o fabricación nacional, que facilitara su adquisición y abastecimiento a bajo costo.

Así sumado a lo anterior los lineamientos que tenía CFE para la construcción de instalaciones eléctricas que se recibían de terceros y que establecían la entrega de un volumen adicional de material (cable, accesorios y equipos) para mantener las instalaciones de operación; resultando ser una práctica sumamente numerosa que impactaba los costos de las instalaciones subterráneas, llegando a representar hasta 10 veces el costo de una instalación aérea.

Además había que sumar la deficiencia de los proyectos autorizados y el uso de redes trifásicas en áreas residenciales, que las encarecían aún más al requerir obras civiles excedidas.

Todos y cada uno de los factores señalados contribuían a establecer excelente justificación, por lo cual no se podían construir instalaciones subterráneas sobre todo en desarrollos residenciales de nivel medio y de interés social.

1.3 Justificación

Actualmente en nuestro país no hay un problema crítico sobre la energía que motive la investigación y desarrollo de nuevas formas de transmitirla en forma subterránea. En esta investigación se dan algunas de las bases que sirven para la instalación y cálculo de este tipo de líneas.

Conforme el tiempo avanza nuestro país se va desarrollando, por lo que tiende a incrementar la demanda de energía eléctrica, por el mayor número de consumidores, nuevas fábricas o industrias, escases de recursos naturales trayendo como consecuencia el utilizar nuevos conductores que a su vez traen consigo aumento de contaminación.

Habrán más problemas para transmitir la energía eléctrica a través de grandes áreas urbanizadas debido a la pérdida progresiva de espacio por la expansión de las pequeñas ciudades y el crecimiento de la población, tanto para los circuitos cableados, como para otro tipo de instalación.

Con todos estos factores es inminente que en un futuro no muy lejano la mayor demanda de energía, el crecimiento de nuestro país, la escases de hidrocarburos, el crecimiento urbano, la limitación de espacio para instalar redes aéreas y el aumento de la contaminación den como resultado el tomar en cuenta la instalación de redes de transmisión subterránea para el transporte de la energía eléctrica.

1.4 Objetivo general

Elaborar el proyecto que satisfaga las necesidades de los usuarios situados en el fraccionamiento chula vista. Para lo cual consideramos las normas y especificaciones vigentes de la CFE con la finalidad de presentarlo ante esta misma dependencia para su operación.

1.4.1 Objetivo específico

Conocer y aplicar las normas de referencia en la elaboración de un proyecto eléctrico en media y baja tensión.

A continuación se mencionará el soporte técnico utilizado para la elaboración de este proyecto:

- Bases de Proyecto Únicas para Instalaciones Subterráneas.
- Normas para Construcción de Instalaciones Subterráneas para Distribución de Energía Eléctrica en Media y Baja tensión.
- NOM-001-SEDE-2012. Artículo 923 (instalaciones subterráneas).

1.5 Metodología

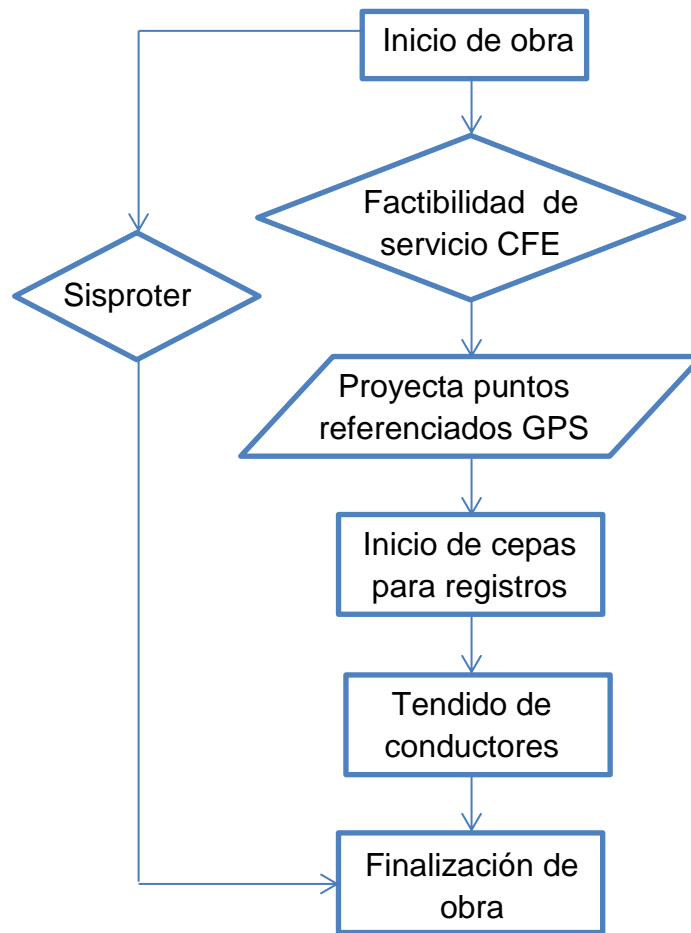


Fig.1.1 Diagrama a bloques del diseño y construcción de la red subterránea.

El sisproter es un documento que tiene como propósito el establecer las directrices que deben seguir los solicitantes del servicio público de energía eléctrica, para el diseño, construcción y entrega a Comisión Federal de Electricidad, de las obras e instalaciones destinadas al suministro de energía eléctrica, además de aquellas que formen parte de la urbanización de fraccionamientos, conjuntos, unidades y condominios habitacionales, centros comerciales.

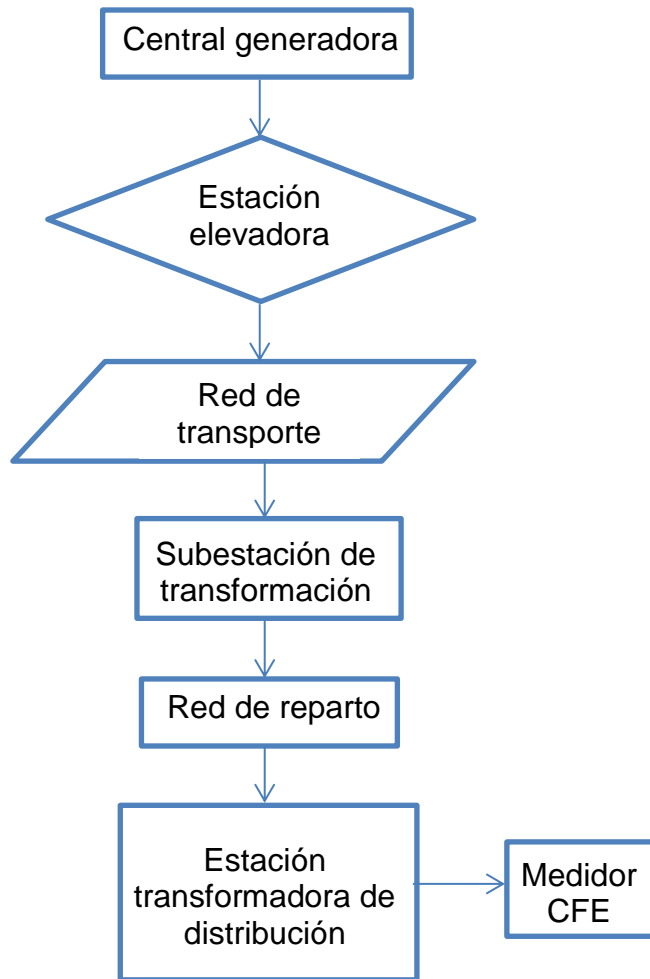


Fig.1.2 Diagrama a bloques del software de distribución eléctrica.

2. Fundamento Teórico

2.1 Redes subterráneas

Un proyecto de red eléctrica es la electrificación de casas habitacionales o centros comerciales y todo relacionado con proporcionar la electricidad a nuestros servicios, las electrificaciones más conocidas son las que vemos en los poste de CFE, pero también se está implementando una nueva visión en la electrificación habitacional que es la subterránea, este tipo de electrificación ya sea implementado desde hace algunos años, pero no sea visto tan fuerte como hoy en día debido a los elevados precios.

La red de distribución subterránea será diseñada sobre la base de las normas de distribución subterránea de CFE con la finalidad de tener un sistema de distribución que satisfaga continuamente la demanda requerida y sea confiable. Cabe destacar la gran aceptación que las redes subterráneas están teniendo actualmente, aunque superan en costo a las líneas aéreas quedan protegidas de factores y fenómenos naturales (como los fuertes vientos), por lo tanto la inversión que se haga en el presente resultará benéfica a futuro.

El uso de la energía eléctrica en los tiempos modernos se ha convertido en símbolo de modernidad y civilización, por eso su demanda es cada vez más creciente y su uso, de mejor calidad. Por esa razón los proyectos modernos exigen cada vez más requisitos, con el fin de dar a todo tipo de instalación mayor seguridad y un grado aceptable de flexibilidad, ya que el usuario, una vez instalado, es bastante sensible a la interrupción del servicio.

Hoy en día se propone a los desarrolladores la electrificación subterránea, debido a la mejor presentación de los fraccionamientos, que estos estén sin postes ni cables que dan mejor aspecto, esto por parte del desarrollador y para CFE que favorece en el maniobro, servicio y casos de fallas, ya que facilita el trabajo y sobre todo es más seguro que las líneas aéreas, lo cual con la aplicación de líneas subterráneas reduce el nivel de accidentes notablemente.

En este proyecto se pretende proporcionar el suministro de energía eléctrica a 622 viviendas de tal manera que el suministro sea confiable, presente una mayor seguridad en la operación e instalación más duraderas y económicas.

2.2 bondades de las redes subterráneas

Desde el punto de vista del usuario:

- Buena apariencia.
- Muy confiable (mejora en la calidad de servicio).
- Mayor seguridad.

- Se respetan propiedades y costumbres.
- Incrementan la plusvalía de la propiedad.
- Conviven con la naturaleza.

Desde el punto de vista de CFE

- Alta confiabilidad.
- Menor exposición al vandalismo.
- No afectan y no les afecta el entorno o el medio ambiente y las condiciones meteorológicas adversas.
- Requieren de poco mantenimiento.
- Mayor seguridad en la operación.
- Son más duraderas y económicas.

2.3 Rentabilidad de las redes subterráneas

Se presentan los costos en los que se incurre durante la construcción de redes aéreas, subterráneas e híbridos (línea de media tensión aérea y transformadores tipo poste, con red de baja tensión subterránea) así como los costos de mantenimiento durante la vida útil de los mismos. Se comparan redes equivalentes considerando la confiabilidad que proporciona uno y otro tipo de red con lo cual se evalúa el proyecto de suministrar de servicio mediante alguno de los tipos de red mencionada. Tradicionalmente se ha comparado el costo de una red subterránea o híbrida con el de una aérea refiriéndose exclusivamente a los costos de construcción.

El enfoque planteado en este trabajo, considera también los costos de mantenimiento durante la vida útil de las redes, así como el beneficio obtenido al considerar uno u otro tipo de red, en bases a la continuidad que se alcanza en el suministro de energía eléctrica.

Para determinar la rentabilidad que se obtiene al suministrar servicio a desarrollos mediante redes de distribuciones subterráneas o híbridas en sustitución de sistemas aéreos, se evaluaron los proyectos que consistieron en comparar de manera integral una red subterránea y una híbrida con su equivalente aéreo.

Los costos totales de los tres tipos de redes se obtuvieron al sumar a los costos de construcción de cada una, los costos de mantenimiento en que se incurre para conservarlas en operación durante su vida útil, la cantidad de redes empleadas para realizar el estudio así como sus costos totales y unitarios asociados, todo esto se indican en la tabla siguiente:

COSTOS DE REDES						
OPCIÓN	TRANSFORMADORES		COSTO			
	CANTIDAD	KVA INSTALADOS	TOTALES		POR TRANSFORMADOR	
			DE CONSTRUCCIÓN	DE MANTENIMIENTO(VIDA ÚTIL 30 AÑOS)	DE CONSTRUCCIÓN	DE MANTENIMIENTO(VIDA ÚTIL 30 AÑOS)
AÉREA	120	8,137.50	\$2,196,423.00	\$11,930,680.00	\$18,303.53	\$99,422.00
HÍBRIDA	80	11,163	\$4,441,639.00	\$2,032,196.00	\$55,520.49	\$25,402.00
SUBTERRÁNEA	142	9,162.50	\$15,355,550.00	\$702,969.60	\$108,137.68	5,131.00

Fig.2.1 Comparación de costos en distintos tipos de redes eléctricas.

Con base a estas determinaciones, se compararon redes equivalentes en cuanto a la capacidad y usuarios atendidos, los valores de capacidades y usuarios empleados Corresponden a los promedios de las redes subterráneas, híbridas y aéreas, obtenidos a partir de las estadísticas actuales que se tiene para cada tipo de sistema.

Se obtuvieron a partir de la totalidad de los usuarios alimentados mediante estos tipos de redes, el número promedio de los usuarios con suministro a partir de redes aéreas, subterráneas o híbridas, así como la capacidad promedio de las mismas y las relaciones entre estos promedios. Al comparar la red aérea con la subterránea, se afectó el costo de mantenimiento anual por esta relación, lo que permitió comparar directamente redes equivalentes; se procedió en forma similar al comparar aéreas con híbridas.

Lo anterior permitió que el beneficio por energía incrementada no fuera considerado, ya que al ser sistema equivalente, se anula el comparativo al realizar la evaluación de los proyectos.

Para evaluar el efecto que tienen las interrupciones en los tres tipos de sistemas, se consideró la estadística del promedio de cinco años en el área de Distribución y se aplicó a cada tipo de sistema para cada red equivalente, obteniendo la energía dejada de vender y el costo que significan para el país las interrupciones del servicio.

El alto costo del mantenimiento en que se incurre para conservar en operación los sistemas aéreos, se transforma en un gran beneficio al optar por la porción subterránea o híbrida, asimismo por el hecho de que el TIU en los sistemas subterráneos es solo el 0.24% del total, el número de interrupciones que se dejan

de tener al optar por esta opción, se traduce también en importantes beneficios. El TIU para sistemas híbridos se consideró de un 85% del correspondiente a los aéreos, ya que únicamente se eliminan las fallas en las redes secundarias. Se consideró como costo de daño a la sociedad por interrupciones, el valor de 1.5 USD/KWH.

De acuerdo al concepto de flujo incremental, se comparan año por año primero las diferencias de inversiones entre uno y otro tipo de red, las cuales son consideradas como el costo inicial del proyecto, sucesivamente se comparan la suma de los costos por mantenimiento y por energía no vendida; puesto que de acuerdo a lo descrito, estos valores son inferiores en los sistemas subterráneos e híbridos que en los aéreos, resultan en beneficio del proyecto.

Para la evaluación de ambos proyectos se utilizó una tasa real de descuento del 9% anual, se consideró una vida útil de 30 años, la cual puede ser mayor y se empleó el concepto de “flujo incremental”.

2.4 Consideraciones en el diseño del sistema de distribución subterránea.

Otras características de los sistemas subterráneos de media tensión son que tienen una fuerte influencia en la planeación y el diseño. Se pueden tener un mayor número de alimentadores por una sola ruta que en un sistema aéreo, se puede tener un banco de ductos de 4, 6 y 8 circuitos a lo largo de una sola ruta.

En este sistema de distribución las cargas de clientes individuales son muy grandes comparadas con las cargas suministradoras en baja tensión. La mayoría de los clientes de media tensión tienen servicios trifásicos siendo la excepción el caso de cargas monofásicas. Un alimentador en general no tiene más de una docena de usuarios.

Adicionalmente las longitudes de estos circuitos son muy cortas comparados con la distribución aérea. Las subestaciones que suministran energía a este tipo de áreas tienen bastante capacidad instalada comparada con el promedio de las subestaciones de la empresa. Finalmente las derivaciones en las instalaciones subterráneas no son tan sencillas como en las líneas aéreas, en las instalaciones subterráneas se requiere de un registro, terminales y equipos especiales que además del costo se necesita tiempo y conocimientos especiales para hacer estos trabajos. La topología de la distribución subterránea tiene las siguientes características:

- Diseño de los límites de capacidad.- La caída de tensión y el costo de las pérdidas raramente presentan problemas importantes, los alimentadores son muy cortos para producir una caída de tensión y costo de pérdidas significativo. La carga domina las condiciones de diseño.

- La configuración es restringida a las trayectorias definidas por las calles. Las acometidas se instalan por los accesos de servicio.
- Las cargas en media tensión son grandes e invariablemente trifásicas. En casos extremos una sola carga puede absorber la capacidad completa de un alimentador.
- El costo fijo es muy alto. Incrementar la capacidad de un alimentador al doble puede incrementar el costo solo un 5%.
- El costo para incrementar la capacidad es extremadamente alto. Frecuentemente adicionar nuevos ductos y cables simplemente no se puede hacer. Otras veces por restricciones municipales no se pueden realizar nuevas construcciones.
- Los requerimientos de confiabilidad son superiores al promedio. En general se acepta que grandes edificios comerciales demanden una mayor confiabilidad en el servicio. Los estudios de planeación tienden a soportar esta conclusión.
- Las reparaciones de las instalaciones subterráneas son lentas, en circuitos radiales tienden a durar varias horas.

Por estas razones, para los sistemas subterráneos se incluyen varias restricciones de diseño, mismas que se indican a continuación.

- Los alimentadores se diseñan en anillo por las siguientes razones. Primero, el número de clientes en media tensión por alimentador es generalmente pequeño. Segundo, los sub anillos de 200 amperes son más cortos, con más clientes y con una distribución monofásica, debido a que el 99% de los clientes residenciales requieren de un sistema monofásico, sucede lo opuesto con los clientes suministrados en media tensión. Tercero, el alimentador en anillo con operación radial proporciona un respaldo para rápido restablecimiento en caso de contingencia. Si se opera en anillo cerrado proporciona una mejor confiabilidad que cualquier otro circuito radial.
- Calibres máximos son frecuentemente instalados en todos lados. El costo de construir un banco de ductos para 6 conductores es cercanamente igual a construirlo con 12 o más, ambos requieren los mismos permisos, la apertura de zanjas, etc. Además el costo de instalar grandes calibres no es relativamente más caro que con calibres menores. Por otro lado el costo de tener una menor capacidad en un sistema subterráneo es una desventaja significativa. Como resultado de lo anterior muchas empresas construyen con la mayor capacidad posible las instalaciones subterráneas.

Los equipos o accesorios para derivar ramales radiales (acometidas), deben ser cuidadosamente seleccionados, ya que esta selección tiene un alto impacto en los

costos. Como ejemplo, tenemos que en algunas ocasiones el equipo utilizado para derivar un ramal, es más costoso que la subestación del cliente de media tensión, en estos casos una buena alternativa es utilizar accesorios de derivación con fusibles. La misma consideración se debe tener cuando del alimentador troncal se deriva un sub anillo de 200 amperes, si el sub anillo requiere de un seccionador es importante que las vías derivadoras cuenten con protección de preferencia electrónica, ya que la pérdida por falla de un segmento del sub anillo no afectará el alimentador troncal y el número de clientes afectados será pequeño.

Diseño de los sistemas de distribución subterránea adicionalmente se debe considerar a:

- Los clientes.- que demandan un nivel determinado de confiabilidad de la instalación, con una calidad de suministro acorde a sus necesidades de operación y un restablecimiento oportuno en el caso de una interrupción del suministro.
- La empresa.- que debe prever que el crecimiento del sistema atienda las necesidades del mercado eléctrico en el corto, mediano y largo plazo, asegurando una operación óptima, confiable y de calidad al menor costo posible, con rentabilidad a largo plazo y sin afectar el entorno.
- Las instalaciones.- Cumplir con un alto nivel de seguridad para los trabajadores y les faciliten la operación y el mantenimiento.

El proyecto es la base del desempeño de la instalación, también depende la rentabilidad económica de la inversión y los costos de operación.

En el proyecto se debe considerar como uno de los puntos más importantes, el que éste se apegue al Plan de Crecimiento de la Red de Media Tensión, ya que la trayectoria de los alimentadores de media tensión, tiene que ver con la disposición de la lotificación y trazo de las calles y avenidas, con las áreas verdes y de donación, que nos permitirá determinar la ubicación y cantidad de registros o pozos de visita a utilizar, así como localización de transformadores, equipos de protección y seccionamiento.

A los circuitos de baja tensión, le aplican los conceptos señalados anteriormente, ya que la disposición de la baja tensión, depende en gran medida de la que tenga la media tensión, tanto mejor sea la disposición de la media tensión, mejor será la de baja tensión. Lo antes señalado nos permitirá determinar la ubicación y cantidad de registros a utilizar y la localización de transformadores.

Para determinar la capacidad de los transformadores, se toma en cuenta la carga por lote y la cantidad de estos, así como a la carga por la cantidad de luminarias y el porcentaje de utilización, se determina la capacidad del transformador.

2.5 Demanda eléctricas.

De acuerdo con el criterio de las bases de proyectos únicas de la CFE. Zona Tuxtla esta norma ubica a las viviendas dentro de la categoría "D", siendo de las de tipo residencial popular. Con una carga asignada por lote de 1.25 KVA.

Sobre la base de la información podemos plantear que las necesidades de carga por concepto de viviendas serán las siguientes:

DESCRIPCION	TIPO D
CARGA POR LOTE	1.25 KVA
No DE VIVIENDAS	622
DEMANDA ELECTRICA TOTAL	
1.25KVA*622	
TOTAL	777.5 KVA

Fig.2.2 Servicios particular y demanda máxima.

Para abastecer esta carga instalada de las 622 viviendas (777.5 KVA) se contempla la instalación de los siguientes transformadores.

DESCRIPCION	CARGA INSTALADA (KVA)
TRANSFORMADORES	
2-25 KVA	50 KVA
2-75 KVA	150 KVA
7-100 KVA	700 KVA
TOTAL	900 KVA

Fig.2.3 Transformadores para la alimentación de las viviendas.

La carga instalada de alumbrado en el fraccionamiento es de un total de 40.86 KVA. Por lo cual se utilizan los transformadores siguientes:

DESCRIPCION	CARGA INSTALADA (KVA)
ALUMBRADO PUBLICO	40.86 KVA
3-25 KVA	75 KVA
TOTAL	75 KVA

Fig.2.4 Transformadores para la alimentación de alumbrado público.

Considerando la suma de todas estas cargas se tiene que para el Fraccionamiento Chula vista se contempla una carga instalada de: 818.36 KVA.

2.6 Fuente de alimentación.

Las características para nuestro alimentador son las siguientes:

- A. Circuito de Media Tensión Subterránea en 13.2 KV, 3F-3H; con conductor DS XLP calibre 3/0. Con neutro de cobre desnudo calibre 1/0 AWG.
- B. La longitud de nuestro circuito troncal es de 993.25 M lineales.
- C. Construcción de obra civil (registro en media tensión, Pozo de visita, Banco de ductos) acorde a los indicado en las Normas de distribución- Construcción Líneas Subterráneas.

Los ramales o anillos en MT que alimentaran el fraccionamiento tienen las siguientes características; cable de potencia de media tensión tipo DS de aluminio XLP con nivel de aislamiento al 100% calibre de 3/0 AWG.

El neutro será de cable de cobre desnudo calibre 2 AWG, directamente enterrado el cual se conectara a electrodos de tierra por medio de conectadores soldables en cada registro primario y en donde exista equipo y/o accesorios premoldeados.

El primer ramal o anillo en MT será la Fase A con una carga instalada a alimentar de 300 KVA; esta carga estará repartida entre 5 transformadores de distribución (2 de 100 KVA; 1 de 75KVA y 2 de 25 KVA). El segundo ramal o anillo en MT será la fase B con una carga instalada a alimentar de 300 KVA; esta carga estará repartida en 5 transformadores de distribución (2 de 100 KVA; 1 de 75KVA y 2 de 25 KVA). Por último, el tercer ramal o anillo en MT será la Fase C con una carga instalada alimentar de 300 KVA; esta carga estará repartida en 5 transformadores de distribución (3 de 100 KVA y 1 de 25 KVA).

2.7 Tipo de instalación a desarrollar.

La instalación será tipo subterráneo, para cumplir con las bases de construcción de la *CFE*. Siendo una instalación subterránea le brindará al fraccionamiento un servicio más seguro y más protegido contra las inclemencias del tiempo.

En lo que respecta a la obra civil para el alojamiento de la instalación subterránea; contará con una red de ductos subterráneos para los ramales en media tensión, la red de baja tensión y alumbrado público. Contará también con una serie de registro de diferentes medidas y formas, dependiendo del tipo de servicio que van a prestar, de acuerdo a su ubicación, ya que pueden instalarse en área de banquetas o sobre el arroyo vehicular.

Las instalaciones eléctricas a considerar por parte de este proyecto considerará cuatro aspectos básicos: a) instalación en media tensión, b) instalación en baja tensión, c) instalación de acometidas domiciliarias.

- A. Instalación en Media Tensión.- La instalación de media tensión comprenderá desde la conexión de los anillos o ramales en MT en el punto denominado S1- Seccionador de 4 Vías (2-600 / 2- 200 Amperes). A partir de este punto se distribuirá la carga en media tensión a los 14 transformadores que forman los anillos del Fraccionamiento.
- B. Instalación en Baja Tensión.- La instalación de baja tensión la constituirán, principalmente, los circuitos de alimentación a las acometidas. Estos circuitos estarán formados por circuitos con ramales de hasta 200 Mts. De longitud como máximo.
- C. Instalación de acometidas domiciliarias.- Estas serán derivaciones radiales de los circuitos alimentadores de baja tensión. Saldrán de un registro de baja tensión en banqueta tipo 1 (RBTB1), como promedio, 4 y 6 acometidas domiciliarias. Por norma la distancia mayor será de 30 Mts desde un registro hasta una vivienda.
- D. Medición del Servicio.- La canalización de la acometida deberá llegar hasta la base enchufe donde se instalara el medidor. La base enchufe estará empotrada (oculta) a la pared de la vivienda, que es el límite de la propiedad. El soporte para este planteamiento consta según Norma CFE EM-BT104, que especifica para servicios monofásicos con carga hasta 5 KW en baja tensión, área urbana, red subterránea, con barda frontal. Dicha especificación será aplicable para nuestro fraccionamiento.
- E. Instalaciones de alumbrado.- La instalación de alumbrado será de baja tensión, pero independiente de la alimentación para las acometidas. Sus transformadores se alimentarán de la red de media tensión de manera radial y de estos se alimentará a los circuitos de baja tensión que suministrarán la energía a las luminarias. La capacidad del transformador de alumbrado será, por disposición de normas de 25 KVA. Los circuitos de alumbrado, sus transformadores, sus bancos de ductos y sus registros, serán independientes, esto es, no compartirán ductos tampoco circuitos de los circuitos de media tensión ni de las instalaciones de baja tensión de las acometidas.

2.8 Tipo de sistema a utilizar.

Sistema de distribución de 200 A. ramales en MT.

Es aquel en que la corriente continua en condiciones normales o de emergencia no rebasa los 200 A. Se utiliza en anillos que se derivan de circuitos troncales de media tensión (13.2 a 34.5 KV) aéreos o subterráneos, la configuración siempre será en anillo operación radial con una o más fuentes de alimentación. En condiciones de operación normal el anillo estará abierto aproximadamente al centro de la carga o en punto dispuesto por el centro de operación. Con el objeto de tener mayor flexibilidad, se tendrá un medio de seccionalización en todos los transformadores y derivaciones de anillo. El sistema a desarrollar para este proyecto es un sistema de media tensión con una configuración en anillo operación radial con dos fuentes de alimentación para media tensión.

Se diseñará de acuerdo a la tensión suministrada en el área (13.2 KV) y un sistema de neutro multiaterrizado.

Los circuitos alimentadores subterráneos deben ser:

CARGAS ALIMENTADAS	CONFIGURACIÓN
RESIDENCIAL	1 F-2H
	2F-3H
	3F-4H
COMERCIAL	3F-4H
INDUSTRIAL	3F-4H

Fig.2.5 Cargas instaladas en el fraccionamiento.

La caída de tensión máxima en los circuitos de media tensión no debe de exceder del 1% en condiciones normales de operación.

El cable del neutro debe ser de cobre desnudo semiduro.

El calibre del neutro debe determinarse de acuerdo al cálculo de las corrientes de falla y como mínimo debe ser de sección transversal de 33.6 mm² (2 AWG). Para nuestro caso el calibre seleccionado es calibre 2 AWG.

El conductor de neutro corrido debe ser multiaterrizado para garantizar en los sitios en donde se instalen accesorios y equipos.

El neutro debe de ser alojado en el mismo ducto de una de las fases o podrá quedar directamente enterrado. Por cuestiones de vandalismo y constante robo de este material, nuestro neutro será directamente enterrado.

El nivel de aislamiento de los cables debe ser del 100 %.

La sección transversal del cable XLP debe determinarse de acuerdo al diseño del proyecto, el calibre mínimo debe de ser 1/0 AWG y cumplir con la especificación NRF-024. Los ramales eléctricos en MT tendrán un calibre de 1/0 AWG.

Deben emplearse conductores de Aluminio y en casos especiales en que CFE lo requiera, se podrán utilizar conductores de cobre. Para nuestro proyecto se utilizará conductores de Aluminio.

Los cables deben ser alojados en ductos de polietileno de alta densidad Liso con cédula RD 17 (PAD-LISO), debiendo instalar un cable por ducto.

Debe dejarse un excedente de cable de una longitud igual al perímetro del registro o pozo de visita únicamente donde se instalen equipos y accesorios. Cuando los

transformadores no lleven registros la reserva de cable debe dejarse en el registro adyacente.

Deben utilizarse indicadores de falla acorde a la corriente continua del sistema, en el lado fuente de cada transformador, seccionador o conector múltiple de media tensión. Todos los transformadores tendrán sus indicadores de falla integrados en su gabinete.

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

La red de media tensión es una red subterránea que después de ser alimentado por una red troncal desde la interconexión con CFE. Se distribuye en el fraccionamiento por líneas monofásicas de media tensión que van alimentando a los transformadores. Estos transformadores serán del tipo pedestal. Esta red recorre el fraccionamiento con un sistema trifásico, mediante circuitos monofásicos que van recorriendo el área mediante un arreglo conveniente. En algunos casos, el arreglo del anillo monofásico sigue caminos irregulares.

Aunque el sistema de alumbrado es independiente en varios aspectos, el transformador de este sistema forma parte integral también del sistema de media tensión, ya que, mediante una derivación radial y utilizando accesorios de protección como son conectores tipo codo, con fusible integrado se alimentará a través de los circuitos en anillo monofásicos.

2.8.1 Baja tensión.

En áreas residenciales los circuitos de baja tensión monofásicos deben de ser 2F-3H; 240/120 V. Estos circuitos tendrán una configuración radial y como máximo deben salir cuatro circuitos de cada transformador.

En áreas comerciales los circuitos de baja tensión deben ser 3F-4H; 220/127 V. Estos circuitos tendrán una configuración radial y como máximo deben salir ocho circuitos de cada transformador con el conector adecuado.

La caída de tensión del transformador al registro más lejano no debe de exceder del 3 % en sistemas monofásicos y de 5 % en sistemas trifásicos.

La configuración de los cables debe ser Triplex para los sistemas monofásicos y Cuádruplex para los para sistemas trifásicos, con neutro de sección reducida y de acuerdo con la especificación NRF-052.

Los cables de baja tensión deben cumplir con la especificación NRF-052.

El neutro debe conectarse mediante el conector múltiple en el registro de remate del circuito secundario y en el transformador mediante la conexión al sistema de puesta a tierra.

Debe usarse una sección transversal de acuerdo a las necesidades del proyecto, debiendo ser en áreas residenciales como mínimo 53.5 mm² (1/0 AWG) y como máximo debe ser 85.00 mm² (3/0 AWG).

La longitud de los circuitos de baja tensión no debe de exceder de 200m, siempre y cuando se satisfagan los límites de caída de tensión y pérdidas, las cuales no excederán el 2 %.

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

Entre registros no deben usarse empalmes en el conductor.

Los circuitos de baja tensión deben instalarse en ductos de PAD-LISO RD17.

Deben instalarse circuitos de baja tensión por ducto.

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. Con una longitud máxima del circuito de 130 metros sin conexiones intermedias.

Todos los sistemas de puesta a tierra deben tener una resistencia máxima equivalente a 10 Ω en época de estiaje y 5 Ω en época de lluvias, debiendo ser todas las conexiones del tipo auto fundente o comprimible.

La red de baja tensión de este proyecto será de 2F-3H; con cables aislados para 600 Volts, conductor de aluminio en ductos de aluminio en ductos de PAD RD 17 DE 2" de diámetro.

Se dispondrá una serie de ductos conforme se indica en las normas para líneas subterráneas, arreglándose dichos ductos conforme a las indicaciones de las normas, y se indican estos en los planos de la obra civil del proyecto.

2.9 Configuración de la red de media tensión y de baja tensión.

A) Configuración de media tensión.

- Configuración en anillo.- Es aquella que cuenta con más de una trayectoria para proporcionar el servicio de energía eléctrica.
- Configuración en anillo operación radial con dos fuentes de alimentación.- Es aquella cuya configuración es en anillo y que cuenta con dos fuentes de alimentación. Opera en forma radial con un punto normalmente abierto en el centro de la carga.
- Conectando las fuentes a diferentes equipos o accesorios de la red.

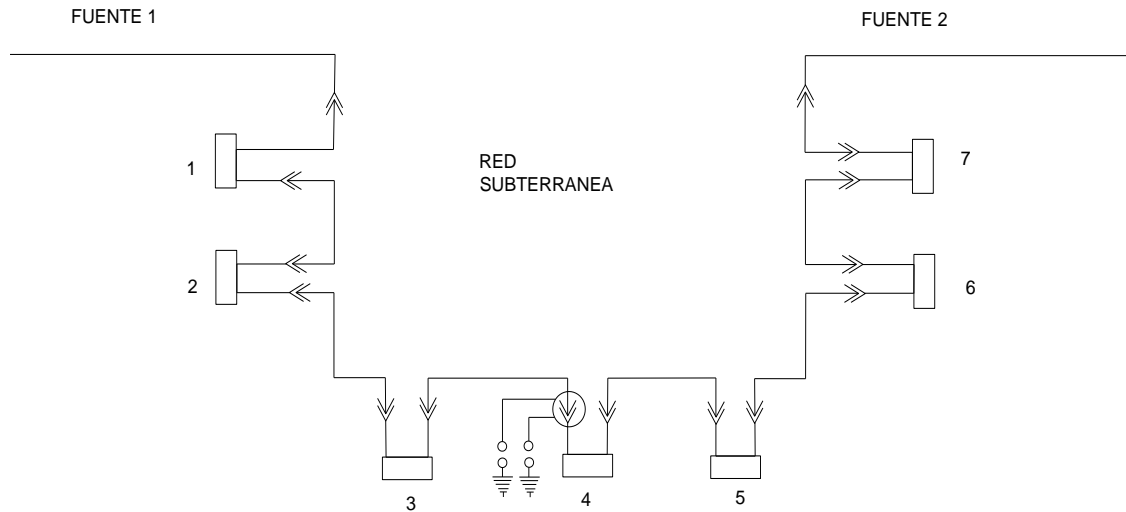


Fig.2.6 Configuración de la red de media y baja tensión.

B) Configuración de baja tensión.

Configuración radial.- Es aquella que solo cuenta con una trayectoria, proporcionando el servicio de energía eléctrica.

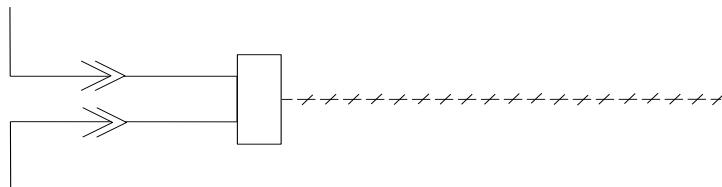


Fig.2.7 Configuración de baja tensión.

3. Desarrollo

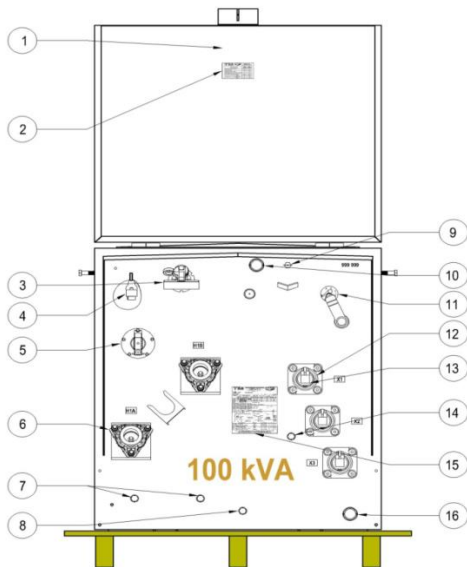
3.1 Selección de transformadores.

Recomendaciones para la selección de los transformadores. Tomando en cuenta las bases de proyecto únicas para instalaciones subterráneas se consideran los siguientes aspectos:

- A. Los transformadores serán del tipo pedestal monofásico para operación en anillo. Todas las capacidades y características que CFE determine, en

especificaciones CFE-K-0000-04. Las capacidades a emplear para este proyecto será transformador pedestal monofásico 13200YT/7620 - 240/120 para una tensión de 13200 volts. Siendo N para capacidades de 100, 75 y 25 KVA.

- B. Los transformadores deberán contar con aviso de pruebas (protocolos) expedido por el fabricante. Así como las pruebas locales de recepción de los mismos, procedimiento CFE-K-0000-12.
- C. Las zapatas de conexión deberán ser planas a compresión, bimetálicas con dos barrenos de acuerdo a la norma.
- D. Toda la tornillería que se deba utilizar para conectar el transformador a los circuitos primarios, secundario y sistema de tierras, deberá de ser de cobre o bronce.



PARTE	DESCRIPCION
1	GABINETE
2	PLACA DE PARES DE APRIETE
3	PORTAFUSIBLE DE EXPULSION TIPO BAYONETA
4	INDICADOR DE FALLA (OPCIONAL)
5	CAMBIADORES DE DERIVACIONES (OPCIONAL)
6	TERMINALES DE MEDIA TENSION
7	CONEXIÓN Y CONECTADOR M.T. A TIERRA
8	CONEXIÓN Y CONECTADOR DE TANQUE A TIERRA
9	VALVULA DE ALIVIO DE SOBREPRESION
10	CONEXIÓN SUPERIOR PARA FILTRO PRENSA
11	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO (OPCIONAL)
12	TERMINALES DE BAJA TENSION
13	CONECTADOR RECTO DE 4 VIAS
14	CONEXIÓN Y CONECTADOR DE B.T. A TIERRA
15	PLACA DE DATOS
16	CONEXIÓN PARA DRENAJE Y MUESTREO

PEDESTAL MONOFASICO 13 200 YT/7 620-240/120					
DESC	CAP (KVA)	A	B	C	MASA (KG)
D1SP	50	74	79	96	480
D1SPCA	50	74	79	96	475
D1SP	75	82	86	102	645
D1SPCA	75	82	86	102	638
D1SP	100	85	92	104	792
D1SPCA	100	93	92	104	828

CARACTERISTICAS GENERALE		
	NORMAL	CLIMA CALIDO
CAPACIDAD:	25 HASTA 167 KVA	25 HASTA 167 KVA
TENSION PRIMARIA:	13200YT/7620 V	13200YT/7620 V
TENSION SECUNDARIA:	240/120 V	240/120 V
FRECUENCIA DE OPERACIÓN:	60 HZ	60 HZ
TIPO DE ENFRIAMIENTO:	"ONAN"	"ONAN"
ALTITUD E OPERACIÓN:	2,300 M S.N.M	2,300 M S.N.M
ELEVACION DE TEMPERATURA:	65°C	65°C
COLOR:	VERDE 12 C.F.E.	VERDE 12 C.F.E.
FABRICADO EN:	ACERO AL CARBON	ACERO AL CARBON
NORMAS DE FABRICACION:	NOM-002-SEDE-1999 NMX-J-285-ANCE-2005 CFE K0000-04	NOM-002-SEDE-1999 NMX-J-285-ANCE-2005 CFE K0000-04

Fig.2.8 Descripción de un transformador.

Los transformadores al igual que el resto del equipo que conforman la red, deben seleccionarse adecuadamente, ya que de ellos depende en gran parte la continuidad de servicio y las fallas que afecten a un sector grande de red por tiempo prolongado.

En el mercado nacional existen dos tipo de transformadores propios para ser utilizados en redes subterráneas, estos son el tipo pedestal y el sumergible entre los cuales la diferencia principal consiste en que en el primario se instala en un nivel bajo la superficie del terreno y el segundo se instala, sobre la superficie del terreno.

Es importante que al diseñar la red de distribución, se considere la forma más adecuada del montaje, ya que en terrenos altamente agresivos a la corrosión y extremadamente húmedos, no debe instalarse equipo sumergible, a menos que de antemano se prevean las soluciones que se darán a los efectos corrosivos y de inundaciones en las bóvedas ya que de otra forma se tendrían altos costos de mantenimiento y un gran número de fallas.

Por otro lado hay que considerar que los transformadores de tipo pedestal no es recomendable instalarse en áreas de alta corrosión atmosférica y en lugares a daños mecánicos.

El uso de transformadores de pedestal es preferible por razones de costos y facilidad de operación y mantenimiento.

Los transformadores tipo sumergible, normalmente se instalan en lugares en donde no se tiene un espacio disponible para colocar un transformador tipo pedestal.

La capacidad y número de los transformadores requeridos, se realiza considerando que los transformadores serán monofásicos tipo pedestal para distribución residencial subterránea:

- A. Que la carga total conectada a cada equipo no deberá de exceder del 80% de su capacidad, de acuerdo con las bases de diseño.
- B. Que la densidad de carga por lote deberá ser de 1.25 KVA. Conforme lo marca C.F.E. a través de las bases de diseño.
- C. Que las capacidades de acuerdo al diseño, del proyecto sujetándose a 25, 75, 100 KVA. Para sistemas monofásicos.

De acuerdo con esto, el número de lotes alimentados por un transformador será:

$$No\ DE\ LOTES = \frac{KVA\ DEL\ TRANSFORMADOR\ x\ 80\% DE\ UTILIZACION}{KVA\ POR\ LOTE}$$

a).-Para un transformador de 75 KVA:

$$No\ DE\ LOTES = \frac{25\ x\ 0.80}{1.25} = 16$$

b).-Para un transformador de 37.5 KVA:

$$No\ DE\ LOTES = \frac{75\ x\ 0.80}{1.25} = 48$$

c).-Para un transformador de 50 KVA:

$$No\ DE\ LOTES = \frac{100\ x\ 0.80}{1.25} = 64$$

3.2 Diagrama unifilar y cuadro de cargas.

En la siguiente figura se muestra el arreglo del diagrama unifilar del sistema eléctrico del fraccionamiento así como su cuadro de cargas

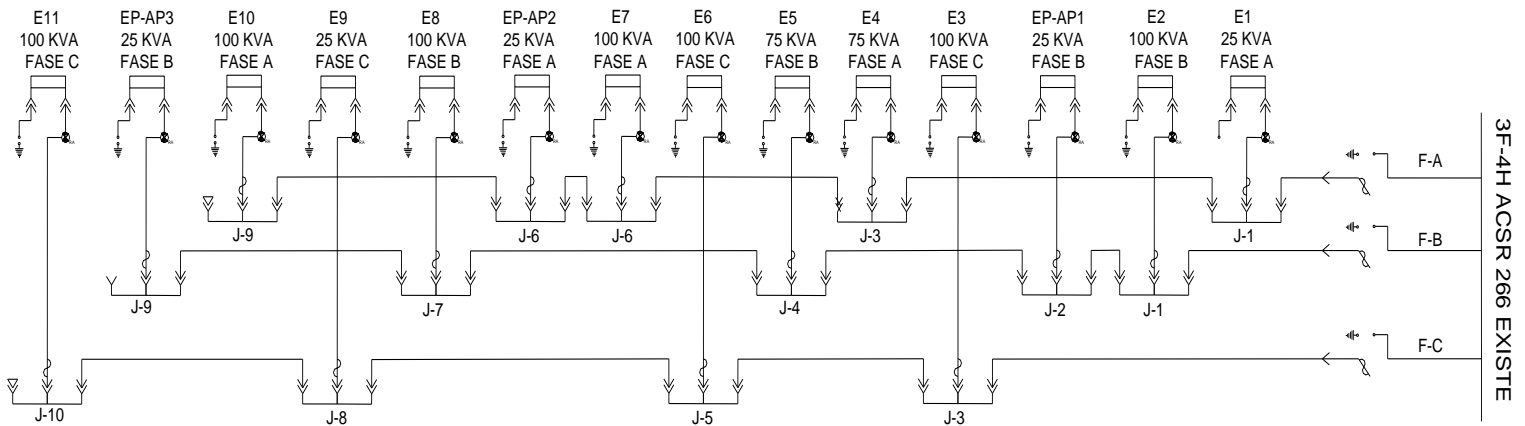


Fig.2.9 Diagrama unifilar del sistema eléctrico del fraccionamiento chula vista.

CUADRO DE BALANCE DE CARGA			
	A	B	C
E1	25		
E2		100	
E3			100
E4	75		
E5		75	
E6			100
E7	100		
E8		100	
E9			25
E10	100		
E11			100
E A.P.1		25	
E A.P.2	25		
E A.P.3		25	
TOTAL	325	325	325

Fig.2.10 Cuadro de balance de cargas.

CUADRO DE CARGAS					
EST	KVA	TOTAL USUARIOS X EST.	KVA X USUARIO	CARGA TOTAL KVA	% SATURACION
E1	25	COMERCIAL	25	25	100
E2	100	82	1.2	98.4	98.4
E3	100	82	1.2	98.4	98.4
E4	75	58	1.2	74.6	99.5
		COMERCIAL	5		
E5	75	58	1.2	69.6	92.8
E6	100	70	1.2	100	100
		COMERCIAL	16		
E7	100	82	1.2	98.4	98.4
E8	100	80	1.2	96	96
E9	25	COMERCIAL	1	25	100
E10	100	COMERCIAL	32	99.2	100
		56	1.2		
E11	100	COMERCIAL	32	99.2	100
		56	1.2		
EP-AP1	25	1	12	12	48
EP-AP2	25	1	13.7	13.7	54.9
EP-AP3	25	1	9.5	9.5	38

Fig.2.10 Cuadro de cargas.

3.3 Selección del conductor para media tensión.

Utilizaremos cable de potencia de media tensión “DS” de aluminio calibre 1/0 AWG para la alimentación los anillos que abastecerán a los servicios particulares y a los transformadores de CFE. Para 15 KV, “EP” o “XLPE” 100% de aislamiento, según especificación E0000-16 de las normas de construcción de redes subterráneas de CFE.

Se tendrá presente que la caída de tensión máxima no exceda del 1 % en condiciones normales de operación.

El neutro corrido será de cobre desnudo semiduro, calibre mínimo 2 AWG, el cual se deberá conectar a tierra en cada registro primario y equipo.



Fig.2.11 Conductor para media tensión.

Descripción general:

Cable monoconductor formado por conductor de cobre suave a aluminio duro 1 350, con pantalla semiconductor sobre el conductor y aislamiento de polietileno de cadena cruzada (XLPE), pantalla sobre el aislamiento extraída, pantalla metálica a base de alambres de cobre y cubierta de policloruro de vinilo (PVC).

Especificaciones:

Loa cable Viakon para media tensión tipo DS XLPE con pantalla y cubierta, cumplen con las siguientes Especificaciones:

NMX-J-142 Cables de energía con pantalla metálica, aislados con polietileno de cadena cruzada o a base de etileno propileno para tensiones de 5 a 115 KV.

CFE E 0000-16 Cables de potencia monopares de 5 a 35 KV con aislamiento de etileno propileno (EPR) o polietileno de cadena cruzada (XLPE).

Principales aplicaciones:

- Redes subterráneas de distribución primaria en zonas comerciales donde la densidad de carga es muy elevada.
- Alimentación y distribución primaria de energía eléctrica en plantas industriales en general.
- Redes de distribución primaria en zonas residenciales.
- En la alimentación y distribución de energía eléctrica en edificios con subestaciones localizadas en varios niveles.
- Puede instalarse en conduit, ducto o charola.

Características:

- Tensión máxima de operación: 5 000, 15 000, 25 000 o 35 000 V.
- 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 en cortocircuito: 250 °C.
- Los conductores son de cobre suave o de aluminio duro 1 350 en cableado concéntrico comprimido y en calibres de 8.367 a 506.7 mm² (8 AWG a 1 000 MCM).

El aislamiento es de polietileno de cadena cruzada (XLPE).

La pantalla metálica está formada por alambres de cobre en calibre 0.324 mm² (22 AWG) con el siguiente número de alambres:

Calibre AWG/MCM	Tensión en volts			
	Número de alambres			
	5,000	15,000	25,000	35,000
6 a 4	7	-	-	-
2 a 4/0	10	12	14	16
250 a 500	14	16	18	20
600 a 1,000	18	20	22	24

Ventajas:

- Su pantalla metálica:
 - Permite hacer conexiones a tierra lo cual incrementa la seguridad del personal durante la instalación y operación del cable.
 - Confina y uniformiza el campo electrostático.
 - Permite operar equipos de protección contra fallas eléctricas.
- 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 ser instalado directamente enterrado.
- Excelentes características mecánicas y eléctricas.
- Bajas pérdidas dieléctricas

XLPE -15 kv											
			100% Nivel de Aislamiento Espesor de aislamiento: 4.45 mm (175 mils)				133% Nivel de Aislamiento Espesor de aislamiento: 5.59 mm (220 mils)				
Calibre	Área nominal de la sección transversal	Número de hilos	Diámetro del conductor	Diámetro sobre el aislamiento	Diámetro total aproximado	Peso total aproximado (kg /100 m)		Diámetro sobre el aislamiento	Diámetro total aproximado	Peso total aproximado (kg /100 m)	
AWG o KCM	mm ²		mm	mm	mm	cobre	Aluminio	mm	mm	cobre	Aluminio
2	33.62	7	7.2	17.6	26.0	81.5	59.7	19.9	28.9	94.3	72.5
1/0	53.48	19	9.2	19.59	28.1	106	70.9	21.89	31.0	120	84.9
2/0	67.43	19	10.3	20.71	29.2	122	78.0	23.01	32.2	137	92.7
3/0	85.01	19	11.6	21.98	30.5	142	86.6	24.28	33.5	157	102
4/0	107.2	19	13.0	23.4	32.0	167	97.0	25.7	35.5	185	116
250	126.7	37	14.2	24.88	33.5	191	108	27.18	37.0	210	128
300	152	37	15.5	26.23	35.3	220	122	28.53	38.4	239	140
350	177.3	37	16.8	27.47	36.6	248	132	29.77	39.7	267	152
400	202.7	37	17.9	28.64	37.8	275	143	30.94	41.0	295	164
500	253.4	37	20.0	30.75	40.0	329	164	33.05	43.2	350	186
600	304	61	22.0	32.89	42.2	384	186	35.19	45.4	407	210
750	380	61	24.6	35.48	44.8	463	216	37.78	48.2	488	241
1 000	506.7	61	28.4	39.29	50.4	609	280	41.59	54.2	643	313

Fig.2.12 Tabla de conductores XLPE-para 15 kv.

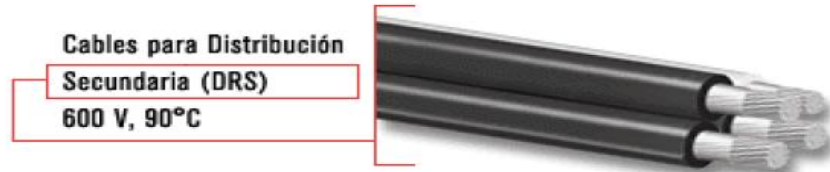
A. Circuito primario. Anillos de media tensión en sistema de 200 amperes.

Para seleccionar el calibre del conductor nos basamos de las bases de proyecto únicas donde se menciona que los circuitos para ramales (anillos) se determinarán en base a lo siguiente: 0 – 2 MVA corresponde un conductor calibre 1/0 AWG. Tipo DS de aluminio, para 15 Kv. Especificación NRF-024. Calibre 1/0 AWG.

Algunas de las características de este conductor son las siguientes: cable monoconductor formado por conductor de aluminio duro, con pantalla semiconductor de conductor y aislamiento de polietileno de cadena cruzada (XLPE), pantalla de aislamiento extruida, pantalla metálica a base de alambres de cobre y cubierta de poli cloruro de vinilo (PVC). Las especificaciones NMX-J-142 y b) NRF-024; calibre 1/0 AWG. Con una capacidad de conducción de 190 amperes.

3.3.1 Selección del conductor para baja tensión.

Es aquella que solo cuenta con una trayectoria, proporcionando el servicio de energía eléctrica.



Descripción general:

Cable formado por dos o tres conductores de cobre o 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.

Especificaciones:

Los cables de distribución Viakon cumplen con las siguientes especificaciones: CFE E0000-02 Cables para 600 Volts con aislamiento de cadena cruzada.

Principales aplicaciones:

Estos cables se usan en sistemas de distribución subterránea de energía eléctrica en baja tensión.

Puede ser instalado en ductos o directamente enterrado.

En instalaciones eléctricas permanentes o temporales de alumbrado en general.

Características:

Tensión máxima de operación: 600 V.

Temperatura máxima de operación en el conductor: 60 °C.

Conductor de cobre suave en alambre o cable.

Se ofrecen en los siguientes empaques:

Tensión máxima de operación: 600 V.

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

Los conductores de cobre se fabrican en temple suave y los de aluminio con aleación 1 350 en temple duro (H19).

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

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

Ventajas:

Puede instalarse directamente enterrado.

Su aislamiento termofijo ofrece mayor estabilidad térmica.

3.4 Calculo del conductor por capacidad de conducción.

Características del conductor propuesto Cable viakon media tensión XLP, tipo DS para 15 KV. 100% nivel de aislamiento, con conductor de Aluminio.

Para seleccionar el conductor adecuado se deben efectuar los cálculos del conductor por capacidad de conducción:

La carga total instalada en los transformadores es:

TR 1--25 KVA
TR 2--100 KVA
TR 3--100 KVA
TR 4--75 KVA
TR 5--75 KVA
TR 6--100 KVA
TR 7--100 KVA
TR 8--100 KVA
TR 9--25 KVA
TR 10--100 KVA
TR 11--100 KVA
900 KVA

Se calcula la corriente nominal con la potencia total de los transformadores.

$$I_{PC} = \frac{P_{PC}}{\sqrt{3} \times 13.2}$$

Dónde:

IPC = Corriente en plena carga o corriente nominal en amperes.

PPC = Potencia a plena carga o potencia nominal en KVA.

VNOM = Voltaje nominal en Kv.

Sustituyendo:

$$I_{PC} = \frac{900}{\sqrt{3} \times 13.2} = 39.36 \text{ AMP.}$$

El conductor que se utilizara es de 1/0 como nos indica las normas de distribución subterráneas, tiene un factor de carga al 100% en configuración plana de: 1/0 184 Amper.

Aplicando el factor de temperatura con una temperatura de 30° C con un factor de corrección de 0.97.

Aplicando la corriente del conductor de 1/0 por el factor de temperatura tenemos:

$I_{PC} = \text{factor de carga} \times \text{factor de temperatura}$

$$I_{PC} = 184 \times 0.97 = 178.48$$

3.5 Calculo de conductor por corto circuito.

En este conductor solo intervienen características del propio conductor, y las condiciones de cortocircuito sin considerarse la longitud de las líneas.

La primera consideración para realizar este cálculo es la capacidad de cortocircuito de suministro que según información proporcionada por C.F.E. será de 120 MVA.

Potencia de cortocircuito $P_{CC} = 120 \text{ MVA}$

Por lo que la corriente de cortocircuito será:

$$I_{CC} = \frac{P_{CC}}{\sqrt{3} (V_{NOM})} = \text{AMP.}$$

Dónde:

I_{CC} = Corriente de corto circuito en amperes.

P_{CC} = Potencia de cortocircuito en KVA.

V_{NOM} = Voltaje en KV.

$$I_{CC} = \frac{120000 \text{ KVA}}{\sqrt{3} (13.2)} = 5248.63 \text{ AMP.}$$

$$I_{CC} = 5248.63 \text{ AMP.}$$

3.6 Calculo de protección contra sobre corrientes en media tensión.

Para la protección contra sobre corrientes originadas por fallas eléctricas, en el lado primario de cada transformador se instalara de fábrica un elemento fusible, el cual se determina de la siguiente manera:

- La corriente nominal en el lado primario para el transformador de distribución de 25 KVA., 13200-YT/7620-120/240 V.

De la fórmula:

$$I_n = \frac{\text{KVA del Transformador}}{Kv} = \text{AMP.}$$

Sustituyendo:

$$In = \frac{25 \text{ KVA}}{7.62 \text{ Kv}} = 3.28 \text{ AMP.}$$

- La corriente nominal en el lado primario para el transformador de distribución de 75 Kva., 13200-YT/7620-120/240 V.

Sustituyendo:

$$In = \frac{75 \text{ KVA}}{7.62 \text{ Kv}} = 9.848 \text{ AMP.}$$

- La corriente nominal en el lado primario para el transformador de distribución de 75 Kva., 13200-YT/7620-120/240 V.

Sustituyendo:

$$In = \frac{100 \text{ KVA}}{7.62 \text{ Kv}} = 13.12 \text{ AMP.}$$

3.7 Calculo de protección contra sobre corrientes en baja tensión.

Para seccionalización y protección contra sobre corrientes originadas por fallas eléctricas, en el lado secundario de cada transformador, se instalara un interruptor termomagnético integrado de fábrica de la capacidad siguiente:

- La corriente nominal en el lado secundario para el transformador de distribución de 25 KVA., 13200-YT/7620-120/240 volts:

$$In = \frac{\text{KVA del Transformador}}{\text{Kv}} = \text{AMP.}$$

Sustituyendo:

$$In = \frac{25 \text{ KVA}}{0.24 \text{ Kv}} = 104.16 \text{ AMP.}$$

- La corriente nominal en el lado primario para el transformador de distribución de 75 KVA., 13200-YT/7620-120/240 V.

Sustituyendo:

$$In = \frac{75 \text{ KVA}}{0.24 \text{ Kv}} = 312.5 \text{ AMP.}$$

- La corriente nominal en el lado primario para el transformador de distribución de 75 KVA., 13200-YT/7620-120/240 V.

Sustituyendo:

$$I_n = \frac{100 \text{ KVA}}{0.24 \text{ Kv}} = 416.66 \text{ AMP.}$$

3.8 Sistema de puesta a tierra.

Red primaria

A.1) Conexión de la pantalla metálica y semiconductor del cable tipo DS, y donde existan equipos o accesorios de acuerdo a especificaciones CFE.

B.1) Para darle la característica al neutro de ser multiaterrizado, se deberá conectar a tierra en cada registro primario mediante la instalación de electrodos de tierra, empleando conectores de fusión.

C.1) Conexión a tierra de todas las cubiertas semiconductoras existentes en accesorios premoldeados.

D.1) Conexión a tierra del tanque o carcasa y neutro del transformador. Para el puente entre la Boquilla Xo y la Barra del Transformador del Sistema de Puesta a Tierra se utilizara Cable de Cobre Forrado para 600 Volts; THHWLS; 75° C; Calibre 6 AWG.

E.1) El neutro corrido para el sistema será de cobre desnudo semiduro calibre 2 AWG.

Para los incisos A) y C) Se utilizará Cable de cobre forrado para 600 volts, mono polar con aislamiento THHW-LS, 90 °. El calibre a utilizar acorde a los cálculos realizados será el siguiente:

Ramales en MT (200 Amp.): Calibre 10 AWG.

Red secundaria

A.1) El neutro de la red de baja tensión deberá ser conectado al sistema de tierras.

B.1) El neutro se aterrizará en cada registro de remate del circuito secundario.

En todas las uniones del sistema de tierra, se utilizará conectores a compresión, y en la unión con el electrodo a tierra se instalarán conectores de fusión.

4. Conclusión

Consumo de electricidad y vida moderna son prácticamente sinónimos en el mundo industrializado. Nuestras comunicaciones, el transporte, el abastecimiento de alimentos, y la mayor parte de los servicios de los hogares, oficinas y fábricas de nuestros días dependen de un suministro fiable de energía eléctrica.

De lo anterior surge la inquietud para el desarrollo del tema presentado en este trabajo acerca del diseño y planeación de redes de distribución.

El proceso para la construcción de nuevas redes de distribución, o en su caso la modificación o cambio de las ya existentes obedece a la creciente demanda y al rápido crecimiento de la mancha urbana, así como las zonas industrializadas, deben cumplir con las normas aplicables a estas tanto técnicas, económicas y ambientales.

Se debe realizar un estudio para determinar el tipo de servicio que se brindara, con ello ver la factibilidad para implementar una nueva red.

Por otra parte para determinar el tipo de arreglo es de suma importancia conocer entre otros aspectos el tipo de carga la cual requiere ser alimentada, ya sea comercial, industrial o residencial, ya que se tiene diferentes criterios para la selección del arreglo dependiendo de la carga.

De acuerdo a lo anterior se debe de cuidar el cumplimiento de las normas, especificaciones y recomendaciones, que aplican para la construcción de la red subterránea, así como el aspecto técnico y económico.

Dentro del aspecto económico se debe cuidar sin olvidar que se requieren equipos y materiales de calidad es decir que garanticen continuidad en el servicio, reduciendo el número de interrupciones del suministro.

Para la correcta selección del equipo y materiales a emplear, se debe conocer entre otros factores el tipo de carga, parámetros eléctricos, niveles de contaminación etc. Ya que no se emplearan equipos o accesorios para una región costera en rural puesto que se emplean criterios diferentes para las áreas geográficas en donde se localizara la red.

De acuerdo a lo anterior, el siguiente trabajo realizado muestra la solución a la problemática del fraccionamiento, en este se presentan algunos de los cálculos eléctricos empleados para la construcción de redes de distribución como el caso de la selección de transformadores que está dentro de los márgenes de protección y valores normalizados.

También se muestra que la sección del conductor de acuerdo a la tensión que va a operar la red es la correcta, a su vez se muestra que la eficiencia de potencia del alimentador es aceptable.

De lo anterior se concluye que esta solución a la problemática presente en esta región es aceptable tal y como lo demuestran los resultados de los cálculos, brindando un mejor suministro de energía eléctrica y reduciendo el número de interrupciones del servicio.

5. referencias bibliográficas

<http://lapem.cfe.gob.mx/normas/nrf/pdfs/f/NRF-024.pdf>

Cables de potencia monopolares de 5 kv a 35 kv.

http://www.iusa.com.mx/brochure/catalogo_conductorRohs.pdf

Alambre y cables THW-LS/THHW-LS, CE-RoHS, 90°C, 600 VOLTS.

<http://www.daltor.com.mx/pdf/MONOFASICO-normak.pdf>

NORMA K-0000-04 Característica de transformador tipo pedestal.

http://www.aresureste.com/documentos/abb/LV_productos/8_Tablas/Tablas.pdf

Tablas de potencias y corrientes nominales.

<http://www.viakon.com/catalogo/detalle.php?producto=58>

Cable de Distribución Secundaria (DRS) 600 V / 75 °C 600 V / 75 °C

<http://www.cfe.gob.mx/paginas/home.aspx>

CFE

http://www.sener.gob.mx/res/Acerca_de/29112012-VES.pdf

Norma oficial mexicana nom-001-sede-2012, instalaciones eléctricas (utilización).

<http://www.ingenierosenergia.com/normativa/NI%2056-88-01.pdf>

Accesorios para cables aislados con conductores de aluminio para redes subterráneas de 0,6/1 kV

<http://www.cfe.gob.mx/Industria/InformacionCliente/Paginas/Normas-de-distribucion.aspx>

Normas de Distribución.- Construcción de Sistemas Subterráneos 2008

<http://www.cfe.gob.mx/Industria/InformacionCliente/Lists/Normas%20de%20Distribucion/Attachments/3/Trazosylibramientos.pdf>

Normas de distribución – construcción – instalaciones

<http://www.cfe.gob.mx/Industria/InformacionCliente/Lists/Normas%20de%20Distribucion/Attachments/9/Sistemasdetierra.pdf>

Generalidades para la construcción

http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5261471&fecha=27/07/2012

Artículo 923 líneas subterráneas.

6. Anexos

6.1 Presupuesto del costo de la obra.

NO	Conceptos	Unidad de Medida	Cantidad o Volumen	Precio Unitario en (Pesos)	Importe en (Pesos)
MATERIAL PARA MEDIA TENSION					
1	CABLE ACSR CAL. 266 AC	ML	200.00	\$43.00	\$8,600.00
3	CABLE DE POTENCIA XLP MONOPOLAR CAL 3/0 AISLADO AL 100%	ML	1,500.00	\$67.26	\$100,890.00
4	POSTES DE CONCRETO PC 12-750	PZA	2.00	4932	\$9,864.00
5	CUCHILLA MONOPOLAR 15 KV. AISLAD 100%	PZA	3.00	\$6,400.00	\$19,200.00
6	TUBO PAD 3"	TMO	5,010.00	\$147.76	\$740,277.60
7	TRANSICION AEREA A SUBTERRANEA sin mano obra	LTE	1.00	\$17,508.49	\$17,508.49
8	PINTADO DE MURETE DE TRANSICION	LTE	1.00	\$784.50	\$784.50
9	DISPOSITIVO RBA sin mano de obra	PZA	1.00	\$1,678.00	\$1,678.00
10	CUCHILLA DE OPERACIÓN EN GRUPO 15 KV	PZA	1.00	\$65,205.00	\$65,205.00
11	POZO DE VISITA TIPO "L"	PZA	10.00	\$9,379.00	\$93,790.00
12	CAJA DERIVADORA MULTIPLE DE 4 VIAS P/MEDIA TENSION	PZA	10.00	\$3,387.83	\$33,878.30
13	CABLE DE COBRE DESNUDO CAL. 1/0	ML	1,300.00	\$98.00	\$127,400.00
14	REGISTRO TIPO 3	PZA	11.00	\$2,928.00	\$32,208.00
15	REGISTRO TIPO 4	PZA	4.00	\$4,344.00	\$17,376.00
16	TAPA Y ARO FOFO	PZA	15.00	\$2,514.00	\$37,710.00
17	CORREDERA 65 CMS	PZA	180.00	\$134.53	\$24,215.40
18	MENSULAS CS 25 CMS	PZA	180.00	\$50.52	\$9,093.60
19	AISLADOR DE NEOPRENO	PZA	180.00	\$18.00	\$3,240.00
20	TAQUETE EXPANSIVO 3/8	PZA	715.00	\$8.00	\$5,720.00
21	FLEJE DE PLASTICO	PZA	715.00	\$2.00	\$1,430.00
22	CINTA PELIGRO ROLLO 305 MTS	ROLLOS	12.00	\$75.00	\$900.00
23	CODO OCC CAL. 3/0	PZA	11.00	\$564.00	\$6,204.00
24	APARTARRAYO TIPO CODO 15 KV	PZA	11.00	\$1,900.00	\$20,900.00
25	INDICADOR DE FALLA MONOFASICO A 200 AMP.	PZA	11.00	\$1,904.00	\$20,944.00
26	VARILLA CW	PZA	50.00	\$143.00	\$7,150.00
27	SOLDADURA CADWELD No. 90	PZA	100.00	\$98.00	\$9,800.00
28	ESPUMA DE POLIURETANO	BTE	100.00	\$88.00	\$8,800.00
29	TRANSFORMADOR MONOFASICO DE 75 KVA TIPO PEDESTAL	PZA	5.00	\$47,000.00	\$235,000.00
30	TRANSFORMADOR MONOFASICO DE 100 KVA TIPO PEDESTAL	PZA	6.00	\$58,000.00	\$348,000.00
31	BARRA DE NUETRO P TRANSFORMADOR	PZA	11.00	\$900.00	\$9,900.00
32	ALAMBRE DE COBRE #4	KGS	11.00	\$178.00	\$1,958.00
33	CABLE THW CAL. 10 PARA PANTALLA	ML	30.00	\$8.00	\$240.00
34	APARTARRAYO PARA CAJA DERIVADORA	PZA	1.00	\$121,000.00	\$121,000.00
35	TRAMITES ADMINISTRATIVOS ANTE CFE	LTE	1.00	\$155,000.00	\$155,000.00
36	MANO DE OBRA INCLUYE 10% F	LTE	1.00	\$723,800.00	\$723,800.00
				SUBTOTAL:	\$3,019,664.89
NO INCLUYE CONVENIO LIBRANZA				16% I.V.A.:	\$483,146.38
NO INCLUYE OBRA CIVIL				TOTAL:	\$3,502,811.27

NO	Conceptos	Unidad de Medida	Cantidad o Volumen	Precio Unitario en (Pesos)	Importe en (Pesos)
	MATERIAL PARA BAJA TENSION "ACOMETIDAS"				
1	REGISTRO RBTB-2	PZA	107.00	\$1,832.00	\$196,024.00
2	REGISTRO RBTBCC-2	PZA	35.00	\$1,972.00	\$69,020.00
3	MURETE DE MEDICION DE UN SERVICIO SUBTERRANEO	PZA	686.00	\$936.00	\$642,096.00
4	TUBO PAD. DE ALTA DENSIDAD 2"	TMO	8,232.00	\$174.14	\$1,433,503.45
5	VARILLA CW	PZA	100.00	\$143.00	\$14,300.00
6	ESPUMA DE POLIURETANO	BTE	150.00	\$86.00	\$12,900.00
7	AISALDOR DE NEOPRENO	PZA	150.00	\$12.00	\$1,800.00
8	FLEJE DE PLASTICO	BOLSA	17.00	\$40.00	\$680.00
9	CORREDERA DE 65 CMS	PZA	142.00	\$131.43	\$18,663.06
10	MENSULA CS 25 CMS	PZA	142.00	\$47.95	\$6,808.90
11	TAQUETE EXPANSIVO 3/8	PZA	150.00	\$5.00	\$750.00
12	CINTA SCOCHT SUPER 33	ROLLO	100.00	\$43.10	\$4,310.00
13	CINTA VULCANIZABLE	ROLLO	100.00	\$250.00	\$25,000.00
14	CONECTOR MULTIPLE PARA 4 VIAS	PZA	64.00	\$293.10	\$18,758.40
15	CONECTOR MULTIPLE PARA 6 VIAS	PZA	82.00	\$334.48	\$27,427.36
16	CONECTOR MULTIPLE PARA 8 VIAS	PZA	188.00	441.38	\$82,979.44
17	CONECTOR MULTIPLE PARA 10 VIAS	PZA	84.00	\$672.41	\$56,482.44
18	CABLE XLP 2+1 CAL. 6	MTS	10,208.00	\$24.00	\$244,992.00
19	CONCENTRACION DE MEDIDORES P/6 SERVICIOS	LTE	2.00	\$5,622.00	\$11,244.00
19	MANO DE OBRA INCLUYE 10% F	LTE	1.00	\$1,682,582.00	\$1,682,582.00
				SUBTOTAL:	\$4,550,321.05
				16% I.V.A.:	\$728,051.37
NO INCLUYE OBRA CIVIL				TOTAL:	\$5,278,372.42

NO	Conceptos	Unidad de Medida	Cantidad o Volumen	Precio Unitario en (Pesos)	Importe en (Pesos)
MATERIAL PARA ALUMBRADO					
1	LAMPARA TIPO COLONIAL 150 WATTS.	PZA	126.00	\$1,342.24	\$169,122.41
2	POSTE CONICO CIRCULAR PARA ALUM PUB 6 MTS	PZA	126.00	\$1,943.10	\$244,831.03
3	LAMPARA OV15 DOBLE 250 WATTS. CON BRAZO D 2 MTS	PZA	34.00	\$1,426.72	\$48,508.62
4	POSTE CONICO CIRCULAR PARA ALUM PUB 5 MTS	PZA	34.00	\$1,825.00	\$62,050.00
5	BASE PARA ALUMBRADO DE POSTE METALICO	PZA	132.00	\$477.00	\$62,964.00
6	REGISTRO PARA ALUMBRADO 40X40	PZA	135.00	\$469.00	\$63,315.00
7	CABLE XLP 2+1 CAL. 6 SUBTERRANEO	MTS	7,000.00	23.61	\$165,270.00
8	CABLE XLP CAL. 3/0	MTS	600.00	\$62.53	\$37,518.00
9	TUBO P.V.C PESADO DE 1 1/4"	TMO.	1,861.00	\$25.93	\$48,255.73
10	CABLE THW CAL. 10	ROLLO	30.00	\$722.00	\$21,660.00
11	CABLE THW CAL. 12	ROLLO	8.00	\$603.20	\$4,825.60
12	QUINTA TERMINAL	PZA	622.00	\$15.00	\$9,330.00
13	TRANSFORMADOR DE PEDESTAL 25 KVA MONO N. J	PZA	2.00	\$33,000.00	\$66,000.00
14	RELEVADOR CONTACTOR 2 POLOS X 20 AMPS. 18/25	PZA	4.00	\$603.45	\$2,413.79
15	FOTOCELDA 220	PZA	4.00	\$56.90	\$227.59
16	CODO OCC	PZA	2.00	\$564.00	\$1,128.00
17	APARTARRAYO TIPO CODO	PZA	2.00	\$1,900.00	\$3,800.00
18	INDICADOR DE FALLA A TIERRA	PZA	2.00	\$1,904.00	\$3,808.00
19	VARILLA DE TIERRA CW	PZA	10.00	\$143.00	\$1,430.00
20	ALAMBRE DE COBRE CAL. 4	KGS	3.00	\$178.00	\$534.00
21	CABLE DE COBRE DESNUDO CAL. 1/0	MTS	630.00	\$98.00	\$61,740.00
22	BARRA DE NEUTRO	PZA	2.00	\$900.00	\$1,800.00
23	TUBO PAD 3"	TMO.	1,800.00	\$147.76	\$265,968.00
24	TRAMITES ANTE H. AYUNTAMIENTO MPAL	LTE	1.00	\$37,500.00	\$37,500.00
25	MANO DE OBRA INCLUYE 10% F	LTE	1.00	\$419,770.00	\$419,770.00
				SUBTOTAL:	\$1,803,769.78
NO INCLUYE UVIES				16% I.V.A.:	\$288,603.16
NO INCLUYE OBRA CIVIL				TOTAL:	\$2,092,372.94

RESUMEN

RED MEDIA TENSION	\$3,019,664.89
RED BAJA TENSION	\$4,550,321.05
RED ALUMBRADO	\$1,803,769.78
SUBTOTAL:	\$9,373,755.72
16% IVA:	\$1,499,800.92
TOTAL:	\$10,873,556.64

En este presupuesto únicamente se agregan los costos de la obra en media y baja tensión; falta presupuestar la instalación de cada departamento, esto dependerá del diseño de las viviendas, ya que en este momento no se cuenta con el diseño.

6.2 Terminología.

Acometida.- Tramo de línea que conecta la instalación del usuario a la línea suministradora.

Aterrizar.- Conectar a tierra un elemento o equipo eléctrico.

Balancear carga.- Distribuir equitativamente la carga entre fases.

Área secundaria.- Conjunto de banco de transformación, línea de baja tensión y acometidas.

Banco.- Conjunto de equipo eléctrico montado en una estructura.

Desenergizar.- Retirar o interrumpir la tensión eléctrica a una línea o equipo eléctrico.

Distribución.- Parte del sistema eléctrico que proporciona servicio a los clientes en media y baja tensión.

Energizar.- Aplicar tensión eléctrica a una línea o equipo eléctrico.

Estructura.- El conjunto de poste, herrajes y aisladores.

Línea de media tensión.- Línea cuya tensión eléctrica de operación está entre 1000 y 33000 volts.

Línea de baja tensión.- Línea cuya tensión eléctrica es menor de 1000 volts.

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

Sobrecarga.- Condición de trabajo de un elemento o equipo en que se excede su capacidad nominal.

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

Líneas de subtransmisión.- Circuitos de conducción masiva de energía eléctrica a distancia; que alimenta e interconecta a las subestaciones de distribución. Los niveles de tensión utilizados en nuestro país son de 138, 115, 85 y 69 KV.

Subestaciones de distribución.- Conjuntos de equipos eléctricos necesarios para la conversión y seccionamiento de energía eléctrica recibida en bloque y distribuida en diferentes trayectorias a través de los circuitos de distribución.

Circuitos de media tensión.- Circuitos eléctricos que parten de las subestaciones de distribución y proporcionan la potencia eléctrica a los transformadores de distribución, los niveles de tensión utilizados en el país van desde 2.4 hasta 34.5 KV.

Transformador de distribución.- Equipo eléctrico que reduce la tensión de los circuitos de media tensión a la tensión de utilización de los usuarios.

Circuitos de baja tensión.- Circuitos que emanan de los transformadores de distribución y proporcionan el camino a la potencia eléctrica que será entregada a los usuarios.

Acometidas.- Circuitos que interconectan al usuario con los sistemas de distribución.

6.3 Planos.

En una carpeta de nombre “planos” se anexaran tres planos en AutoCAD versión 2010.