



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO ELÉCTRICO

PRESENTAN:

**RAÚL EDUARDO ORTIZ AGUILAR
EZEQUIEL PACHECO COSME
JOSÉ MIGUEL RIVERA PÉREZ
ALFONSO VALDÉS GUZMÁN**

TEMA:

**“CAMBIO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN AÉREA POR UNA RED DE
DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA EN EL BARRIO DE XOCHIMILCO EN EL
MUNICIPIO DE OAXACA DE JUÁREZ”**

ASESOR:

M. EN C. EDNA CARLA VASCO MÉNDEZ

Oaxaca de Juárez, Oax. 2011



“CAMBIO DE UNA RED DE DISTRIBUCIÓN AÉREA POR UNA RED DE DISTRIBUCIÓN SUBTERRÁNEA EN EL BARRIO DE XOCHIMILCO EN OAXACA DE JUÁREZ”

| | ÍNDICE | Pág. |
|-------|--|------|
| | Introducción. | |
| | Presentación de necesidades | |
| | Planteamiento de problema | |
| | Justificación | |
| | Objetivos | |
| | Alcance | |
| | Metas | |
| | Misión | |
| | Visión. | |
| | Capítulo I Marco de Referencia | |
| 1,1 | Descripción del Lugar | 10 |
| 1.1.1 | Barrio de Xochimilco | 10 |
| 1.1.2 | Situación actual de la Red de Distribución Aérea en el Barrio de Xochimilco. | 15 |
| 1,2 | Tipos de Instalaciones Subterráneas | 16 |
| 1.2.1 | Distribución Residencial | 17 |
| 1.2.2 | Distribución Comercial y Turística | 19 |
| 1,3 | Generalidades sobre las Redes Subterráneas | 20 |
| 1.3.1 | Configuración de las Redes Subterráneas | 22 |
| 1.3.2 | Sistema de alimentación Selectiva | 25 |
| 1.3.3 | Configuración Radial | 25 |
| 1,4 | Sistemas aplicables a Sistemas Subterráneos | 26 |
| 1.4.1 | Sistemas de Distribución de 600 A. | 28 |
| 1.4.2 | Equipo de Seccionalización y Protección. | 29 |
| 1,5 | Baja Tensión | 30 |
| 1.5.1 | Transformadores. | 32 |
| 1,6 | Equipo de Seccionalización y Protección en B.T. | 39 |
| 1.6.1 | 1.6.1 Acometidas en Media Y Baja Tensión | 40 |
| 1.6.2 | 1.6.2 Alumbrado Público. | 42 |
| 1,7 | Marco Legal. | 43 |



| | |
|--|---|
| CAPITULO II Estudio de Mercado. | |
| 2,1 | Estudio de Mercado. 49 |
| 2,2 | Elaboración del Cuestionario para la Encuesta 50 |
| 2,3 | Calculo de la Muestra. 52 |
| 2,4 | Graficas de Muestreo. 55 |
| Capítulo III Planeación del Proyecto. | |
| 3,1 | Ruta Crítica. 68 |
| 3.1.1 | Metodología. 69 |
| 3.1.2 | Etapas de la Ruta Critica 70 |
| 3.1.3 | Planeación del Proyecto. 70 |
| 3.1.4 | Antecedentes y Secuencias. 72 |
| 3.1.5 | Diagrama de la Ruta Critica Método de Nodos 73 |
| 3.1.6 | Diagrama de Gantt. 74 |
| 3,2 | Matriz de Tiempos. 76 |
| 3.2.1 | Calculo de la Varianza. 77 |
| 3,3 | Construcción de Media y Baja Tensión Subterránea 78 |
| 3.3.1 | Canalización a Cielo abierto. 79 |
| 3.3.2 | Consideraciones Generales. 84 |
| 3.3.3 | Especificaciones Para Tubos 85 |
| 3.3.4 | Especificaciones del Tipo de Terreno 91 |
| Capítulo IV Ejecución y Control del Proyecto. | |
| 4,1 | Memoria Técnica Descriptiva 101 |
| 4.1.1 | Cálculos Eléctricos. 101 |
| 4.1.1.1 | Calculo de la Capacidad de los Transformadores 101 |
| 4.1.1.2 | Carga Instalada 102 |
| 4.1.2 | Demanda Máxima. 103 |
| 4.1.2.1 | Factor de Coincidencia 105 |
| 4.1.3 | Selección del Conductor en Media Tensión por Ampacidad. 106 |
| 4.1.4 | Calculo de la caída de Tensión en los circuitos de Media Tensión 107 |
| 4.1.5 | Calculo de la caída de Tensión en Circuitos de Baja Tensión. 112 |
| 4.1.6 | Transición de Líneas de Media Tensión AEREO-SUBTERRANEA 121 |
| 4.1.7 | Características del Equipo de Transformación, Seccionalización, Protección, Indicadores de fallas, Accesorios de Media y Baja Tensión 121 |
| 4.1.8 | Descripción de la Red. 127 |
| 4.1.8.1 | Media Tensión. 127 |
| 4.1.8.2 | Baja Tensión. 127 |
| 4.1.8.3 | Acometidas. 128 |
| 4.1.9 | Sistema de Tierras. 129 |
| 4.1.9.1 | Calculo de la Malla de Tierras. 129 |



| | | |
|-------|---|-----|
| 4.2 | Descripción de la Obra Civil. | 136 |
| 4.2.1 | Registros de Media y Baja tensión. | 137 |
| 4.2.2 | Instalación de Ductos. | 138 |
| 4.2.3 | Acometidas | 138 |
| 4.2.4 | Excavación a cielo Abierto | 139 |
| 4.2.5 | Identificación. | 140 |
| 4.3 | Costo de Material y Mano de Obra | 141 |
| 4.3.1 | Costo de Material | 142 |
| 4.3.2 | Costo Mano de Obra. | 147 |
| 4.3.3 | Costo Total de la Obra. | 156 |
| | Capítulo V Evaluación de Resultados. | |
| 5.1 | Determinación de Costos | 158 |
| 5.1.1 | Inversión Inicial | 158 |
| 5.1.2 | Análisis de los Flujos Netos de Efectivo. | 158 |
| 5.1.3 | Flujo de Caja. | 159 |
| 5.2 | Valor Actual Neto (VAN) | 160 |
| 5.2.1 | Tasa Interna de Rendimiento (TIR) | 162 |
| 5.2.2 | Periodo de Recuperación (PAY BACK). | 163 |
| 5.2.3 | Relación Costo Beneficio (RBC) | 165 |
| 5.2.4 | Punto de Equilibrio. | 167 |
| 5.2.5 | conclusión. | 168 |
| | Conclusiones. | 169 |
| | Bibliografía. | 170 |
| | Anexos | 172 |



Introducción.

En la actualidad los proyectos de redes Subterráneas se están desarrollando en todo el país bajo las más avanzadas técnicas de lineamientos de construcción, en donde se destacan las ventajas que presentan este tipo de instalaciones en los aspectos correspondientes a la confiabilidad en el suministro, facilidad en la operación y mantenimiento, así como la ausencia de contaminación visual a diferencia de las redes Aéreas, con lo cual se busca reducir de una manera importante los costos de operación, manteniendo, instalación etc.

Todas estas ventajas han llevado a la conveniencia de sustituir la red de Distribución Aérea existente por una red Eléctrica Subterránea en la zona residencial del Barrio de Xochimilco de la ciudad de Oaxaca centro debido a que es una zona de importancia turística, aumentar la plusvalía que este tipo de Zona requiere puesto que es una de los Barrios más antiguos y con más Historia del estado de Oaxaca

Además se debe mencionar que este tipo de proyectos traerá consigo altos beneficios de imagen, operación, continuidad de servicio, calidad y ahorro en mantenimiento, entre otros.



Presentación del Proyecto o Detección de Necesidades.

El presente proyecto se elabora en base a las condiciones actuales que presentan las instalaciones Eléctricas existentes de media y baja Tensión en el Barrio de Xochimilco buscando así:

- Mejorar la calidad (continuidad, confiabilidad y eficiencia) en el servicio de Energía Eléctrica.
- Proporcionar mayor seguridad a los operadores en cuanto a mantenimiento de apertura y cierre de los equipos de enlace que configuran dicha Red.
- Mejorar el aspecto visual del barrio por ser una zona turística.
- Contar con mayor seguridad para el peatón y el automovilista

Planteamiento del Problema.

Debido a que el Barrio de Xochimilco es una de los lugares culturales y turísticos más importantes en el Estado de Oaxaca, la contaminación visual en dicho Barrio es de muy mal aspecto, además de que la localización de las estructuras (postes, cables) así como equipos (transformadores, restauradores), han sido alteradas por las nueva construcción de residencias, comercios, dejándolos en muy malas localizaciones lo cual conlleva a tener accidentes viales, además el mismo deterioro del los equipos por el paso del tiempo ocasiona que existan fallas en la red e interrupciones en el suministro de energía, así como caídas de tensión, trayendo como consecuencia pérdidas económicas por daños en aparatos eléctricos e inactividad de los comercios que existen en la zona. Es por ello que se busca eliminar esta contaminación visual que genera la Red eléctrica así como mejorar su calidad esto para darle no solo una mejora en el aspecto visual sino una mejora en la entrega de energía eléctrica.



Justificación.

La construcción de una red de distribución de energía eléctrica tipo subterránea para el barrio de Xochimilco, localizado en el centro histórico de la ciudad de Oaxaca de Juárez, se justifica a plenitud, principalmente por las siguientes razones:

- 1.- Alta Confiabilidad.
- 2.- Facilidad, Economía en la Operación y Mantenimiento.
- 3.- Cero contaminaciones visuales.
- 4.- Incremento en Plusvalía

Apoyando así la electrificación de las viviendas de la zona. Promoviendo el uso de Redes de distribución subterránea, considerando los beneficios que este tipo de instalaciones ofrecen a los usuarios, Además se debe mencionar que este tipo de proyectos traerá consigo alta beneficios de imagen, operación, continuidad en el servicio, calidad y un ahorro económico considerable.

El gran crecimiento de obras subterráneas a nivel nacional, ha obligado que las tecnologías en la fabricación de los materiales y equipos para la construcción de redes de distribución tipo subterráneo, reduzcan los costos en el equipo y materiales y aumenta la calidad.

Objetivos.

Crear un proyecto que este regido por las normas vigentes en construcción de redes subterráneas y que justifique la decisión del gobierno municipal en conjunto con el gobierno estatal de llevarlo a cabo.

Objetivos Específicos.

- a) Mejorar la continuidad, confiabilidad y eficiencia del servicio de energía eléctrica en el barrio de Xochimilco.
- b) Mejorar el aspecto visual.



Alcance.

Se desarrollara el Proyecto de Cambio de red en el Barrio de Xochimilco el cual busca la mejora visual así como la mejora en la continuidad del servicio eléctrico, este proyecto será regido por Normas más importantes de tanto Construcción como las CFE, con el tipo de conductor adecuado, calibre, demandas de carga en los circuitos, de manera que se tengan compensación de los KVAR`S, balanceo de cargas y Switcheo de los circuitos, así como tener una base de datos de fácil acceso de las instalaciones.

Metas.

Desarrollar un proyecto que sea económico y viable que se adapte al presupuesto del gobierno en materia de obra eléctrica.

Misión.

Brindar un aspecto visual de acuerdo a la localización del área delimitada. Cumpliendo con la función de área turística que se pretende.

Visión.

Consolidarnos como una empresa proyectadora, reconocida por su calidad y costos económicamente factibles.



Capítulo I

Marco De Referencia



1.1 Descripción del Lugar:

Reseña Histórica.

1.1.1 Barrio de Xochimilco:

Aproximadamente en el año 1521 se fundó el pueblo de Santo Tomás Xochimilco, actualmente uno de los más antiguos y visitados por su gran riqueza histórica, artesanal y religiosa. En sus calles tradicionalmente empedradas y angostas en su mayoría, se conservan aún las historias, mitos y realidades de este antiguo pueblo.

Es un lugar muy visitado por turistas extranjeros, ya que la gran riqueza cultural que guarda es de gran admiración para toda persona que visite estos rumbos. En este tradicional barrio, podemos encontrar distintos atractivos, a continuación se mencionan algunos.



Macro localización del Barrio de Xochimilco.

Fig. 1.1



- **Los Arquitos de Xochimilco.**

Comenzó con la construcción del antiguo acueducto de San Felipe del Agua, aproximadamente en el siglo XVIII, que abastecía de agua a la ciudad, y pasaba por Xochimilco y a su vez al río de Jalatlaco, llamado “La Cascada” donde actualmente se encuentra un hermoso parque. El espacio llamado arquitos de Xochimilco mide unos 300 metros de extensión, fue elaborado con la tradicional cantera verde que se puede apreciar en otras antiguas construcciones del estado de Oaxaca, y sus arcos hechos de ladrillo de barro cocido, es muy agradable caminar por esa calle actualmente llamada Rufino Tamayo en honor a ese gran pintor oaxaqueño, se respira un ambiente muy tranquilo e histórico, ideal para tomar fotografías y capturar este sitio en sus mejores ángulos.



“Los Arquitos” Barrio de Xochimilco.

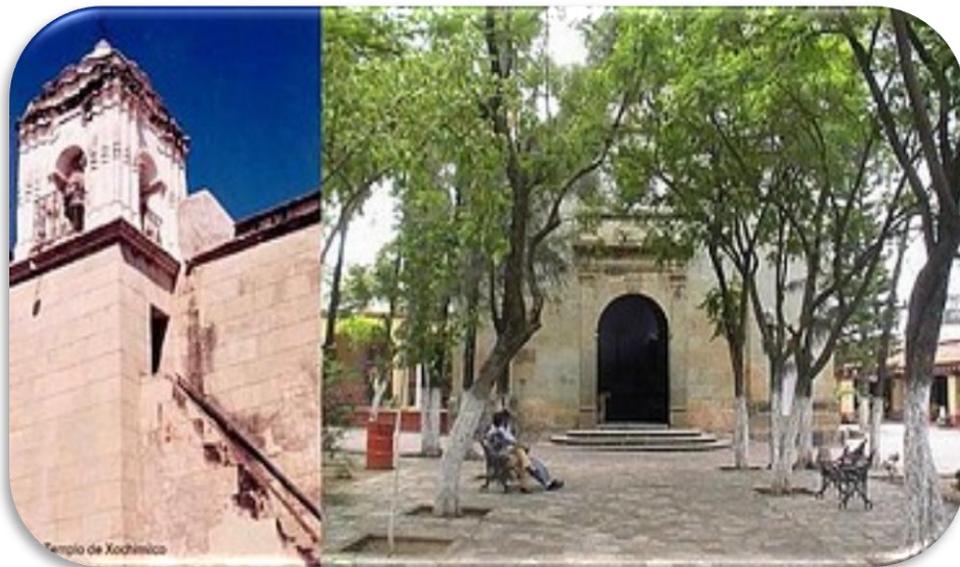
Fig. 1.2



- **Templo de Santo Tomás Xochimilco.**

Es una antigua construcción religiosa que fue edificada con la fundación del pueblo de Santo Tomás Xochimilco, es un templo de construcción sencilla pero significativa, de acuerdo a las necesidades de la población, elaborado de cantera en la fachada, tiene un campanario y cúpulas que lo resaltan. El interior es una decoración sencilla que resalta a las distintas imágenes religiosas que se encuentran dentro, en las paredes laterales se encuentran labradas las estaciones de la pasión de Cristo, y en el techo se pueden apreciar unos querubines pintados a mano.

El atrio está rodeado por una sencilla barda con arcos, se encuentra una fuente antigua en el centro y algunos árboles, y al fondo del atrio está la entrada a panteón. En Semana Santa se realiza el tradicional Encuentro, con las imágenes del templo, así como la procesión del silencio, y conmemoran al señor de las tres caídas, donde las madrinan ofrecen aguas frescas y nieve a todos los visitantes, mientras la celebración es animada con la tradicional música de banda de viento, en el mes de octubre realizan el novenario de la Virgen del Rosario, y en el mes de Diciembre festejan al santo patrón Santo Tomás.



Templo de “Sto. Tomas Xochimilco”.

Fig. 1.3



- **Textiles en el Barrio de Xochimilco.**

Los textiles más representativos del este barrio son los productos de mantelería, elaborados con el tradicional telar de pedal y lanzaderas, hechos de múltiples colores, muy vistosos, alegres y 100% decorativos. Los artículos de mayor producción son: manteles, servilletas, tapetes, cortinas, colchas, fundas y toallas, los cuales se elaboran con la más alta calidad en las calles del barrio de Xochimilco. Usted puede visitar a los productores que le ofrecen una gran variedad en colorido, precios y gustos, y sobre todo un producto de calidad tradicionalmente elaborado por los artesanos oaxaqueños.



Taller de Telares en el Barrio de Xochimilco.

Fig. 1.4



- **El Tradicional Pan del Barrio de Xochimilco.**

Si usted averigua entre los vecinos del Barrio de Xochimilco cual es el pan tradicional del barrio y su favorito, sin duda le responderán que el de la panadería “La Guadalupana”, ya que ahí se elabora una gran variedad de pan desde los años 50’s aproximadamente, elaborado con productos de la más alta calidad y un sabor inigualable, por esa razón su slogan dice: “De nuestro horno a su mesa, con calidad y riqueza”. Se ha convertido en el favorito de muchos vecinos, así como personas que recorren grandes distancias solo para llegar a comprar y poder disfrutar el rico pan de Don Armando Cruz Ramos, el fundador de ese comercio, quien en compañía de su familia le ofrecen en este lugar una gran variedad de pan dulce para toda ocasión, el tradicional pan de muerto de yema (en noviembre), las roscas de Reyes (en enero) y todo el año la especialidad de la casa “el pan de canela y de manteca” con un exquisito sabor. Están a sus órdenes en el Barrio de Xochimilco, ofreciéndole un producto de calidad, sabor y olor únicos.



Tradicional Horno de pan.

Fig. 1.5



1.1.2 Situación Actual de la Red de Distribución Aérea en el Barrio de Xochimilco.

La Red de Distribución Aérea actual en el barrio de Xochimilco se ha ido deteriorando a través de los años, los componentes más importantes como son: Transformadores, Restauradores, cuchillas, equipos de Seccionamiento, etc., Se han visto afectadas en gran medida por los cambios climáticos, así sus condiciones de uso (periodo de vida), por lo tanto sus mantenimiento se consideran económicamente altos.

Además que con el paso del tiempo las modificaciones arquitectónicas y el alto crecimiento de la población a sido un factor importante para que la Red Aérea existente haya sufrido cambios muy notorios, en cuanto a posición de los equipos como postes, que atraviesan predios y líneas a muy bajo nivel de altura permitido por la Norma así como por la empresa suministradora de energía C.F.E.



Red de Distribución Aérea actual

Fig. 1.6



1.2 Tipos de Instalaciones Subterráneas.

Introducción.

La evolución de los cables subterráneos en México se inicia con las primeras instalaciones en el año de 1926 hasta principios del presente siglo, para abastecer de energía a usuarios industriales y domésticos.

Probablemente hubo instalaciones de cables subterráneos con anterioridad y en otros lugares por los años de 1890, al iniciarse el uso comercial de la energía eléctrica en México, conforme a concesiones otorgadas a particulares para la explotación de minas, textiles y otros usos, pero fueron en escasa cuantía y de diversidad de características. Posteriormente ha habido desarrollos de instalaciones en cables subterráneos, en lugares fuera de la zona de la ciudad de México, pero no es sino a partir de la década de los 60, cuando empiezan a desarrollarse sistemas subterráneos de consideración en ciudades importantes del país como Monterrey, Guadalajara, Puebla y otras.

El sistema ha tenido cambios, en el sentido de tener que atender a los aumentos inusitados de demandas de energía y nuevos servicios solicitados y dentro de este proceso se han introducido mejoras en procedimientos y materiales nuevos. Todo esto para dar alcance a satisfacer las condiciones de demanda impuesta por los usuarios para cumplir con sus necesidades de crecimiento y con las autoridades en su propósito de llevar a cabo grandes mejoras a la ciudad

En el pasado se construían redes aéreas con conductores desnudos que presentaban problemas como:

- ✓ Afectación ecológica
- ✓ Contaminación visual.
- ✓ Interrupciones por fenómenos meteorológicos
- ✓ Fallas debidas a vandalismo
- ✓ Altos costos de operación y mantenimiento



¿Por qué construir redes Eléctricas Subterráneas?

- ✓ Minimiza el impacto al entorno natural donde se ubica el fraccionamiento.
- ✓ Proporciona un servicio de energía eléctrica con mayor calidad.
- ✓ No afecta el tráfico vehicular y peatonal, así como propiedades de terceros.
- ✓ Incrementa la seguridad de habitantes, visitantes y trabajadores.
- ✓ Reduce los costos de operación y mantenimiento.
- ✓ Minimiza los efectos por fenómenos meteorológicos o vandalismo.

¿Qué obtiene el Fraccionador?

- ✓ Mayor atracción a los compradores
- ✓ Recupera más rápido la inversión
- ✓ Supera las expectativas de sus clientes

¿Qué obtiene el Contratista Especializado?

- ✓ Más oportunidad de trabajo
- ✓ Más campo de acción
- ✓ Mayor prestigio
- ✓ Mayor versatilidad

¿Qué obtiene CFE?

Instalaciones:

- ✓ Más confiables
- ✓ Menos expuestas al medio ambiente y al vandalismo
- ✓ Acordes con el entorno
- ✓ Con menor mantenimiento
- ✓ Más seguras en la operación

¿Qué obtiene el Usuario?

- ✓ Mayor continuidad
- ✓ Mas seguridad
- ✓ Mejor apariencia y armonía con el entorno
- ✓ Mayor impacto visual en su propiedad
- ✓ Incremento en la plusvalía de su propiedad



1.2.1 Distribución Residencial.

Se deben emplear sistemas monofásicos preferentemente cuando la carga residencial sea alta (se analizará la conveniencia de utilizar un sistema trifásico), su configuración será en Anillo Operación Radial.

Cuando los circuitos alimentadores aéreos existentes que se utilicen para alimentar los fraccionamientos Subterráneos sean 3f-3h (3Fases-3Hilos). Se optará por una de las siguientes alternativas (la que resulte más económica):

- Se correrá el neutro desde la Subestación alimentadora hasta el fraccionamiento. Este cuarto hilo se utilizará como neutro común para los circuitos subterráneos en media y baja tensión, y la CFE hará los cálculos necesarios del calibre del conductor, la instalación del mismo hasta el punto de transición podrá ser hecha por el contratista bajo la supervisión adecuada ó por la propia CFE con cargo al fraccionador.
- Se diseñará la puesta a tierra del sistema
- En caso de utilizar configuración radial** esta será en ramales monofásicos y como máximo de dos transformadores.
- Solo se podrá utilizar este tipo de sistema en fraccionamientos de interés social ó popular.
- Se podrá derivar como máximo dos veces este tipo de arreglo radial de un anillo de 200 ó 600 A. de un sistema totalmente subterráneo.
- No se podrá fraccionar desarrollos completos en etapas con este tipo de arreglo en sistemas totalmente subterráneos.
- Se instalarán indicadores de falla tanto en la derivación como en el circuito alimentador.
- De un sistema aéreo existente se podrán derivar tantos sistemas radiales como lo permitan las condiciones operativas del circuito.



1.2.2 Distribución Comercial y Turística.

Se utilizará un sistema 3f-4h (3Fases-4Hilos) y su configuración será en Anillo Operación Radial. Cuando los circuitos alimentadores aéreos existentes que se utilicen para alimentar los fraccionamientos Subterráneos sean 3f-3h (3Fases-3Hilos). Se optará por una de las siguientes alternativas (la que resulte más económica):

- Se correrá el neutro desde la Subestación alimentadora hasta el fraccionamiento. Este cuarto hilo se utilizará como neutro común para los circuitos subterráneos en media y baja tensión, y la CFE hará los cálculos necesarios del calibre del conductor, la instalación del mismo hasta el punto de transición podrá ser hecha por el contratista bajo la supervisión adecuada ó por la propia CFE con cargo al fraccionador.
- Se diseñara la puesta a tierra del sistema.



1.3. Generalidades Sobre las Redes Subterráneas.

En las grandes zonas urbanas no es recomendable el tendido de las líneas eléctricas aéreas, esto es para mejorar la confiabilidad en el suministro del servicio de energía eléctrica para sus habitantes y también para evitar la contaminación visual producida por los postes y líneas cuando estas son numerosas. Por estas razones se recomienda que la Distribución de energía eléctrica sea Subterránea.

Por lo anterior y en conjunto con el desarrollo de los nuevos materiales aislantes económicos y con buenas propiedades dieléctricas, ha permitido en estos últimos años un notable incremento en el tendido de líneas eléctricas subterráneas, las cuales tendrán cada día más utilidad en la Distribución de la energía eléctrica.

Todos los esfuerzos realizados durante la construcción de una instalación subterránea se verán reflejados en la operación de la misma. La operación deberá satisfacer los siguientes requisitos básicos:

- Cero interrupciones por fallas propias.
- Convivencia armónica en su entorno.
- Vida útil al menos de 30 años.
- Seguridad para los operadores, usuarios y transeúntes.
- Bajos costos de operación.

La tendencia al uso de redes Subterráneas de Distribución a nivel nacional ha ido en aumento en los últimos años, esto debido a la ventajas que ofrecen este tipo de instalaciones. La CFE, es una de las empresas que ha proyectado el uso de estas instalaciones en el país diseñando, proyectando y construyendo este tipo de redes de Distribución.



Las redes aéreas construidas con conductores desnudos, han presentado algunas desventajas en los lugares en donde han sido instaladas, entre ellas se pueden considerar las siguientes desventajas de dichas Redes:

- Contaminación Visual.
- Afectación ecológica.
- Interrupciones por fenómenos meteorológicos
- Fallas debido a vandalismos, accidentes viales.
- Altos costos de operación y mantenimiento.

Debido a esto la evolución del uso de las Redes Subterráneas en México ha ido en incremento. Se ha buscado que la Redes Eléctricas de Distribución sean Subterráneas debido a que:

- Minimizan el impacto al entorno natural donde se ubican.
- Proporcionan un servicio de energía eléctrica de mayor calidad.
- No afecta el tráfico vehicular y peatonal, así como no invade la propiedad a terceros.
- Incrementa la seguridad de habitantes, visitantes, operadores y trabajadores entorno a estas redes.
- Reduce los costos de operación y mantenimiento.
- Minimiza los efectos por fenómenos meteorológicos.



1.3.1 Configuración de las Redes Subterráneas.

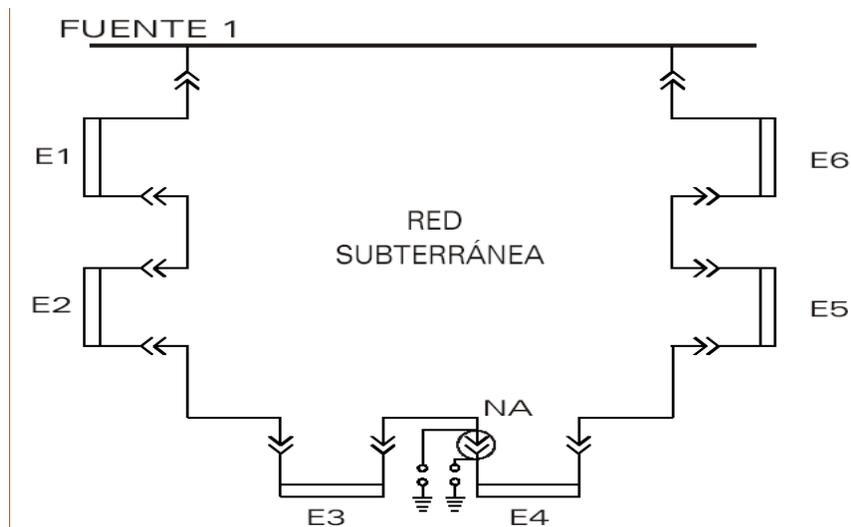
a) Media Tensión

✚ Configuración en anillo:

Es aquella que cuenta con más de una trayectoria para proporcionar energía eléctrica. Esta puede ser como sigue:

- **Configuración en anillo operación radial con una fuente de alimentación:**

Es aquella cuya configuración es anillo y cuenta con una sola fuente de alimentación. Opera en forma radial con un punto normalmente abierto (N.A) en el centro de la carga. (Figura 1)



Configuración en anillo operación radial con una fuente de alimentación.

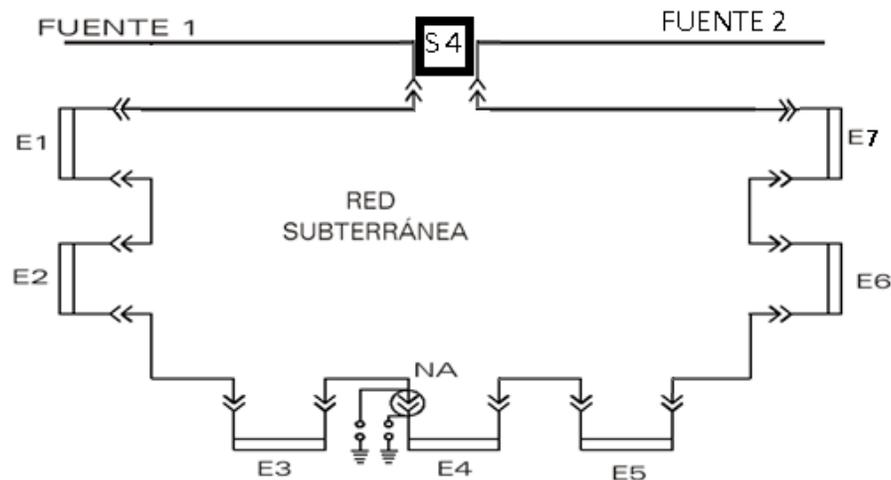
Figura 1.7



- **Configuración en anillo radial con dos fuentes de Alimentación:**

Es aquella cuya configuración es en anillo y cuenta con dos fuentes de Alimentación. Opera en forma radial con un punto normalmente abierto (N.A) en el centro de la carga.

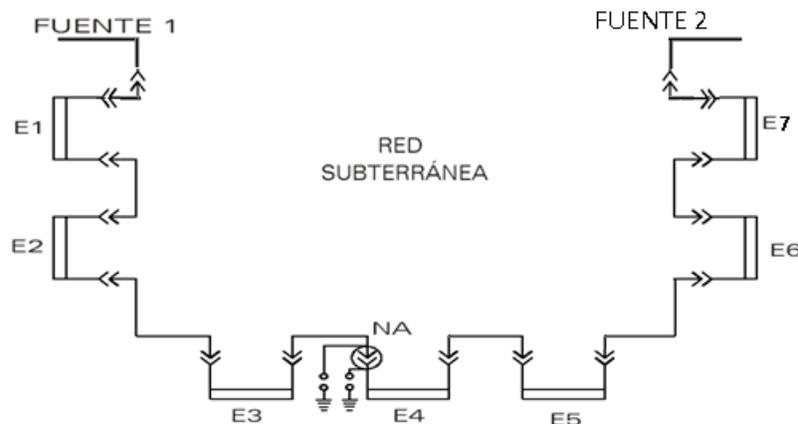
A su vez puede funcionar: Conectando las fuentes a un mismo equipo o accesorio de la red como se muestra en la figura 2:



Conectando las fuentes a un mismo equipo.

Figura 1.8

- Conectando las fuentes a diferentes equipos o accesorios de la red.



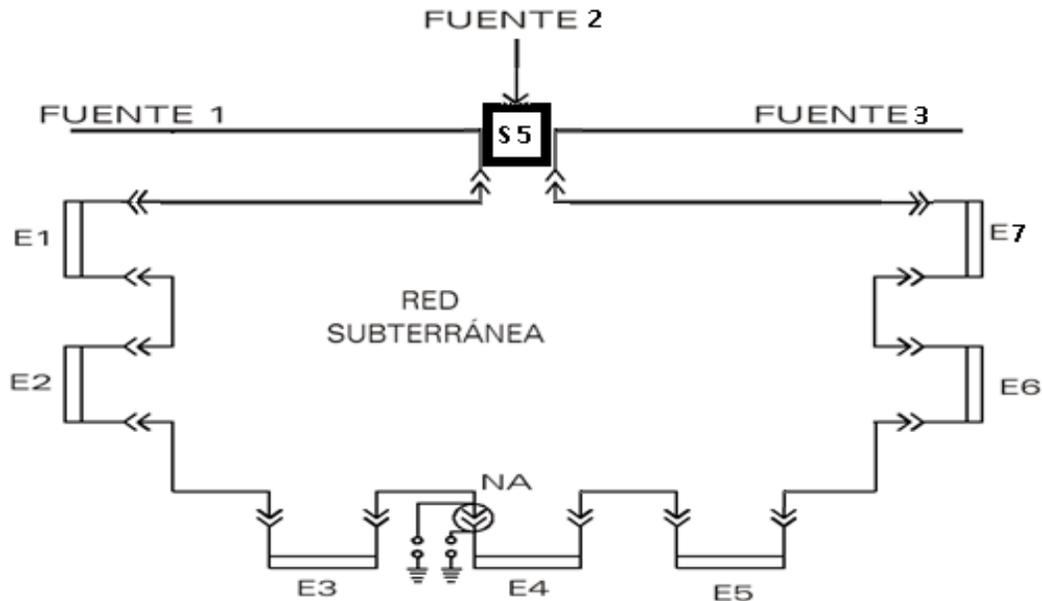
Conectado a diferentes equipos.

Figura 1.9



- **Configuración en anillo radial con tres fuentes de Alimentación:**

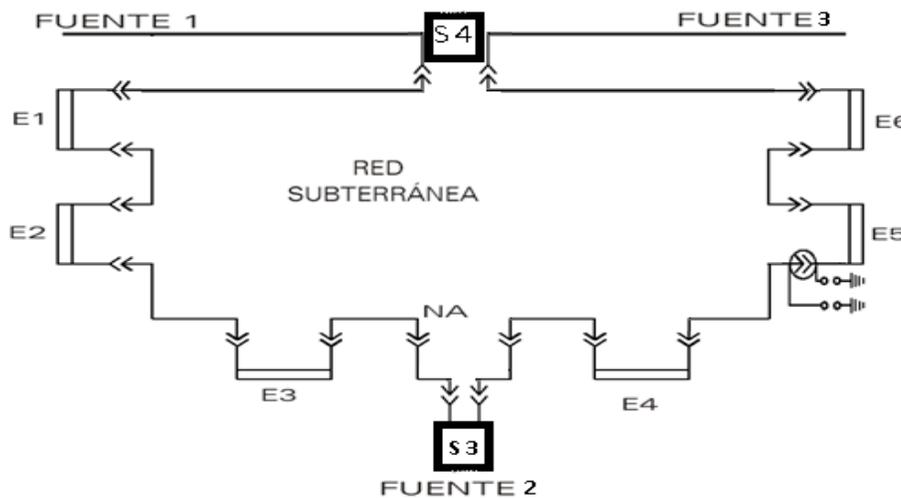
Que pueden estar: Conectadas las fuentes a un mismo equipo de la red.



Conectadas a un mismo equipo.

Figura 1.10

Conectadas las fuentes a diferentes equipos o accesorios de la red.



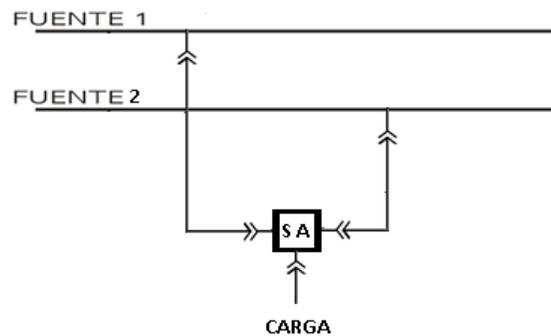
Conectadas a diferentes equipos.



Figura 1.11

1.3.2 Sistema de Alimentación Selectiva.

Sistema en anillo operación radial con dos fuentes de alimentación que sigue la misma trayectoria, una de las cuales se considera como preferente y la otra como emergente y que utiliza un seccionador con transferencia automática, como se muestra a continuación.



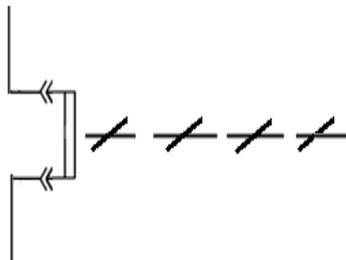
Sistema de Alimentación Selectiva.

Figura 1.12

Los arreglos mostrados no son limitativos ya que las diferentes fuentes también se pueden conectar en distintos puntos de la red, lo que permite la posibilidad de tener múltiples arreglos.

1.3.3 Configuración Radial.

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



Configuración Radial.

Figura 1.13



1.4. Sistemas aplicables a Sistemas Subterráneos.

Un sistema de distribución de 200 A es aquel en el cual la corriente continua en condiciones normales o condiciones de emergencia no rebasa los 200 A. Se utiliza en sistemas en anillo que se derivan de circuitos troncales de media Tensión (Tensiones de 13.2 a 34.5 Kv), aéreos o subterráneo, la configuración siempre será en anillo operación radial con una o más fuentes de alimentación.

Los puntos que se deben tomar en cuenta en los sistemas de distribución de 200 A. son los siguientes:

- Se diseñaran de acuerdo a la Tensión suministrada en el área y un sistema de neutro corrido multiaterrizado.
- Los circuitos aéreos que alimentan el proyecto subterráneo, deben ser 3F-4H, los circuitos alimentadores subterráneos deben ser:

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

Tipos de circuitos alimentadores Subterráneos.

Figura 1.14

- La caída de Tensión máxima en los circuitos de media Tensión no debe exceder del 1% en condiciones normales de operación.
- El cable del neutro debe ser de cobre desnudo semiduro o de acero recocido con bajo contenido de carbono, recubierto de cobre.
- El calibre del neutro como mínimo debe ser de sección transversal de 33.6mm (2 AWG)



-
- El conductor de neutro corrido debe ser Multiaterrizado para garantizar en los sitios en donde se instalen accesorios y equipos, una resistencia a tierra inferior a 10Ω en época de estiaje y menor a 5Ω en época de lluvia.
 - El neutro corrido debe quedar alojado en el mismo ducto de una de las fases o podrá quedar directamente enterrado.
 - La selección transversal del cable DS debe determinarse de acuerdo al diseño del proyecto, el calibre mínimo debe ser 1/0 AWG y cumplir con la especificación NRF-024-CFE.
 - Deben emplearse conductores de aluminio y en casos especiales en que la CFE lo requiera, se podrán utilizar conductores de cobre.
 - Se deben indicar en las bases de proyecto si el cable es para uso en ambientes secos o para uso en ambientes húmedos, según los indica la especificación NRF-024-CFE y de acuerdo a las características del lugar de la instalación.
 - La pantalla metálica del cable DS, deben conectarse sólidamente a tierra en todos los puntos donde existan equipos o accesorios de acuerdo a las recomendaciones del artículo 250 de la NOM-001-SEDE2005.
 - Los cables deben ser alojados en los ductos de PVC, polietileno de alta densidad corrugado (PADC) o polietileno de alta densidad (PAD), debiendo instalar un cable por ducto, pueden emplearse ductos de sección reducida como se indica en las tablas 2.4.5 de la norma, considerando siempre que deben respetarse el facto de relleno recomendado en la NOM-001-SEDE2005.
 - Debe dejarse un excedente de cable de una longitud igual al perímetro del registró o pozo de visita únicamente donde se instalen equipos y/o accesorios. Cuando los transformadores no lleven registros a la reserva de cable, debe dejarse en uno de los registros adyacentes.
 - Deben utilizarse indicadores de falla de acuerdo a la corriente continua del sistema, en el lado fuente de cada transformador, seccionador o conector múltiple de media Tensión.



1.4.1 Sistemas de Distribución de 600 A.

Es aquel en el cual la corriente continúa en condiciones normales o de emergencia rebasa los 200 A. Se utiliza en circuitos troncales de media Tensión, la configuración será en anillo o alimentación selectiva, operación radial con una o más fuentes de alimentación. En condiciones de operación normal, el anillo estará abierto aproximadamente al centro de carga o el punto dispuesto por el centro de operación.

Los puntos que se deben tomar en cuenta en los sistemas de distribución de 200 A. Son los siguientes:

- Es aquel en el cual la corriente continua en condiciones normales o de emergencia rebasa los 200 A. Se utilizan en circuitos troncales de media Tensión, la configuración será en anillo o alimentación selectiva, operación radial con una o más fuentes alimentadoras.
- Se diseñaran los alimentadores de acuerdo a la Tensión suministrada en el área y un sistema de neutro corrido multiaterrizado.
- Los circuitos aéreos que alimentan el proyecto subterráneo, deben ser 3F-4H.
- Deben utilizarse indicadores de falla de 600 A. En el lado fuente de cada seccionador o conectador múltiple de media Tensión.
- Deben emplearse conductores de aluminio y en casos especiales en que la CFE lo requiera, se podrán utilizar conductores de cobre.



1.4.2 Equipo de Seccionalización y Protección.

El equipo de seccionalización y protección en los puntos de Transición, estará dado por cortacircuitos, Fusibles, Fusibles de potencia en Instalaciones monofásicas y seccionalizador en instalaciones trifásicas.

El equipo de seccionalización para los transformadores monofásicos tipo pedestal estará dado por los conectores tipo codo de apertura con carga de 200 A. Y para los transformadores monofásicos tipo sumergible y trifásicos se hará por medio de seccionadores internos para 200A.

La protección para los transformadores está dada por un fusible limitador de corriente de rango parcial en serie con un fusible de expulsión removible desde el exterior. Para transformadores construidos de acuerdo a las especificaciones CFEK0000-04, 08 y 19.

Para transformadores construidos con base a las especificaciones CFEK0000-05 y 07. La protección está dada por un fusible limitador de corriente de rango completo removible desde el exterior.

En sistemas monofásicos, el equipo de seccionalización y protección para las derivaciones de los circuitos en media tensión, esta dado por conectores tipo codo porta-fusible para 200 A. de apertura con carga.

Se instalaran equipos seccionadores sin protección para enlace de circuitos troncales en el punto intermedio de cada circuito y en el extremo del mismo.



1.5 Baja Tensión.

En áreas residenciales los circuitos de baja tensión monofásicos deben ser 2F-3H 240/120 V. Estos circuitos tendrán una configuración radial y como máximo pueden salir 8 circuitos de cada transformador con el conector adecuado.

En áreas comerciales los circuitos de baja tensión deben ser 3F-4H 220/127 V. Estos circuitos deben tener una configuración radial y como máximo pueden salir 8 circuitos de cada transformador con el conector adecuado.

Los puntos que se deben tomar en cuenta en los sistemas de baja tensión son:

1. La caída de tensión del transformador al registro más lejano no debe exceder del 3% en sistemas monofásicos y en 5% en sistemas trifásicos y los cálculos deben incluirse en la memoria técnica descriptiva.
2. Los cables de baja tensión deben cumplir con la especificación CFE-E0000-02.
3. La configuración de los cables deben ser triplex para sistemas monofásicos y cuádruplex para sistemas trifásicos, con el neutro de sección reducida y de acuerdo a la especificación CFE-E0000-02.
4. El neutro debe utilizarse mediante el conector múltiple en el registro de remate del circuito secundario y el transformador mediante la conexión al sistema de tierras.
5. Debe usarse una sección transversal de acuerdo a las necesidades del proyecto, debiendo ser en áreas residenciales como mínimo 53.5mm (1/0 AWG) y como máximo 85.00mm (3/0 AWG). En áreas comerciales debe ser como mínimo 85.0mm (3/0 AWG) y como máximo 173.3mm (350 KCM).
6. La longitud de los circuitos de baja tensión no debe exceder de 200m, siempre y cuando se satisfagan los límites de caída de tensión y pérdidas, las cuales no excederán el 2%.



-
7. La referencia de tierra del transformador, el neutro de la red de baja tensión y el neutro corrido deben interconectarse entre sí.
 8. Entre registros no deben usarse empalmes en el conductor.
 9. Los circuitos de baja tensión deben instalarse en ductos PADC o PAD. Se pueden emplear ductos de sección reducida como lo indica la norma de redes subterráneas, considerando siempre, que se deben respetar los factores de relleno recomendados en la NOM-001-SEDE2005.
 10. Debe instalarse un circuito de baja tensión por ducto.
 11. En el caso de que los circuitos de baja tensión alimenten exclusivamente concentración de medidores, el cable utilizar podrá ser cobre tipo THHW-LS de 600 V con una longitud máxima del circuito de 130m sin conexiones intermedias.
 12. Todos los sistemas de tierra deben tener una resistencia máxima equivalente a 10Ω en época de estiaje y de 5Ω en época de lluvias, debiendo ser todas las conexiones del tipo fundente o comprimible.



1.5.1 Transformadores.

El transformador es probablemente uno de los más importantes, ya que con facilidad permite elevar o reducir los niveles de voltajes y por consiguiente las corrientes en las redes eléctricas de corriente alterna.

Las capacidades de transformadores para redes de distribución subterráneas que se tienen normalizadas son las siguientes:

- ✓ Transformadores Monofásicos

| CAPACIDAD EN KVA`S | TIPO |
|--------------------|------------------------------|
| 25 | Pedestal y Sumergible |
| 37.5 | Pedestal y Sumergible |
| 50 | Pedestal y Sumergible |
| 75 | Pedestal y Sumergible |
| 100 | Pedestal y Sumergible |

. Tipos de transformadores Monofásicos.

Figura 1.15

Los transformadores monofásicos se utilizan en los siguientes casos:

- Formando parte integral de un anillo monofásico.
- Para servicio particular, conectados en forma radial a un anillo monofásico
- o trifásico.
- ✓ Transformadores trifásicos.

| Capacidad en KVA | Tipo |
|------------------|------------------------------|
| 25 | Pedestal y Sumergible |
| 37.5 | Pedestal y Sumergible |
| 50 | Pedestal y Sumergible |
| 75 | Pedestal y Sumergible |
| 100 | Pedestal y Sumergible |

Tipos de transformadores Monofásicos.

Figura 1.16



A) Utilización de Transformadores Monofásicos.

Se utilizan en los siguientes casos:

- ✓ Formando parte integral de un anillo monofásico.
- ✓ Para servicio particular, conectados en forma radial a un anillo monofásico o trifásico.

B) Utilización de Transformadores Trifásicos.

Se instalan preferentemente del tipo pedestal, dejando el tipo sumergible para los casos en que por razones de espacio, estética, etc. sea más recomendable su uso.

Se utilizan en los siguientes casos:

- ✓ Formando parte integral de un anillo trifásico.
- ✓ Para servicio particular, conectados en forma radial a un anillo trifásico.

✚ Recomendaciones Generales.

- ✓ Se debe procurar el utilizar capacidades bajas y uniformes en un mismo cuadro.
- ✓ El factor de utilización para transformadores en sistemas subterráneos será del 90% como máximo.
- ✓ Se evitara dejar transformadores con poca carga.



❖ **Transformador Monofásico tipo Pedestal para Distribución Residencial.**

Material, Forma y Acabado.

Transformador monofásico tipo pedestal para operación en anillo, capacidad (kvas), conexión en Media Tensión (Volts) conexión Baja Tensión 240/120 V, con 4 derivaciones 2 arriba y 2 abajo de voltaje nominal, con 2.5 % cada una, 60 Hz, con enfriamiento natural en aceite con fusibles internos en Media Tensión, con o sin Interruptor termo-magnético en B aja Tensión, 2300 MSNM, y clase7 de aislamiento A65.



Transformador monofásico tipo pedestal.

Fig. 1.17



❖ **Transformador Monofásico Tipo Sumergible para Distribución Residencial.**

Material, Forma y Acabado.

Transformador monofásico tipo sumergible para operación en anillo, capacidad kvas, conexión en Media Tensión Volts conexión Baja Tensión 240/120 V. con 4 derivaciones 2 arriba y 2 abajo de voltaje nominal, con 2.5 % cada una, 60 Hz, con enfriamiento natural en aceite con fusibles internos en Media Tensión, con o sin interruptor termo-magnético en Baja Tensión, 2300MSNM, y clase de aislamiento A65.



Transformador monofásico tipo sumergible.

Fig. 1.18



❖ **Transformador Trifásico Tipo Pedestal para Distribución Residencial.
Material, Forma y Acabado.**

Transformador trifásico tipo pedestal para operación en anillo, capacidad (kvas), conexión en Media Tensión estrella-estrella aterrizada volts. Conexión en Baja Tensión 220 y /127 V. con 4 derivaciones 2 arriba y 2 abajo del voltaje nominal, con 2.5% cada una, 60 Hz, con enfriamiento natural en aceite con fusibles en Media Tensión, con seccionador en anillo, con o sin interruptor termomagnético en Baja Tensión. 2300 MSNM, y clase de aislamiento A65.



Transformador trifásico tipo pedestal.

Fig. 1.19



❖ **Transformador Trifásico tipo Pedestal para Distribución Comercial.**

Transformador trifásico tipo pedestal para operación en anillo, capacidad kVA, conexión en Media Tensión, Volts. En Baja Tensión 220 y /127 V. estando ambas conectadas en estrella-estrella aterrizada, con 4 derivaciones 2 arriba y 2 abajo del voltaje nominal, con 2.5 % cada una, 60 Hz, con enfriamiento natural en aceite con fusibles en Media Tensión, con seccionadores en anillo y radial 2300 MSNM, y clase de aislamiento A65.



. Transformador trifásico tipo pedestal.

Fig. 1.20



❖ **Transformador Trifásico tipo Sumergible para Distribución Comercial.**

Transformador trifásico tipo sumergible para operación en anillo, capacidad (kVA), conexión en Media Tensión, (Volts). En Baja Tensión 220 y /127 V. estando ambas conectadas en estrella-estrella aterrizada, con 4 derivaciones 2 arriba y 2 abajo del voltaje nominal, con 2,5 % cada una, 60 Hz, con enfriamiento natural en aceite con fusible en Media Tensión, con seccionadores en anillo y radial 2300 MSNM, y clase de aislamiento A65



. Transformador trifásico tipo sumergible.

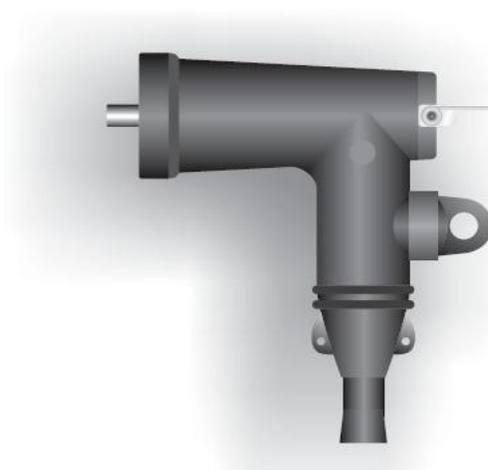
Fig. 1.21



1.6 Equipos de Seccionalización y Protección en B.T.

El equipo de seccionalización y protección en los puntos de transición estará dado por cortacircuitos, fusibles, fusible de potencia en instalaciones monofásicas y seccionador en instalaciones trifásicas.

El equipo de seccionalización para los transformadores monofásicos tipo pedestal estará dado por los conectores tipo codo de apertura con carga de 200 A. y para los transformadores monofásicos tipo sumergible y trifásicos se hará por medio de seccionadores internos para 200 A.



Conector tipo cono de apertura de carga 200 A.

Fig. 1.22

La protección para los transformadores está dada por un fusible limitador de corriente de rango parcial en serie con un fusible de expulsión removible desde el exterior.

En sistemas monofásicos, el equipo de seccionalización y protección para las derivaciones de los circuitos en media tensión, esta dado por conectores tipo codo portafusible para 200 A. de apertura con carga.

Se instalarán equipos seccionadores sin protección para enlace de circuitos troncales en el punto intermedio de cada circuito y en el extremo del mismo.



1.6.1 Acometidas en Media y Baja Tensión.

A) Media Tensión.

- Las acometidas en media tensión se darán con un sistema radial simple y seguirán la menor trayectoria desde el equipo de derivación sin cruzar propiedades de terceros.
- En sistemas monofásicos, el equipo de seccionalización y protección para las derivaciones de los circuitos en media tensión, será dado por conectadores tipo codo portafusible para 200 A. de apertura con carga.
- El uso de fusibles tipo codo será para demandas de hasta 500 kvas en 13.2 kV y 850 kvas en 23 kV monofásicas.
- El uso de seccionadores con protección electrónica será para acometidas trifásicas con demandas mayores a 500 kvas en 13.2 kV y 850 kvas en 23 kV, en cuyo caso la apertura debe de ser trifásica.
- Cuando exista espacio exterior, se derivarán de un seccionador tipo pedestal, en caso contrario se derivarán de un seccionador tipo sumergible, instalado en pozo de visita.
- En casos excepcionales, cuando se disponga de espacio exterior y el nivel freático sea alto, se podrán usar gabinetes tipo pedestal para instalar los conectadores múltiples de media tensión en servicios monofásicos.
- El equipo de seccionalización y protección para acometidas con alimentación selectiva, será un equipo de transferencia automática de 200 A, tipo pedestal, de frente muerto, de la capacidad interruptiva adecuada.



B) Baja Tensión.

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 17 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-2005. Es necesario dejar una mojonera como indicación sobre la superficie del predio para poder localizar el extremo del ducto.

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



1.6.2 Alumbrado Público.

A) Alimentación en Media Tensión.

Los transformadores deben ser monofásicos, conectados en forma radial construidos con base a la NMX-J-289. Deben estar protegidos por medio de interruptores termomagnéticos ubicados en el lado de baja tensión.

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

B) Alimentación en Baja Tensión.

- Las luminarias y los sistemas a emplear deben ser del tipo ahorradoras de energía eléctrica.
- Serán independientes de los circuitos de la CFE y deben estar protegidos con interruptor termomagnéticos ubicados en el murete de medición.
- No se permite cruzar arroyos de calles con acometidas



1.7 Marco Legal.

El marco legal proporciona las bases sobre las cuales las instituciones construyen y determinan el alcance y naturaleza de la participación política. En el marco legal regularmente se encuentran en un buen número de provisiones regulatorias y leyes interrelacionadas entre sí.

Su fundamento en muchos países es La Constitución como suprema legislación, que se complementa con la legislación promulgada por un parlamento o legislatura donde se incluyen leyes, códigos penales, y Regulaciones, que incluyen Códigos de Conducta/Ética, dados a conocer por distintas instancias reguladoras que guardan estrechos vínculos con la materia en cuestión.

El marco legal faculta a la autoridad correspondiente para que lleve a cabo las labores de administración de conformidad a la estructura detallada dentro de sus mismas provisiones.

Dentro de las normas vigentes que rigen las especificaciones de nuestro proyecto se encuentran las siguientes:

✚ Nom-001-Sede-2005, Instalaciones Eléctricas y Consiste en lo Siguiente:

El objetivo de esta NOM-001 es establecer las especificaciones y lineamientos de carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones destinadas a la utilización de la energía eléctrica, a fin de que ofrezcan condiciones adecuadas de seguridad para las personas y sus propiedades, en lo referente a la protección contra:

- Los choques eléctricos
- Los efectos térmicos
- Sobre-corrientes
- Las corrientes de falla y sobretensiones.

El cumplimiento de las disposiciones indicadas en esta norma garantiza el uso de la energía eléctrica en forma segura; asimismo esta norma no intenta ser una guía de diseño, ni un manual de instrucciones para personas no calificadas.



Para fines de este proyecto nos respaldaremos en lo dispuesto en los artículos que a continuación se describen:

✚ **Nom-013-Ener-2004, Eficiencia Energética para Sistemas de Alumbrado en Vialidades y Áreas Exteriores Públicas.**

La presente Norma Oficial Mexicana establece los valores máximos de densidad de potencia eléctrica por concepto de alumbrado y el método de cálculo, con los que deben cumplir los sistemas de alumbrado en vialidades y estacionamientos públicos abiertos, cerrados o techados, así como la eficacia mínima de la fuente de iluminación en las áreas exteriores públicas; además de promover el ahorro de energía que contribuirá a la preservación de los recursos naturales no renovables de la nación.

Esta Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer niveles de eficiencia energética en términos de valores máximos de densidad de potencia eléctrica para alumbrado (DPEA), según se especifique, con los que deben cumplir las nuevas instalaciones para alumbrado público y áreas exteriores públicas en las diferentes aplicaciones que se indican en la presente Norma, con el propósito de que se diseñen o construyan bajo un criterio de uso eficiente de la energía eléctrica, mediante la optimización de diseños y la aplicación de equipos y tecnologías que incrementen la eficacia sin menoscabo de los requerimientos visuales.

✚ **Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados del Estado de Oaxaca.**

Artículo 1.- Las disposiciones de esta ley, son de orden público y de interés social, tienen por objeto regular el gasto público destinado a las acciones relativas a la planeación, programación, presupuestación, ejecución, conservación, mantenimiento y control de la obra pública y servicios relacionados con la misma, que contraten o ejecuten las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Estatal y los Ayuntamientos de los Municipios del Estado.



Se prohíbe a las Entidades y Dependencias del Poder Ejecutivo del Estado y de los Ayuntamientos del Estado, la celebración de fideicomisos, otorgamiento de mandatos, celebración de contratos o convenios o cualquiera otro tipo de actos jurídicos y materiales, cuyo objeto o finalidad sea evadir el cumplimiento de las disposiciones de esta Ley.

Artículo 2.- Para los efectos de esta Ley se considera obra pública, los trabajos que realiza el Estado o los Ayuntamientos o a su nombre, sobre un inmueble determinado, con un propósito de interés general y se destine al uso público, a un servicio público o a cualquier finalidad de beneficio general.

Normas para la base en la realización del proyecto.

Normas de Referencia (Guía).

Norma Subterránea 2008.

Normas de Distribución-Construcción de Sistemas Subterráneos.

Los trabajos de construcción de los sistemas subterráneos en forma eficiente deben incluir los criterios, métodos, equipos y materiales indicados en estas Normas. Dentro de las consideraciones técnicas, se incorpora el empleo de transformadores monofásicos y trifásicos sin cambiador de derivaciones y operación radial, en base a sus especificaciones vigentes, además de un apartado multimedia con animaciones de los ensambles de accesorios en media y baja tensión en tercera dimensión que permitirán una mejor percepción de la operación de los sistemas subterráneos



Ley Federal del Trabajo

En su art. 123 señala que:

Toda persona tiene derecho al trabajo digno y socialmente útil, Contiene las normas que regulan el procedimiento laboral ante las Juntas de Conciliación y Arbitraje y Los Tribunales Burocráticos, las normas sustantivas contienen los derechos en materia de estabilidad en el empleo, vacaciones, salario mínimo, aguinaldo y las condiciones laborales en general. Tiene un apartado para el procedimiento de huelga y una de sus principales características es que todo mundo lo viola (Adicionado mediante decreto publicado en el diario oficial de la federación el 19 de diciembre de 1978.

Se divide en dos apartados, el apartado “A” que regula las relaciones laborales entre trabajadores y patrones en general, su ley reglamentaria es la Ley Federal del Trabajo, y el apartado “B” que regula las relaciones laborales burocráticas.

Ley del Seguro Social (IMSS)

El nombre correcto es la Ley del Seguro Social y fue publicada en el Diario Oficial el 21 de diciembre de 1995. Dicha ley tiene de acuerdo con lo señalado en su artículo 2. La seguridad social tiene por finalidad garantizar el derecho a la salud, la asistencia médica, la protección de los medios de subsistencia y los servicios sociales necesarios para el bienestar individual y colectivo, así como el otorgamiento de una pensión que, en su caso y previo cumplimiento de los requisitos legales, será garantizada por el Estado.

De igual forma regula la operación del ente encargado de prestar los servicios de seguridad social, que es el Instituto Mexicano del Seguro Social.



Código Civil.

Este código se trata de un conjunto de normas jurídicas que rigen los vínculos personales o patrimoniales entre personas privadas, ya sean personas físicas o jurídicas, tanto de carácter privado como público, su objetivo es proteger los intereses de la persona en el orden moral y patrimonial, además que comprende el derecho de las personas el derecho de las obligaciones y de contratos. Tomando los artículos más relevantes como el 1688, 2498 y 2552.

Ley de Arrendamiento.

El arrendamiento es el contrato en virtud del cual una de las partes se obliga a proporcionarle a otra el uso y goce de una cosa, durante cierto tiempo, y esta a pagar, como contraprestación un precio determinado.

La parte que proporciona el goce se llama arrendador y la parte que da el precio arrendatario. También se conoce con el nombre de inquilino cuando se trata de arrendamiento de casas, almacenes u otros edificios, y colonos cuando el goce radica en predio rústico. Esta tiene como objetivo regular los contratos entre el arrendador y el arrendatario

Ley y Reglamento del Servicio Público de Energía Eléctrica.

La venta de energía eléctrica se rige por la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, su reglamento, el manual de servicios al público en materia de energía eléctrica y las tarifas que aprueba la Secretaria de Hacienda y Crédito Público, misma que con la participación de las Secretarías de Energía y de Comercio y Fomento Industrial, y a propuesta de la Comisión Federal de Electricidad, fija las tarifas, su ajuste o reestructuración, de manera que tiendan a cubrir las necesidades financieras y las de ampliación del servicio público y el racional consumo de energía. El ajuste corresponderá a los casos en que solamente deban cambiarse las cuotas establecidas para los elementos de las tarifas; la modificación corresponderá a los casos en que varíe alguno de los elementos de la tarifa o la forma en que estos intervienen. La reestructuración corresponderá a los casos en que sea necesaria la adición o supresión de alguna o varias tarifas.



CAPITULO II

Estudio de Mercado



2.1 Estudio de Mercado.

Es útil para prever una política adecuada de precios, estudiar la mejor forma de comercializar el producto y contestar a la siguiente pregunta ¿Existe un mercado viable para el producto que se pretende elaborar?, Si la respuesta es positiva, el estudio continúa.

Si la respuesta es negativa, puede replantearse la posibilidad de un nuevo estudio más preciso y confiable; si el estudio hecho ya tiene esas características, lo recomendable sería detener la investigación.

Los objetivos del estudio de mercado son:

Ratificar la existencia de una necesidad insatisfecha en el mercado; determinar la cantidad de bienes o servicios provenientes de una nueva unidad de producción que la comunidad estaría dispuesta a adquirir a determinados precios; conocer cuáles son los medios que se emplean para hacer llegar los bienes y servicios a los usuarios, en donde de ser insostenible cualquiera de estos aspectos a nuestros objetivos, de entrada se tronaría la factibilidad del proyecto en cuestión.

Lógicamente la estructura de éste estudio tiene un orden el cual se esquematiza de la siguiente manera:

- En donde la investigación que se realice debe ser con información sistemática; el método de recopilación debe ser objetivo y no tendencioso; los datos recopilados siempre deben ser información útil, el objeto de la investigación siempre debe tener como objetivo final servir como base para tomar decisiones.
- En los estudios de mercado para un producto nuevo, muchos estudios no son aplicables, ya que el producto no existe, a cambio de esto, las investigaciones se realizan sobre productos similares ya existentes, para tomarlos como referencia en las siguientes decisiones aplicables a la evolución de un nuevo producto, o en estudios de laboratorio con grupos de control, lo cual de entrada es mucho más costoso



2.2 Elaboración de Cuestionario para la Encuesta.

Se realizó el estudio de mercado en el Barrio de Xochimilco, perteneciente al municipio de Oaxaca de Juárez, para determinar si es factible o no el desarrollo de este proyecto, para lo cual se llevó a cabo una encuesta de manera escrita que fue aplicada a personas mayores de 18 años, dicha encuesta consta de 9 preguntas, 6 de opción múltiple y las otras 3 de tipo abierto.

A continuación se muestra la encuesta que fue elaborada con un criterio de fácil comprensión y que despierte interés en los encuestados.

Cuestionario:

1.- ¿Con qué tipo de contrato de servicio de Energía eléctrica cuenta?

Residencial _____ Comercial

2.- ¿Existen interrupciones del servicio de energía eléctrica?

Si _____ No

Con que regularidad. _____

3.- ¿Conoce cuales son las principales razones de la interrupción del servicio de energía eléctrica?

Si _____ No

Cuales son: _____



4.- ¿Cuales son las afectaciones que le causa este problema?

5.- Qué opina de la Red eléctrica aérea (postes, cables)

6.- Considera que la Red Aérea existente (poste, cables, transformadores) representan un peligro para su seguridad

Si _____ No _____

¿Por qué? _____

7.- ¿Sabe usted que es una Red Eléctrica Subterránea?

Si _____ No _____

8.- ¿Conoce las ventajas que ofrece una Red Eléctrica Subterránea?

Si _____ No _____

9.- Una vez conocida las ventajas de la Red Eléctrica Subterránea ¿le gustaría que pudiera implementarse en su localidad?

Si _____ No _____

Por qué: _____



2.3 Cálculo de la Muestra.

El barrio de Xochimilco cuenta con una población de 1245 habitantes, de los cuales se tomaron en consideración solo a los usuarios (los que tiene contrato con la empresa suministradora de energía eléctrica CFE) que representan 249 habitantes, para la obtención de los datos más importantes al realizar esta encuesta.

Formula 2.1

$$INT = X \pm \frac{Z\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$\varepsilon = \frac{Z\sigma}{\sqrt{n}}$$

$$n = \left[\frac{Z\sigma}{\varepsilon}\right]^2$$

Formula 2.2

Tamaño de la muestra

$$s = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Donde:

S= Estimación puntual

σ = desviación estándar de la muestra

n = numero de la muestra

N= Numero de Usuarios.*

\hat{p} =Proporción de la muestra

\hat{q} =Probabilidad de fracaso en la muestra

ε =Error máximo probable aceptado

Z= nivel de confianza deseado



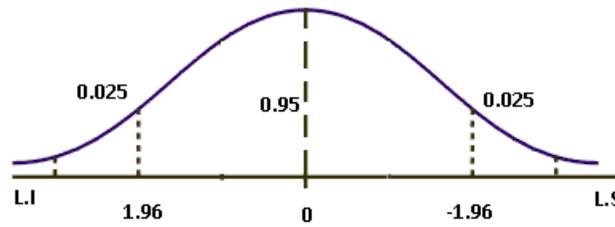
Formula 2.3

$$\varepsilon = z \sqrt{\frac{\hat{p} \hat{q}}{n}}$$

$$\varepsilon \sqrt{n} = Z \sqrt{\hat{p} \hat{q}}$$

$$\sqrt{n} = \frac{Z \sqrt{\hat{p} \hat{q}}}{\varepsilon}$$

$$n = \frac{Z^2 (\hat{p} \hat{q})}{\varepsilon^2}$$



\bar{x} - Media (concentración máxima)
 σ - Símbolo de la desviación estándar

Figura 2.1 Grafica de Gauss

Como se conoce el tamaño de la población entonces se aplica la siguiente fórmula:

Formula 2.4

$$n = \frac{Z^2 \hat{p} \hat{q} N}{N \varepsilon^2 + Z^2 \hat{p} \hat{q}}$$

Donde

n = es el tamaño de la muestra;

Z = es el nivel de confianza;

p = es la variabilidad positiva;

q = es la variabilidad negativa;

N = es el tamaño de la población;

E = es la precisión o el error.



Sustituyendo tenemos que:

$$n = \frac{(1.96)^2(0.5)(0.5)(249)}{(249)(0.05)^2 + (1.96)^2(0.5)(0.5)}$$

$$n = 151.070 \approx 151$$

Formula 2.5

La ventaja sobre la primera fórmula es que al conocer exactamente el tamaño de la población, el tamaño de la muestra resulta con mayor precisión y se pueden incluso ahorrarse recursos y tiempo para la aplicación y desarrollo de una investigación.

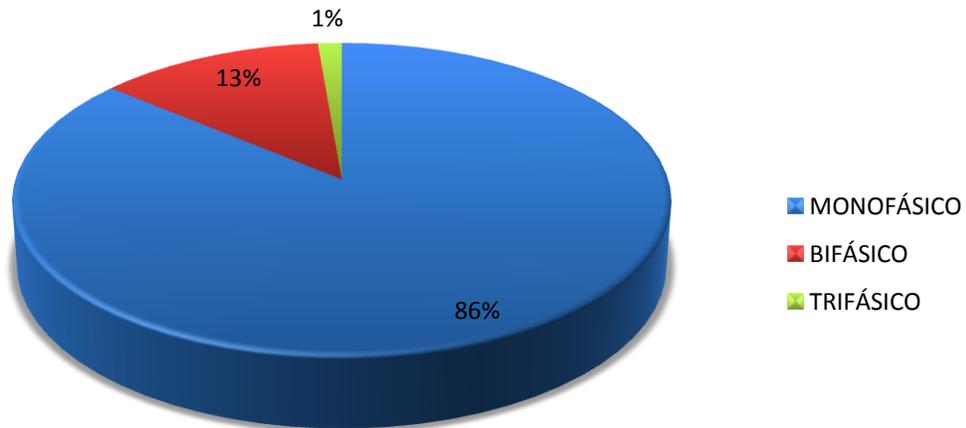
*** Con lo anterior se tiene que con una encuesta realizada a 151 usuarios se determinara como satisfactoria.**



2.4 Graficas de Muestreo.

A continuación se muestran los resultados de la encuesta ilustrando de manera grafica el punto de vista de las personas sobre cada pregunta.

1.- ¿Con que Tipo de Servicio Cuenta?

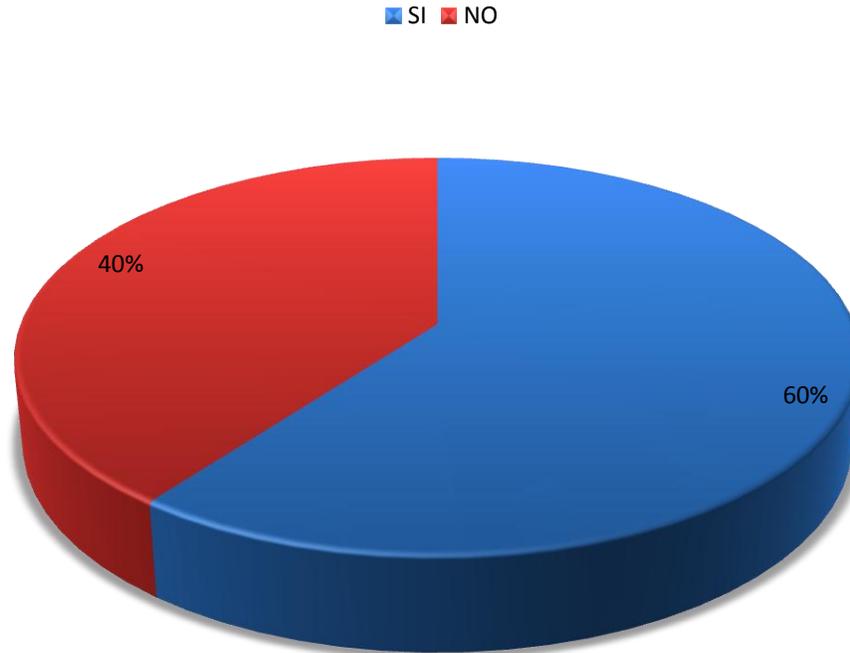


Grafica 2.1

La respuesta a esta pregunta nos determina que en la mayoría de la zona del Barrio de Xochimilco el tipo de servicio con que se cuenta en su mayoría es Monofásica.



2.- ¿Existen Interrupciones del Servicio de Energía Eléctrica?

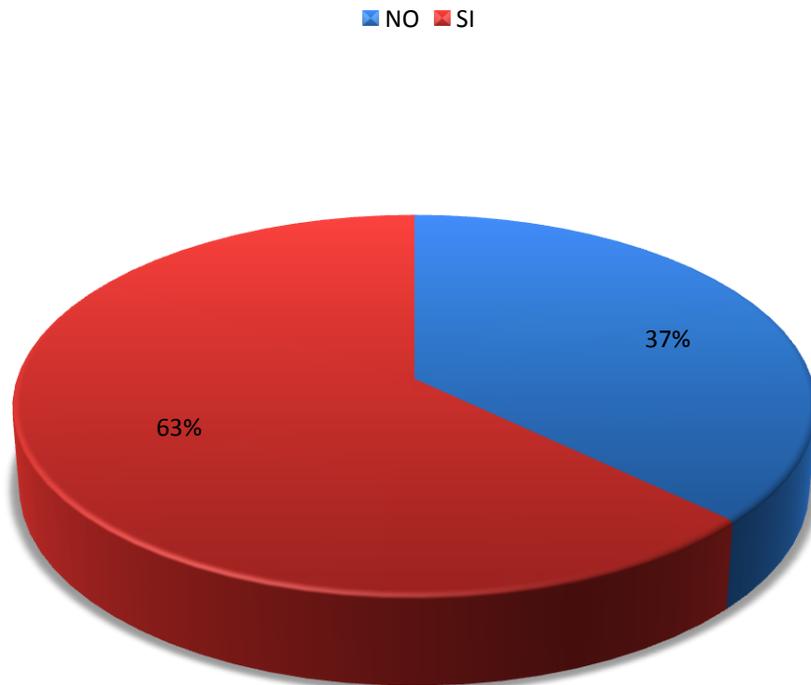


Grafica 2.2

En esta grafica se observa que la mayor parte de la población sufre interrupciones frecuentes en el suministro de energía Eléctrica.



3.- ¿Conoce cuales son las Razones de la Interrupción del Servicio de Energía Eléctrica?



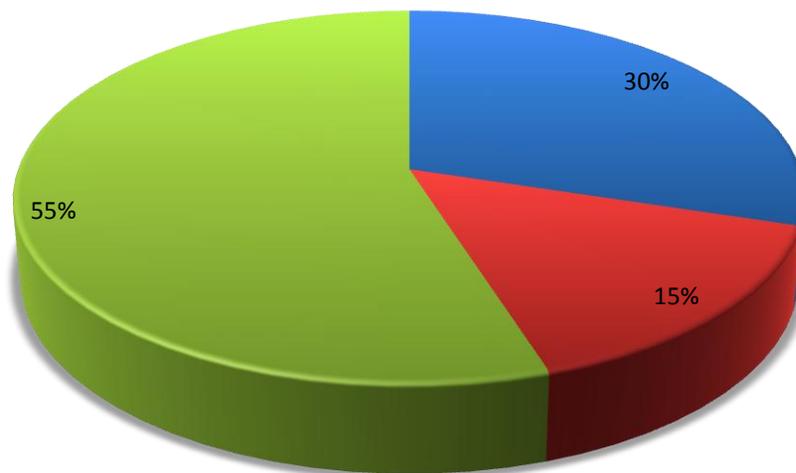
Grafica 2.3

En esta grafica nos podemos dar cuenta que los usuarios conocen cuáles son las causas de la interrupción en el servicio de energía eléctrica.



¿Cuáles son?

- CLIMATOLÓGICOS
- MAL SERVICIO
- EQUIPO ES VIEJO (CABLES, POSTES, TRANSFORMADORES)



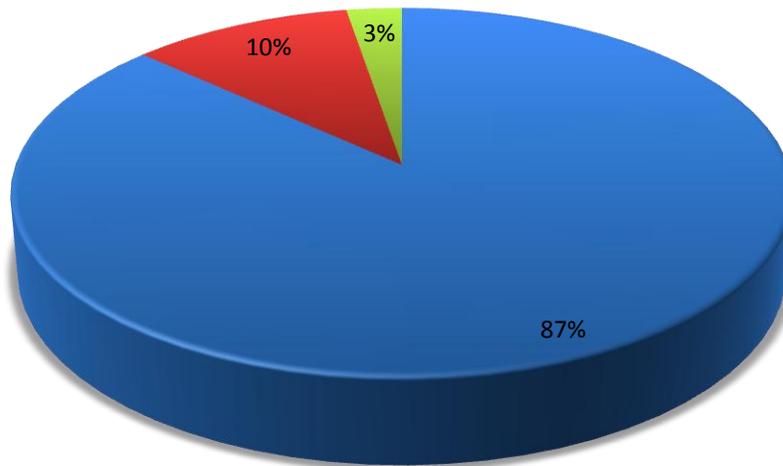
Grafica 2.4

La siguiente Grafica muestra cuales son las causas de la interrupción de energía el cual en su mayoría se ve afectado por que el equipo de la Red Aérea está deteriorada.



4.- ¿Cuales son las Afectaciones que le causa este Problema?

- INACTIVIDAD DOMESTICA ■ INACTIVIDAD COMERCIAL
- INACTIVIDAD INDUSTRIAL



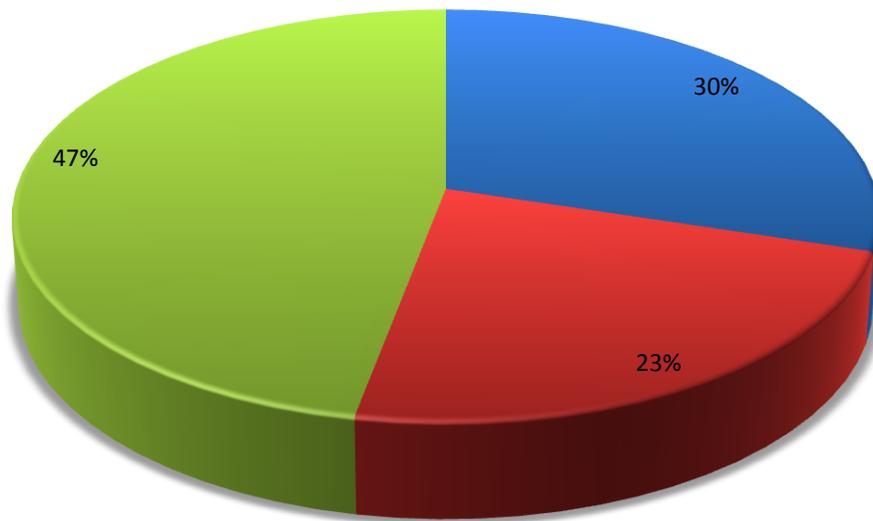
Grafica 2.5

En esta grafica se observan que la interrupción en el suministro de energía afecta las actividades diarias de los usuarios en su mayoría domesticas, seguidas por las comerciales e industriales



5.- ¿Qué opina de la Red Eléctrica Aérea (Postes, Cables)?

■ BUENA ■ REGULAR ■ MALA

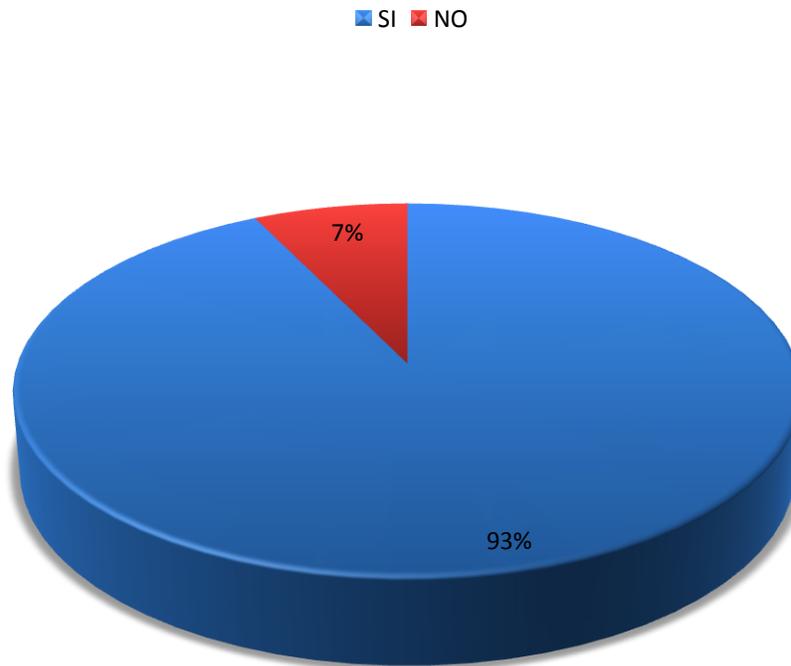


Grafica 2.6

Esta Grafica observamos que la mayor parte de la población considera que Red de Distribución Aérea existente se encuentra en malas condiciones.



6.- ¿Considera que la Red Aérea Existente (Poste, Cables, Transformadores) Representan un Peligro para su Seguridad?



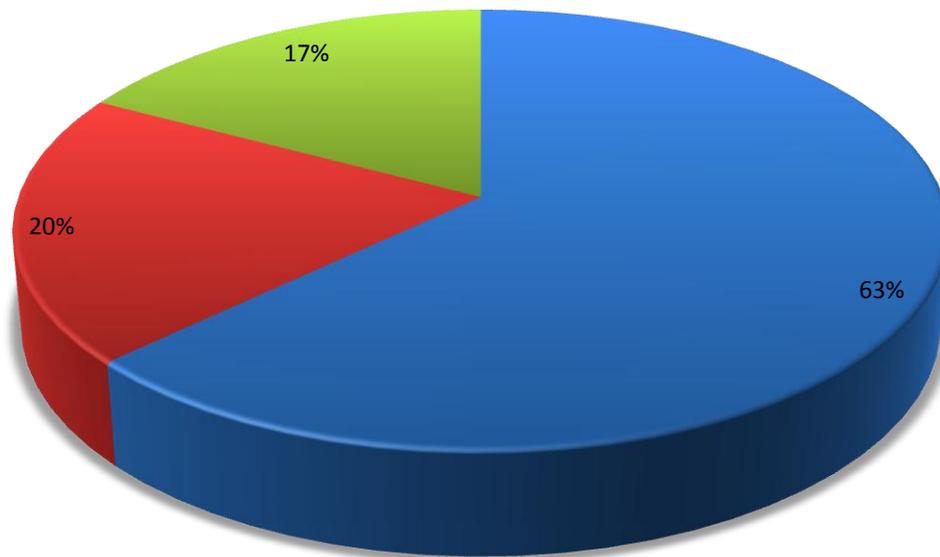
Grafica 2.7

La siguiente Grafica muestra que la población considera que la Red representa un peligro para su seguridad así como para su familia.



¿Por qué?

■ INSTALACIONES VIEJAS ■ LÍNEAS ATRAVESANDO PREDIOS ■ CABLES A BAJA ALTURA

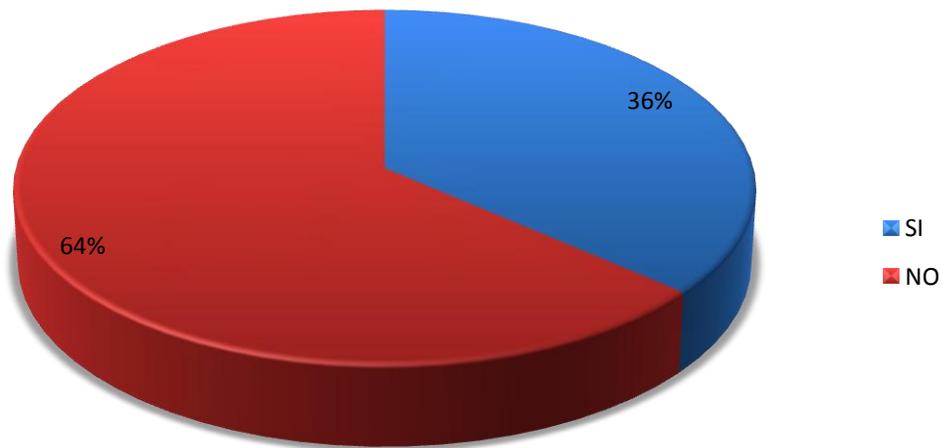


Grafica 2.8

Esta Grafica representa cuales son los peligros que representan las Redes Aéreas las cuales son por estar en su mayoría por estar viejas.



7.- ¿Sabe usted que es una Red Eléctrica Subterránea?

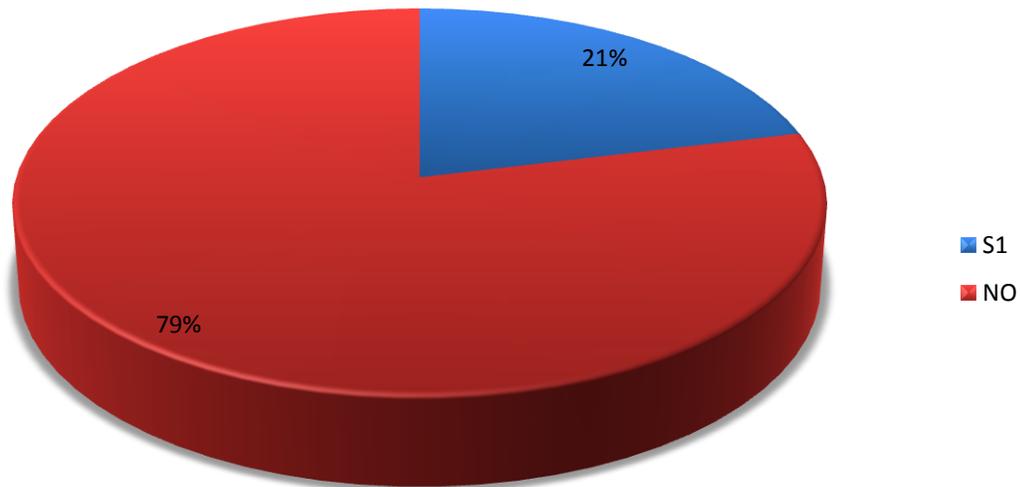


Grafica 2.8

La mayoría de los usuarios aun desconocen que es una Red Eléctrica Subterránea



8.- ¿Conoce las Ventajas que ofrece una Red Eléctrica Subterránea?



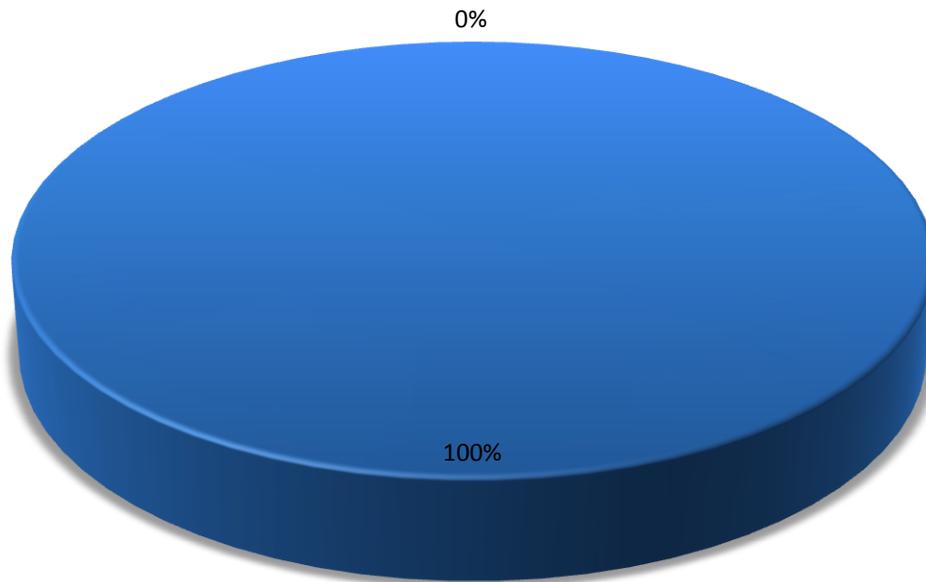
Grafica 2.9

Esta Grafica puede mostrarnos que comúnmente se desconocen cuáles son las ventajas que ofrece una Red de Distribución Aérea.



**9.- Una Vez conocida las Ventajas de la Red Eléctrica Subterránea
¿Le gustaría que pudiera implementarse en su Localidad?**

■ SI ■ NO



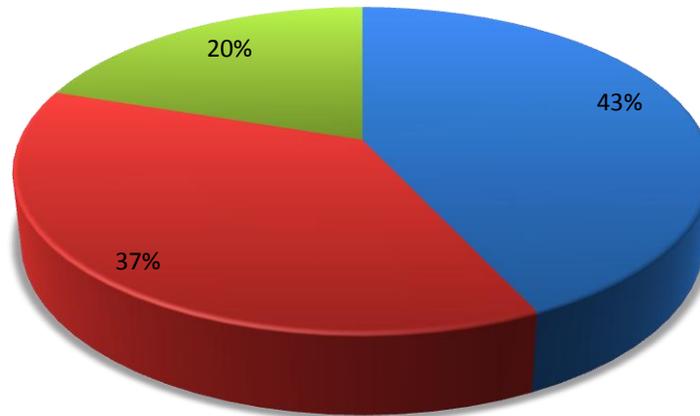
Grafica 2.10

En la última pregunta pudimos explicar más detalladamente cuales son las ventajas que ofrece una Red de Distribución Subterránea, dándonos como resultado una respuesta favorable para poder implementarla en su localidad.



¿Por qué?

- MEJOR SERVICIO
- LOCALIDAD LIMPIA Y MAS BONITA
- SEGURIDAD PARA LOS CONDUCTORES Y FAMILIAS



Grafica 2.11

Al conocer los usuarios mejor las ventajas de la Red Subterránea la mayoría decidió que sería porque ofrece un mejor servicio en la entrega de Energía Eléctrica sin dejar de lado la seguridad así como la limpieza visual que ofrece la misma.

***Una vez realizado este estudio llegamos a la conclusión de que la mayoría de los usuarios están en desacuerdo con la Red Aérea existente que suministra la Energía Eléctrica, por las afectaciones en seguridad, pérdidas económicas así como el mal aspecto visual que le da al Barrio y están completamente de acuerdo en implementar una red de distribución subterránea una vez conocida sus ventajas la cual se les dio a conocer a través de este estudio.**



Capítulo III

Planeación Del Proyecto



3.1 Ruta Crítica.

Introducción.

Es un proceso administrativo (planeación, organización, dirección y control) de todas y cada una de las actividades componentes de un proyecto que debe desarrollarse durante un tiempo crítico y costo óptimo.

La aplicación potencial del método de la ruta crítica, debido a su gran flexibilidad y adaptación, abarca desde los estudios iniciales para un proyecto determinado, hasta la planeación y operación de sus instalaciones. A esto se puede añadir una lista indeterminable de posibles aplicaciones de tipo específico.

Así, podemos afirmar que el método de la ruta crítica es aplicable y útil en cualquier situación en la que se tenga que llevar a cabo una serie de actividades relacionadas entre sí para alcanzar un objetivo determinado.

El método es aplicable en tareas tales como: construcción, estudios económicos, planeación de carreras universitarias, censos de población, estudios técnicos, etc.



3.1.1 Metodología.

El método de la ruta crítica consta básicamente de dos ciclos:

1. Planeación y programación
2. Ejecución y Control

El primer ciclo termina hasta que todas las personas directoras o responsables de los diversos procesos que intervienen en el proyecto están plenamente de acuerdo con el desarrollo, tiempos, costos, elementos utilizados, coordinación, etc., tomando como base la red de camino crítico diseñada al efecto.

Al terminar la primera red, generalmente hay cambios en las actividades componentes, en las secuencias, en los tiempos y algunas veces en los costos, por lo que hay necesidad de diseñar nuevas redes hasta que exista un completo acuerdo de las personas que integran el grupo de ejecución.

El segundo ciclo termina al tiempo de hacer la última actividad del proyecto y entre tanto existen ajustes constantes debido a las diferencias que se presentan entre el trabajo programado y el realizado.

Será necesario graficar en los esquemas de control todas las decisiones tomadas para ajustar a la realidad el plan original. Con objeto de entender este proceso, se presenta la figura 1.

Considerando que el principal objetivo de este trabajo consiste en establecer la metodología de la construcción de la red del camino crítico se abarcará únicamente el primer ciclo, con objeto de presentar la elaboración de la red del camino crítico y entienda sus ventajas y limitaciones.

El primer ciclo se compone de las siguientes etapas: definición del proyecto, lista de actividades, matriz de secuencias, matriz de tiempos, red de actividades, costos y pendientes, compresión de la red, limitaciones de tiempo, de recursos económicos, matriz de elasticidad.



3.1.2 Etapas de la Ruta Crítica.

Para utilizar el método de Ruta Crítica se necesita seguir los siguientes pasos:

1. Definir el proyecto con todas sus actividades o partes principales.
2. Establecer relaciones entre las actividades. Decidir cuál debe comenzar antes y cuál debe seguir después.
3. Dibujar un diagrama conectando las diferentes actividades en base a sus relaciones de precedencia.
4. Definir costos y tiempo estimado para cada actividad.
5. Identificar la trayectoria más larga del proyecto, siendo ésta la que determinará la duración del proyecto (Ruta Crítica).
- 6.- Utilizar el diagrama como ayuda para planear, supervisar y controlar el proyecto.

3.1.3 Planeación del Proyecto.

Lista de actividades.

Es la relación de actividades físicas o mentales que forman procesos interrelacionados en un proyecto total. No es necesario que las actividades se listen en orden de ejecución, aunque si es conveniente porque evita que se olvide alguna de ellas. Sin embargo, las omisiones de las actividades se descubrirán más tarde al hacer la red correspondiente.

Es conveniente numerar progresivamente las actividades para su identificación y en algunos casos puede denominarse en clave, no es necesario indicar la cantidad de trabajo ni las personas que la ejecutarán. En términos generales, se considerará actividad a la serie de operaciones realizadas por una persona o grupo de personas en forma continua, sin interrupciones, con tiempos determinables de iniciación y terminación.



En relación al “Cambio de una red de distribución aérea por una red de distribución subterránea en el barrio de Xochimilco en el municipio de Oaxaca de Juárez”, se procede a elaborar una lista de todas y cada una de las actividades que deben realizarse para poder terminar dicho proyecto.

| Núm. | ACTIVIDAD | DESCRIPCIÓN |
|------|-----------|--|
| 1 | A | Descripción de las instalaciones actuales. |
| 2 | B | Delimitación del área a sustituir. |
| 3 | C | Localización de la alimentación de las redes existentes. |
| 4 | D | Identificación y clasificación de usuarios. |
| 5 | E | Proyección subterránea de la red eléctrica. |
| 6 | F | Elaboración de tarjetas de precios unitarios. |
| 7 | G | Selección de la empresa que elaborara la cotización de los permisos ambientales. |
| 8 | H | Estimación del tiempo de la Ejecución del Obra |
| 9 | I | Elaboración del presupuesto de mano de obra y materiales. |

LISTA DE ACTIVIDADES

TABLA 3.1



3.1.4 Antecedentes y Secuencias.

Mediante esta matriz conocemos el tiempo de duración de cada actividad del proyecto. El método de la ruta crítica utiliza únicamente un tipo de estimación de duración, basada en la experiencia obtenida con anterioridad mediante una actividad X.

Para asignar el tiempo de duración de una actividad debemos basarnos en la manera más eficiente para terminarla de acuerdo con los recursos disponibles. Tanto la Matriz de Secuencias como la Matriz de Tiempos se reúnen en una sola llamada Matriz de información, que sirve para construir la Red Medida.

La tabla de Matriz de antecedentes y secuencias permite interrelacionar las actividades indicando cuáles deberán ser elaboradas antes o después según la secuencia del desarrollo del proyecto.

Se tiene la siguiente tabla de matrices:

| ACTIVIDAD | TIEMPO | PREDECESOR INMEDIATO |
|-----------|--------|----------------------|
| A | 6 | ----- |
| B | 6 | A |
| C | 4 | A, B |
| D | 10 | A |
| E | 30 | B, C, D |
| F | 5 | E |
| G | 4 | E |
| H | 4 | E |
| I | 21 | H, F, G |

Matriz de antecedentes y Secuencias.

Tabla 3.2



3.1.5 Diagrama de la Ruta Crítica por el Método de Nodos.

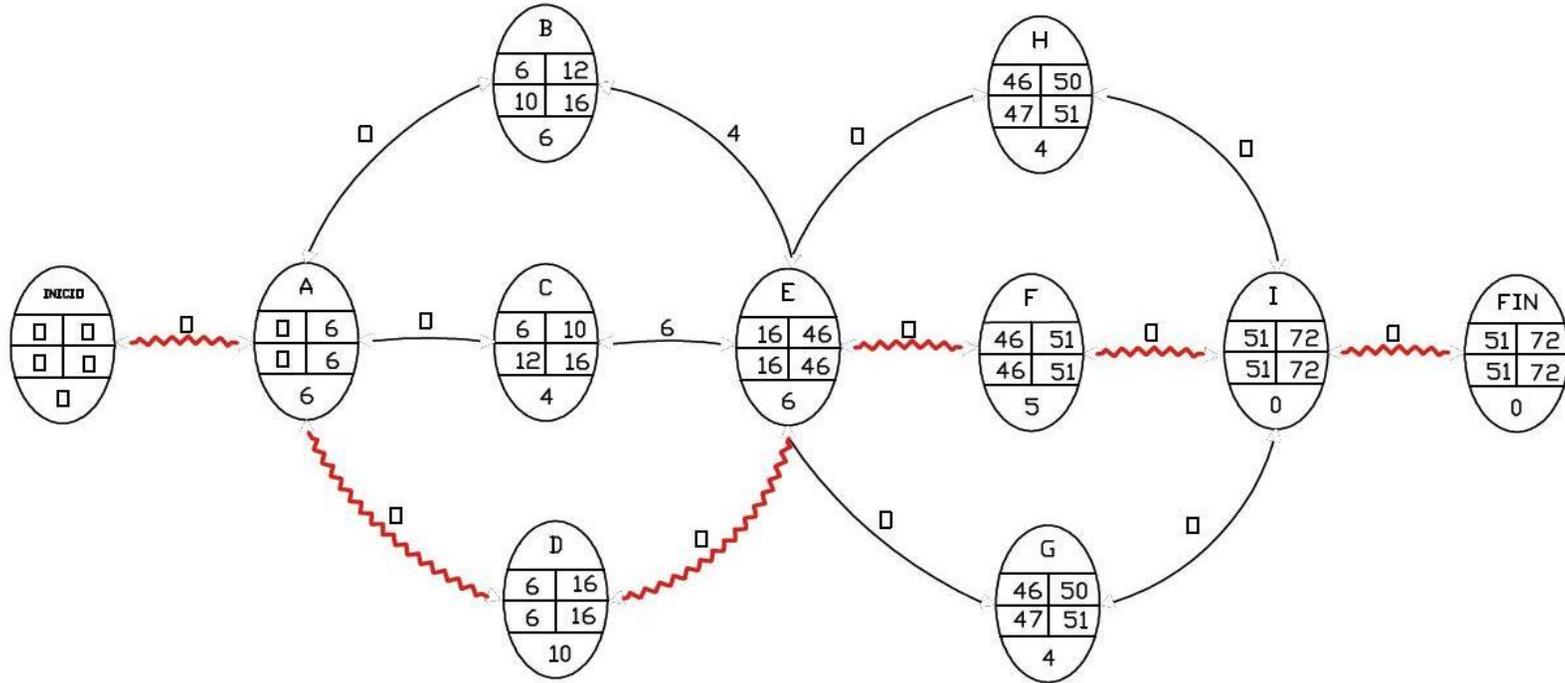


Figura 3.3

*Mediante el método de la ruta crítica se pudo determinar el camino más corto para poner en desarrollo el proyecto determinado así por las siguientes actividades:

RC = A, D, E, F, I

Teniendo así un desarrollo muchos rápido medido en un tiempo mucho más pequeño.



3.1.6 Diagrama de Gantt.

El gráfico de Gantt permite identificar la actividad en que se estará utilizando cada uno de los recursos y la duración de esa utilización, de tal modo que puedan evitarse periodos ociosos innecesarios y se dé también al administrador una visión completa de la utilización de los recursos que se encuentran bajo su supervisión.

| Diagrama de Gantt | | | |
|---|-------------------|-----------|-------------------|
| Tareas | Fecha Inicial. | Duración. | Fecha Final. |
| Descripción de las instalaciones actuales. | 01/06/2011 | 6 | 07/06/2011 |
| Delimitación del área a sustituir. | 11/06/2011 | 6 | 17/06/2011 |
| Localización de la alimentación de las redes existentes. | 21/06/2011 | 4 | 25/06/2011 |
| Identificación y clasificación de usuarios. | 01/07/2011 | 10 | 11/07/2011 |
| Proyección subterránea de la red eléctrica. | 11/07/2011 | 30 | 10/08/2011 |
| Elaboración de tarjetas de precios unitarios. | 21/07/2011 | 5 | 26/07/2011 |
| Selección de la empresa que elaborara la cotización de los permisos ambientales. | 31/07/2011 | 4 | 04/08/2011 |
| Estimación del tiempo de la Ejecución del Obra | 10/08/2011 | 4 | 14/08/2011 |
| Elaboración del presupuesto de mano de obra y materiales. | 20/08/2011 | 21 | 10/09/2011 |

Tabla de Fechas

Fig. 3.4



Diagrama de Gantt

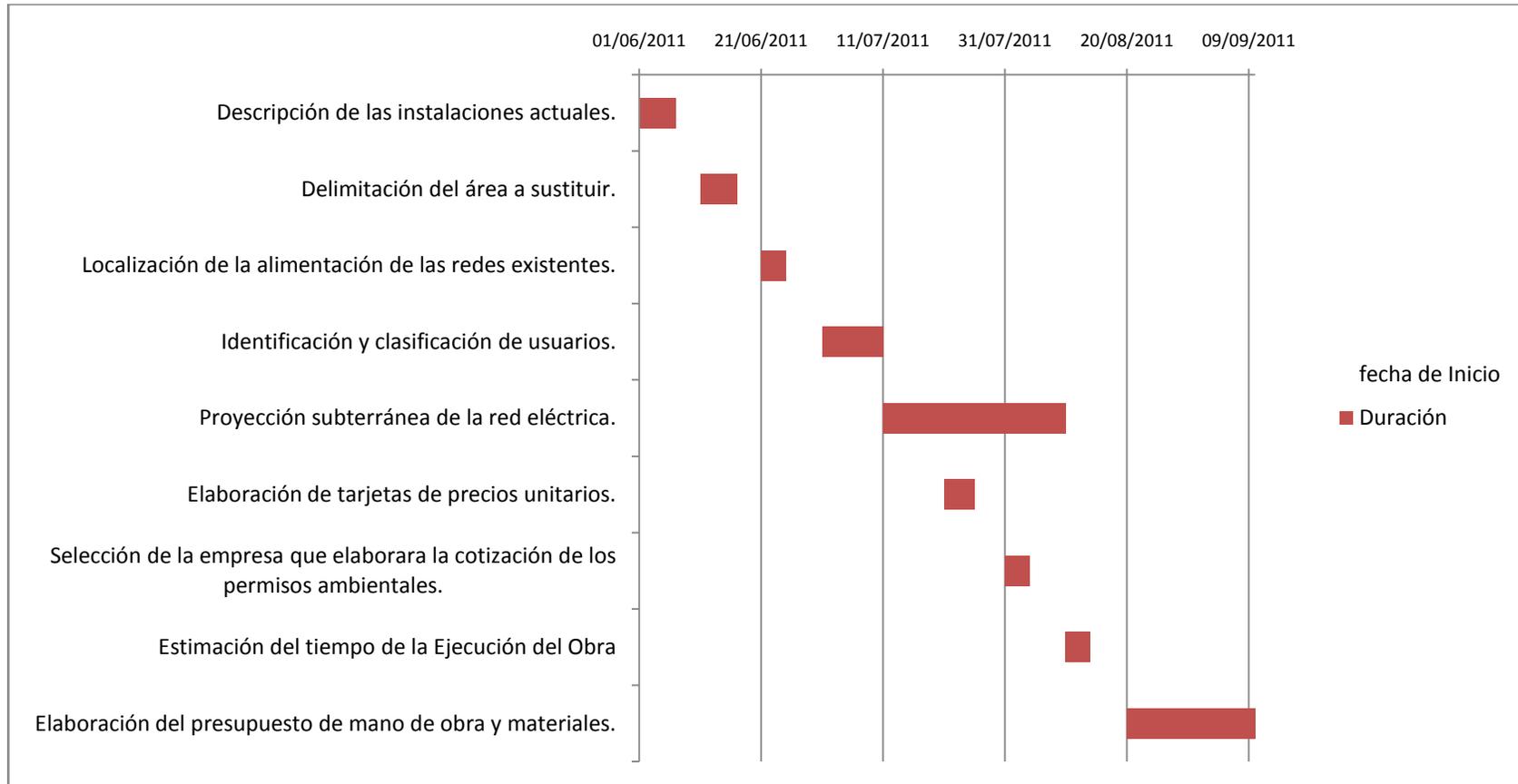


Diagrama de Gantt

Figura 3.5



3.2. Matriz de Tiempos.

Se procede a elaborar la correspondiente a los tiempos estimados para la realización de cada actividad programada y así obtener la duración total de un proyecto. Tiempo óptimo (t_a) representa el mínimo posible de consumir la actividad. Tiempo Normal (t_m) es el que en condiciones normales se necesita para la ejecución de las actividades programadas. Tiempo pésimo (t_b) es el máximo necesario para realizar la actividad si todo saliera mal. El Tiempo estándar (t_e) está dado por la ecuación:

$$\text{Media} \quad t_a = \frac{a_{ij} + 4m_{ij} + b_{ij}}{6} \quad \text{FORMULA 3.1}$$

| ACTIVIDAD | m_{ij} | a_{ij} | b_{ij} | t_{ij} | σ^2_{ij} |
|-----------|----------|----------|----------|----------|-----------------|
| A | 6 | 4 | 8 | 6* | 0.4444 |
| B | 6 | 4 | 8 | 6 | 0.4444 |
| C | 4 | 2 | 6 | 4 | 0.4444 |
| D | 10 | 5 | 15 | 10* | 2.778 |
| E | 30 | 12 | 36 | 28* | 16 |
| F | 5 | 3 | 7 | 5* | 0.4444 |
| G | 4 | 2 | 6 | 4 | 0.4444 |
| H | 4 | 2 | 6 | 4 | 0.4444 |
| I | 21 | 10 | 26 | 20* | 7.1111 |

Matriz de tiempos.

TABLA 3.6

$$t_A = \frac{4 + 4(6) + 8}{6} = 6$$

$$t_B = \frac{4 + 4(6) + 8}{6} = 6$$

$$t_C = \frac{2 + 4(4) + 6}{6} = 4$$

$$t_D = \frac{5 + 4(10) + 15}{6} = 10$$

$$t_E = \frac{12 + 4(30) + 36}{6} = 28$$

$$t_F = \frac{3 + 4(5) + 7}{6} = 5$$

$$t_G = \frac{2 + 4(4) + 6}{6} = 4$$

$$t_H = \frac{2 + 4(4) + 6}{6} = 4$$

$$t_I = \frac{10 + 4(21) + 25}{6} = 20$$



3.2.1 Calculo de la Varianza

Para conocer los intervalos del proyecto es necesario calcular la varianza y

está dada por
$$\sigma^2 = \frac{(bij - aij)^2}{36}$$
 FORMULA 3.2

$$\sigma_A^2 = \frac{(8 - 4)^2}{36} = 0.44444$$

$$\sigma_B^2 = \frac{(8 - 4)^2}{36} = 0.44444$$

$$\sigma_C^2 = \frac{(6 - 2)^2}{36} = 0.44444$$

$$\sigma_D^2 = \frac{(15 - 5)^2}{36} = 2.77778$$

$$\sigma_E^2 = \frac{(36 - 12)^2}{36} = 16$$

$$\sigma_F^2 = \frac{(7 - 3)^2}{36} = 0.44444$$

$$\sigma_G^2 = \frac{(6 - 2)^2}{36} = 0.44444$$

$$\sigma_H^2 = \frac{(6 - 2)^2}{36} = 0.44444$$

$$\sigma_I^2 = \frac{(26 - 10)^2}{36} = 7.11111$$

Se tiene entonces que la varianza y la desviación estándar de la duración esperada del proyecto está dada por:

$$\sigma_p^2 = \sqrt{\sum \sigma^2}$$
 FORMULA 3.3

$$\sigma_p^2 = 26.7779$$

Donde:

L.I= Límite inferior

$$L.S = 69 + 1.96\sqrt{26.7779} = 69 + 10.1424 = 79.1424$$

L.S = Límite superior

$$L.I = 69 - 1.96\sqrt{26.7779} = 69 - 10.1424 = 59.1424$$

La probabilidad de que el proyecto se termine antes de una duración dada t_p está dada por:

$$L.I \leq \mu_p \leq L.S$$
 FORMULA 3.4

$$59.1424 \leq \mu_p \leq 79.1424$$

*Podemos concluir que el tiempo mínimo en que terminaremos el proyecto es de 60 días y el tiempo máximo es de 80 días.



3.3 Construcción de Media y Baja Tensión Subterránea.

▪ Obra Civil.

Existen diferentes tipos de terrenos en los cuales son aplicables las presentes especificaciones.

Tabla 2. Tipos de terrenos en los cuales es aplicable la construcción en media y baja tensión subterránea

| TIPO DE TERRENO | CONSIDERACIONES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA CIVIL |
|---------------------------------|--|
| Terreno Blando Y Normal. | Se puede utilizar como relleno, retirando únicamente las capas con contenido orgánico para evitar la expansión del relleno. |
| Duro Y Rocoso. | Para utilizar este material como relleno, es necesario eliminar las rocas con tamaños mayores a ¾", y eliminar las capas con contenido orgánico. |
| Piedra. | Este material no se debe utilizar como relleno, a menos que la excavación se efectuó con zanjadora, la cual deja un material de grano propicio para la compactación, en caso contrario se utilizara material de banco para los rellenos. |
| Con Alto Nivel Freático. | Se puede utilizar producto de excavación que no contenga piedra en tamaños mayores a ¾" Ø y libre de contenido orgánico. |
| Nivel Freático Muy Alto. | Se considera terreno con nivel freático muy alto donde el agua este a 85 cm del nivel de piso o menos. |
| Terrenos Inestables. | Se excavará hasta encontrar estratos donde se tenga la firmeza de terreno suficiente para poder compactar, se utilizara material de banco para rellenar y compactar hasta el nivel de la instalación. |

Tipos de Terreno.

TABLA 3.7



3.3.1 Canalización a Cielo Abierto.

A) 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, se debe coordinar con la supervisión de la CFE a fin de determinar una solución a la intersección.

Para lugares donde se detecte la presencia de registros telefónicos, agua, etc., y no se cuente con información que permita conocer su trayectoria y características, se recomienda efectuar tres sondeos máximos por cuadra preferentemente donde se construirán los registros, con el fin de planear el nuevo trazo si fuese necesario.

El trazo de la trinchera se hará con pintura sobre banquetas y con cal sobre terracerías al igual que la ubicación de registros, pozos de visita y bases para equipo.

Si la construcción se realiza en la 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 accesorios.

Por ningún motivo se debe compartir o conectar la Obra Civil de la CFE con cualquier otro servicio, como drenaje pluvial, aguas negras u otras instalaciones.



B) Señalización y Protecciones.

Antes de iniciar los trabajos de excavación, se debe contar con la señalización necesaria a través de avisos de precaución para proteger las áreas de trabajo, principalmente en zonas peatonales y pasos vehiculares, procurando no entorpecer la circulación, instalando tarimas y placas de acero respectivamente sobre las zanjas. Durante la noche se debe contar con señalización luminosa a una distancia adecuada, así como con barreras, que podrán hacerse de madera y cinta indicadora de peligro, limitando la zona de trabajo en áreas peatonales.

C) Excavación de Zanja.

La excavación se puede llevar a cabo por medios manuales, principalmente en donde se presenten materiales sueltos como arena o de aglomerado como tepetate, arcilla, etc.

La excavación por medios mecánicos no es muy recomendable en lugares donde existan otras instalaciones de servicio tales como: teléfono, agua potable, drenaje, alumbrado público, gas, etc. ya que existe la posibilidad de ocasionar algún daño. Las dimensiones de la zanja dependen del tipo de banco de ductos a instalar, de acuerdo a las Normas de Distribución, Construcción de Líneas Subterráneas. 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 además, para evitar derrumbes y accidentes.

La zanja debe estar limpia, libre de basura y derrumbes, la plantilla nivelada y compactada al 90% PROCTOR*, humedeciendo piso y taludes antes del colado debiendo ser este monolítico en tramos definidos, por ejemplo entre registros.

En los casos que por alguna razón no pueda efectuarse el colado monolítico de registro a registro, por ser un volumen considerable de concreto, se deberá dejar una preparación en corte a 45 grados procurando que el siguiente colado se realice dentro de las siguientes 72 horas.



D) Banco de Ductos.

Los ductos de PVC tipo conduit servicio pesado y de PADC, con campana integrada o con coplee, deben garantizar una unión hermética. En los Planos de Proyecto de Obra Civil, se indicará el diámetro, número de ductos y profundidad conforme a las Normas, así mismo se incluye como alternativa la utilización de ducto de PAD, el cual debe ser de una pieza entre registros y su instalación será conforme a las Normas. Para conservar una distancia uniforme entre ductos de PVC, se deben utilizar separadores según las Normas de la CFE, estos podrán ser de fibra de vidrio, plástico, espuma de poliuretano o varilla (siempre y cuando no se cierre el circuito magnético), colocados a una distancia de 3 metros.

Cuando se utilicen tubos de PVC, estos deberán quedar alineados evitando las deflexiones, en todos los cambios de dirección en proyección horizontal se utilizarán registros o pozos de visita, igualmente en los cambios verticales que indique el proyecto. Finalmente debe verificarse que no exista alguna obstrucción dentro de los ductos, mediante la utilización del accesorio para limpieza (ratón).

Cuando se utilicen bancos de ductos con tubos de PAD o PADC, se deben colocar directamente enterrados, dejando las separaciones y profundidades indicadas en los croquis constructivos, utilizando una cinta de advertencia en la parte superior del banco, respetando los grados de compactación, se podrá utilizar producto de excavación si no contiene arcillas expansivas, y un boleo mayor a $\frac{3}{4}$ " (19 mm).

Cuando se empleen tubos de PAD se utilizará solamente una RD de 17 bajo banqueta y una RD de 13.5 bajo arroyo. Cuando se empleen ductos de PAD o PADC, únicamente se instalarán separadores en el banco de ductos a dos metros del registro, en ningún caso se aceptarán cruces longitudinales de ductos.

En terrenos con nivel freático muy alto, se utilizarán ductos de PAD o PADC en tramos continuos entre registro y registro. No se permite el uso de coples.



E) Vaciado de Concreto en Banco de Ductos.

Antes de iniciar el vaciado de concreto, se debe taponear provisionalmente los ductos en los extremos, con estopa, yeso y una agarradera de alambre recocido, para ser retirado con facilidad, para evitar que el concreto penetre dentro del ducto. En terrenos corrosivos con alto contenido de sales y sulfatos no se debe enterrar directamente el neutro corrido multiaterrizado.

En terrenos con ambiente marino y/o suelos salitrosos se debe utilizar cemento tipo II, IP o V según la NOMC-1. En bancos de ductos localizados bajo banquetas, se debe utilizar concreto $f'c=4903.325$ kPa (50 kg/cm) de fraguado normal, con un revenimiento de 14 ± 2 cm y tamaño máximo de agregado de 19.1mm (3/4"). En bancos de ductos ubicados bajo arroyo, se debe utilizar un concreto $f'c= 9806.65$ kPa (100 kg/cm) con características físicas iguales al anterior. El concreto debe compactarse o vibrarse de tal manera que se asegure el perfecto acomodamiento y eliminación de vacíos.

F) Suministro de Material para Relleno (Producto de Banco).

Cuando por alguna razón sea necesario suministrar material para relleno producto de banco, este debe ser material inerte y libre de arcillas expansivas. La aprobación de este material se debe determinar por medio de muestras y pruebas obtenidas del banco de material, por cualquier laboratorio autorizado por la CFE, el cual dictaminará por escrito su empleo como relleno.



G) Suministro de Material para Relleno (Producto de Banco).

El relleno debe efectuarse en capas no mayores de 15 cm de espesor, con la humedad óptima para obtener una compactación del 90% PROCTOR en áreas de banquetas

En arroyo de calle el grado de compactación será como sigue:

- a) Se compactará al 95% PROCTOR, la capa de 15 cm de espesor adyacente a la carpeta de rodamiento, este relleno estará sustentado en un relleno previamente compactado al 90% PROCTOR, cuidando de evitar la ruptura de los ductos o cualquier otra instalación.
- b) Podrá efectuarse por medios manuales o mecánicos, este último debe ser autorizado por la supervisión quedando bajo responsabilidad del contratista todos los daños que pudiese ocasionar. En forma periódica, se revisarán las compactaciones en los puntos que la supervisión considere convenientes por medio de un laboratorio autorizado por la CFE.
- c) Los resultados deben entregarse por escrito a la brevedad posible a la supervisión, si las pruebas de compactación cumplen con la especificación, la supervisión dará su autorización para que se continúen las siguientes etapas de construcción, quedando asentado en la bitácora.
- d) La cota de terminación y nivelación de estos trabajos debe ser la indicada para recibir la reposición de banquetas o pavimentos. Para el relleno se podrá utilizar material producto de la excavación si este no contiene materia orgánica o expansiva y que no contenga boleo mayor a $\frac{3}{4}$ ". En su defecto se empleará material de banco.
- e) En cualquier caso el material debe ser analizado por el laboratorio autorizado por la CFE.



3.3.2 Consideraciones Generales.

- Los circuitos deben seguir una trayectoria que vaya a lo largo de las aceras, camellones, periferia de zonas verdes y andadores.
- Cuando se utilicen tubos de PVC se deben instalar separadores para los tubos a cada tres metros en toda la trayectoria de los bancos de ductos.
- La colocación, el ancho y la profundidad del banco de ductos, deben cumplir con lo establecido en estas Normas.
- Invariablemente debe instalarse en toda la trayectoria del banco de ductos una cinta de advertencia ubicándola en la parte superior del banco de ductos.
- En bancos de ductos construidos bajo banqueta debe indicarse la trayectoria mediante un marcado bajorrelieve en la banqueta con las siglas CFE a cada cinco metros.
- 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.
- Deben instalarse registros en los puntos donde se consideren derivaciones por acometidas.
- Cuando se utilice tubos de PVC deben instalarse registros en los puntos donde se consideren cambios de trayectoria horizontal o vertical.
- Los tubos de PVC deben cumplir con la especificación CFE DF100-21 (Tabla 3) cuando se utilicen tubos de PVC en transiciones, estos deben cumplir con la especificación CFE DF100-24.



3.3.3 Especificaciones para Tubos de Policloruro de Vinilo (PVC) para Instalaciones Eléctricas.

| DIÁMETRO NOMINAL (mm) | DIÁMETRO EXTERIOR (mm) | OVALIDAD | ESPESOR MÍNIMO DE PARED (mm) |
|-----------------------|------------------------|----------|------------------------------|
| 50 | 60.3+/-0.2 | 0.7 | 2.3+/-0.5 |
| 75 | 88.9+/-0.2 | -- | 2.8+/-0.5 |
| 100 | 114.3+/-0.2 | -- | 2.8+/-0.5 |
| 150 | 168.3+/-0.3 | -- | 4.1+/-0.5 |

Especificaciones.

TABLA 3.8

- Cuando se utilicen tubos de PAD o PADC, los cambios de dirección pueden ser absorbidos por estos, siempre y cuando se respeten los radios mínimos de curvatura de los cables y la presión lateral no rebase los límites permisibles para el cable durante el jalado.
- Cuando se utilicen tubos de PAD, se recomienda emplear tramos continuos de registro a registro. En caso de ser necesario las uniones se realizarán con termofusión o con coples para PAD. No deben utilizarse coples de PVC.
- Los tubos de PAD deben cumplir con la especificación CFE DF100-23 (Tabla 4, 5 y 6) y sólo se podrán utilizar en colores rojo y naranja y con una leyenda que indique peligro. En áreas de alta contaminación el ducto exterior de las transiciones debe construirse con tubo de PAD el cual debe ser resistente a los rayos ultravioleta.



Especificación, diámetro exterior máximo para tubo corrugado.

| DIÁMETRO NOMINAL (mm) | DIÁMETRO INTERIOR (mm) | (+) (mm) | (-) (mm) | RD5.3 | | | RD7 | | | RD9 | | | | |
|-----------------------|------------------------|----------|----------|--------|--------|------|--------|--------|------|--------|--------|-------|--------|--------|
| | | | | e | Tol(+) | DE | e | Tol(+) | DE | e | Tol(+) | DE | | |
| 25 | 26.6 | 0.3 | 0.5 | 5.0 | 0.6 | 32.2 | 3.8 | 0.5 | 30.4 | 3 | 0.5 | 29.6 | | |
| 32 | 35.1 | 0.3 | 0.5 | 6.6 | 0.8 | 42.2 | 5 | 0.6 | 40.1 | 3.9 | 0.5 | 39.0 | | |
| 38 | 40.9 | 0.4 | 0.5 | 7.7 | 0.9 | 49.5 | 5.8 | 0.7 | 46.7 | 4.5 | 0.5 | 45.4 | | |
| 50 | 52.5 | 0.4 | 0.5 | 9.9 | 1.2 | 63.6 | 7.5 | 0.9 | 60 | 5.8 | 0.7 | 58.3 | | |
| 60 | 62.7 | 0.4 | 0.6 | 0 | 0 | 62.7 | 0 | 0 | 62.7 | 0 | 0 | 62.7 | | |
| 75 | 77.9 | 0.4 | 0.8 | 0 | 0 | 77.9 | 0 | 0 | 77.9 | 0 | 0 | 77.9 | | |
| 100 | 102.3 | 0.4 | 0.9 | 0 | 0 | 102 | 0 | 0 | 102 | 0 | 0 | 102.3 | | |
| 150 | 154.1 | 0.5 | 0.9 | 0 | 0 | 154 | 0 | 0 | 154 | 0 | 0 | 154.1 | | |
| 200 | 219.1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 219 | 0 | 0 | 219 | 0 | 0 | 219.1 | | |
| RD11.5 | | | RD13.5 | | | RD15 | | | RD19 | | | RD21 | | |
| e | Tol(+) | DE | e | Tol(+) | DE | e | Tol(+) | DE | e | Tol(+) | DE | e | Tol(+) | DE |
| 2.3 | 0.5 | 28.9 | 2.5 | 0.5 | 29.1 | 1.8 | 0.5 | 28.4 | 1.5 | 0.5 | 28.1 | 1.6 | 0.5 | 28.2 |
| 3 | 0.5 | 38.1 | 3.1 | 0.5 | 38.2 | 2.3 | 0.5 | 37.4 | 1.9 | 0.5 | 37 | 2 | 0.5 | 37.1 |
| 3.6 | 0.5 | 44.5 | 3.6 | 0.5 | 44.5 | 2.7 | 0.5 | 43.6 | 2.2 | 0.5 | 43.1 | 2.3 | 0.5 | 43.2 |
| 4.6 | 0.5 | 57.1 | 4.5 | 0.5 | 57 | 3.5 | 0.5 | 56 | 2.8 | 0.5 | 55.3 | 2.9 | 0.5 | 55.4 |
| 5.5 | 0.6 | 68.2 | 5.4 | 0.6 | 68.1 | 4.2 | 0.5 | 66.9 | 3.3 | 0.5 | 66 | 3.5 | 0.5 | 66.2 |
| 6.8 | 0.8 | 84.7 | 0.8 | 0.8 | 78.7 | 5.8 | 0.5 | 83.7 | 4.1 | 0.5 | 82 | 4.2 | 0.5 | 82.1 |
| 8.9 | 1.1 | 111.2 | 8.5 | 1 | 110.8 | 6.8 | 0.8 | 109.1 | 5.4 | 0.6 | 107.7 | 5.4 | 0.7 | 107.7 |
| 13.4 | 1.6 | 167.5 | 12.5 | 1 | 166.6 | 10.3 | 1.2 | 164.4 | 8.1 | 1 | 162.2 | 8 | 1 | 162.1 |
| 200 | 0 | 219.1 | 16.2 | 1.5 | 235.3 | 0 | 0 | 219.1 | 0 | 0 | 219.1 | 19 | 1.2 | 229.54 |

TABLA 3.9

DE: Diámetro exterior.



Tabla. 5 Especificación, diámetro exterior máximo para tubo liso.

| DIÁMETRO NOMINAL (mm) | DIÁMETRO INTERIOR (mm) | (+) Tolerancia | (-) Tolerancia | RD9 | | | RD11 | | | R13.5 | | | | |
|-----------------------|------------------------|----------------|----------------|--------|--------|-------|--------|--------|------|--------|--------|--------|--------|------|
| | | | | e | Tol(+) | DEM | e | Tol(+) | DEM | e | Tol(+) | DEM | | |
| 25 | 42.2 | 0.1 | 3.7 | 0.5 | 0.5 | 33.5 | 3.1 | 0.5 | 33.9 | 2.5 | 0.5 | 33.9 | | |
| 32 | 42.2 | 0.1 | 4.7 | 0.6 | 0.6 | 42.3 | 3.8 | 0.5 | 42.7 | 3.1 | 0.5 | 42.7 | | |
| 38 | 60.3 | 0.2 | 5.4 | 0.6 | 0.6 | 48.5 | 4.4 | 0.5 | 48.8 | 3.6 | 0.5 | 48.8 | | |
| 50 | 48.3 | 0.2 | 6.7 | 0.8 | 0.8 | 60.5 | 5.5 | 0.7 | 61 | 4.5 | 0.5 | 60.8 | | |
| 60 | 73 | 0.2 | 8.1 | 1 | 1 | 73.2 | 6.6 | 0.8 | 73.8 | 5.4 | 0.6 | 73.5 | | |
| 75 | 88.9 | 0.2 | 9.9 | 1.2 | 1.2 | 89.1 | 8.1 | 1 | 89.9 | 6.6 | 0.8 | 89.6 | | |
| 100 | 114.3 | 0.5 | 0 | 0 | 0 | 114.8 | 10.4 | 1.2 | 116 | 8.5 | 1 | 111 | | |
| 150 | 168.3 | 0.8 | 0 | 0 | 0 | 169.1 | 15.3 | 1.8 | 170 | 12.5 | 1 | 169 | | |
| 200 | 219.1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 220.1 | 19.9 | 2.4 | 222 | 16.2 | 1.5 | 221 | | |
| RD15.5 | | | RD17 | | | RD21 | | | RD26 | | | RD32.5 | | |
| e | Tol(+) | DEM | e | Tol(+) | DEM | e | Tol(+) | DEM | e | Tol(+) | DEM | e | Tol(+) | DEM |
| 2.5 | 0.5 | 33.9 | 2.1 | 0.5 | 33.9 | 1.6 | 0.5 | 33.9 | 0 | 0 | 33.4 | 0 | 0 | 33.4 |
| 3.1 | 0.5 | 42.7 | 2.7 | 0.5 | 42.7 | 2 | 0.5 | 42.7 | 1.6 | 0.5 | 42.7 | 0 | 0 | 42.2 |
| 3.6 | 0.5 | 48.8 | 3.1 | 0.5 | 48.8 | 2.3 | 0.5 | 48.8 | 1.8 | 0.5 | 48.8 | 1.6 | 0.5 | 48.8 |
| 4.5 | 0.5 | 60.8 | 3.9 | 0.5 | 60.8 | 2.9 | 0.5 | 60.8 | 2.3 | 0.5 | 60.8 | 1.8 | 0.5 | 60.8 |
| 5.4 | 0.6 | 73.6 | 4.7 | 0.5 | 73.5 | 3.5 | 0.5 | 73.5 | 2.8 | 0.5 | 73.5 | 2.2 | 0.5 | 73.5 |
| 6.6 | 0.8 | 89.7 | 5.7 | 0.7 | 89.6 | 4.2 | 0.5 | 89.4 | 3.4 | 0.5 | 89.4 | 2.7 | 0.5 | 89.4 |
| 8.5 | 1 | 111 | 7.4 | 0.9 | 115 | 5.4 | 0.7 | 115 | 0 | 0 | 114 | 0 | 0 | 114 |
| 12.5 | 1 | 169 | 10.8 | 1.3 | 170 | 8 | 1 | 169 | 0 | 0 | 168 | 0 | 0 | 168 |
| 16.2 | 1.5 | 221 | 14.1 | 1.6 | 221 | 10.4 | 1.2 | 220 | 0 | 0 | 219 | 0 | 0 | 219 |

TABLA 3.10

DEM: Diámetro exterior máximo.



Tabla. 6 Especificación, diámetro interior para tubo liso.

| DIÁMETRO NOMINAL (mm) | DIÁMETRO INTERIOR (mm) | (+) (mm) | (-) (mm) | RD5.3 | | | RD7 | | | RD9 | | | | |
|-----------------------|------------------------|----------|----------|--------|--------|------|--------|--------|------|--------|--------|-------|--------|--------|
| | | | | e | Tol(+) | DE | e | Tol(+) | DE | e | Tol(+) | DE | | |
| 25 | 26.6 | 0.3 | 0.5 | 5.0 | 0.6 | 32.2 | 3.8 | 0.5 | 30.4 | 3 | 0.5 | 29.6 | | |
| 32 | 35.1 | 0.3 | 0.5 | 6.6 | 0.8 | 42.2 | 5 | 0.6 | 40.1 | 3.9 | 0.5 | 39 | | |
| 38 | 40.9 | 0.4 | 0.5 | 7.7 | 0.9 | 49.5 | 5.8 | 0.7 | 46.7 | 4.5 | 0.5 | 45.4 | | |
| 50 | 52.5 | 0.4 | 0.5 | 9.9 | 1.2 | 63.6 | 7.5 | 0.9 | 60 | 5.8 | 0.7 | 58.3 | | |
| 60 | 62.7 | 0.4 | 0.6 | 0 | 0 | 62.7 | 0 | 0 | 62.7 | 0 | 0 | 62.7 | | |
| 75 | 77.9 | 0.4 | 0.8 | 0 | 0 | 77.9 | 0 | 0 | 77.9 | 0 | 0 | 77.9 | | |
| 100 | 102.3 | 0.4 | 0.9 | 0 | 0 | 102 | 0 | 0 | 102 | 0 | 0 | 102.3 | | |
| 150 | 154.1 | 0.5 | 0.9 | 0 | 0 | 154 | 0 | 0 | 154 | 0 | 0 | 154.1 | | |
| 200 | 219.1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 219 | 0 | 0 | 219 | 0 | 0 | 219.1 | | |
| RD11.5 | | | RD13.5 | | | RD15 | | | RD19 | | | RD21 | | |
| e | Tol(+) | DE | e | Tol(+) | DE | e | Tol(+) | DE | e | Tol(+) | DE | e | Tol(+) | DE |
| 2.3 | 0.5 | 28.9 | 2.5 | 0.5 | 29.1 | 1.8 | 0.5 | 28.4 | 1.5 | 0.5 | 28.1 | 1.6 | 0.5 | 28.2 |
| 3 | 0.5 | 38.1 | 3.1 | 0.5 | 38.2 | 2.3 | 0.5 | 37.4 | 1.9 | 0.5 | 37 | 2 | 0.5 | 37.1 |
| 3.6 | 0.5 | 44.5 | 3.6 | 0.5 | 44.5 | 2.7 | 0.5 | 43.6 | 2.2 | 0.5 | 43.1 | 2.3 | 0.5 | 43.2 |
| 4.6 | 0.5 | 57.1 | 4.5 | 0.5 | 57 | 3.5 | 0.5 | 56 | 2.8 | 0.5 | 55.3 | 2.9 | 0.5 | 55.4 |
| 5.5 | 0.6 | 68.2 | 5.4 | 0.6 | 68.1 | 4.2 | 0.5 | 66.9 | 3.3 | 0.5 | 66 | 3.5 | 0.5 | 66.2 |
| 6.8 | 0.8 | 84.7 | 0.8 | 0.8 | 78.7 | 5.8 | 0.5 | 83.7 | 4.1 | 0.5 | 82 | 4.2 | 0.5 | 82.1 |
| 8.9 | 1.1 | 111.2 | 8.5 | 1 | 110.8 | 6.8 | 0.8 | 109.1 | 5.4 | 0.6 | 107.7 | 5.4 | 0.7 | 107.7 |
| 13.4 | 1.6 | 167.5 | 12.5 | 1 | 166.6 | 10.3 | 1.2 | 164.4 | 8.1 | 1 | 162.2 | 8 | 1 | 162.1 |
| 0 | 0 | 219.1 | 16.2 | 1.5 | 235.3 | 0 | 0 | 219.1 | 0 | 0 | 219.1 | 10 | 1.2 | 229.54 |

TABLA 3.11

DE: Diámetro exterior.

- Cuando se utilicen tubos de PAD de pared lisa en arroyo de calle, se debe emplear una RD de 13.5.
- Cuando se utilicen tubos de PAD de pared lisa bajo banquetas, se debe emplear una RD 17.
- En sistemas de 200 A que alimenten cargas residenciales se puede prescindir del registro de la base del transformador, si se llega directamente a la base con tubos de PAD, excepto si estos llegan de un cruce de arroyo.



-
- En fraccionamientos, unidades habitacionales y áreas turísticas que entrarán en operación con todos los servicios integrados y totalmente urbanizados. Debe indicarse la trayectoria de los tubos de PAD o PADC directamente enterrados mediante la cinta de advertencia ubicándola en la parte superior del banco de ductos acorde a los planos anexos a esta Norma. Cuando se emplee tubos de PAD directamente enterrados, únicamente se instalarán separadores en el banco de ductos a 2m del registro.
 - Cuando se proyecte la utilización de equipos seccionadores para alimentar acometidas en media tensión, se puede prescindir del registro del lado carga de los equipos si se llega a éstas con tubos de PAD.
 - En todos los casos debe respetarse los radios mínimos de curvatura y presiones laterales máximas permisibles de los cables (Tabla 7).
 - El banco de ductos debe terminarse con boquillas abocinadas en los registros, los cuales una vez cableados, deben sellarse con algún sello-ducto adecuado, compatible con la cubierta del cable y que no la dañe mecánicamente.
 - Cuando se proyecten transformadores o seccionadores contiguos sin registro en su base, debe considerarse un registro entre ellos para alojar la reserva del cable, la cual debe ser igual al perímetro del registro.



| PRESIONES LATERALES Y TENSIONES MÁXIMAS DE JALADO | | | | | | |
|--|---|---|--|--|--|--|
| Calibre | Sección transversal mm² | Tensión máxima permisible cobre (kg) | Tensión máxima permisible aluminio (kg) | Presión lateral máxima 15 kV (Kg) | Presión lateral máxima 25 kV (Kg) | Presión lateral máxima 35 kV (Kg) |
| 2 AWG | 33.6 | 235.2 | 118 | 235 | | |
| 1/0 AWG | 53.5 | 375 | 187 | 253 | 303 | 363 |
| 2/0 AWG | 67.5 | 473 | 236 | 263 | 313 | 375 |
| 3/0 AWG | 85.0 | 595 | 298 | 275 | 325 | 390 |
| 4/0 AWG | 107.2 | 750 | 375 | 288 | 343 | 411 |
| 250 KCM | 126.7 | 887 | 443 | 303 | 358 | 429 |
| 300 KCM | 152.6 | 1,068 | 534 | 319 | 364 | 437 |
| 350 KCM | 177.3 | 1,241 | 621 | 335 | 380 | 456 |
| 400 KCM | 202.8 | 1,420 | 710 | 341 | 387 | 464 |
| 450 KCM | 228.0 | 1,596 | 798 | 353 | 398 | 478 |
| 500 KCM | 253.4 | 1,774 | 887 | 365 | 410 | 492 |
| 600 KCM | 304.0 | 2,128 | 1064 | 390 | 450 | 540 |
| 650 KCM | 329.4 | 2,306 | 1153 | 398 | 458 | 550 |
| 700 KCM | 354.7 | 2,483 | 1241 | 405 | 467 | 560 |
| 750 KCM | 380.0 | 2,660 | 1330 | 413 | 475 | 570 |
| 800 KCM | 405.0 | 2,835 | 1418 | 425 | 489 | 587 |
| 900 KCM | 456.0 | 3,192 | 1596 | 438 | 503 | 603 |
| 1000KCM | 506.7 | 3,547 | 1773 | 453 | 518 | 621 |

TABLA 3.12 Presiones laterales máximas permisibles de los cables



3.3.4 Especificaciones del Tipo de Terreno

- **Terreno blando y normal.**

Cuando el fondo de la excavación para alojar el banco de ductos sea inestable, por estar constituido por cenizas, carbones, basura, material orgánico o fragmentos de material inorgánico, se procederá a excavar veinte cm. extras, mismos que se rellenarán con arena húmeda y apisonada hasta lograr el 95% de compactación con el objeto de disponer de una superficie estable y nivelada para la correcta colocación y asiento de los bancos de ductos.

- **Terreno con nivel Freático muy alto.**

Para estos casos únicamente podrá utilizarse tubo de PAD en colores rojo o naranja y con una leyenda que indique peligro, tramos continuos de registro a registro.

Los bancos de ductos tendrán una profundidad mínima de 30 cm. en banqueta, esta profundidad debe medirse desde la parte superior del banco de ductos hasta el nivel de piso terminado.

Los bancos de ductos tendrán una profundidad mínima de 50 cm en arroyo, esta profundidad debe medirse desde la parte superior del banco de ductos o su recubrimiento hasta el nivel de piso terminado.

Cuando se tengan bancos de ductos de baja y media tensión, se pueden colocar uno al lado de otro.

Debe considerarse el uso de muretes para alojar conectadores múltiples de media tensión, donde no sea posible el empleo de estos muretes por limitaciones de espacio, deben emplearse equipos sumergibles en cuyo caso los registros, pozos de visita o bóvedas deben ser de las dimensiones establecidas en estas normas para terrenos de tipo normal.



- **Terreno Rocoso.**

Para la construcción del banco de ductos con tubos de PAD debe prepararse un asiento de arena o material de banco de 5 cm de espesor, como relleno debe emplearse material de banco inerte, libre de arcillas expansivas y piedras. No debe utilizarse el material producto de la excavación a menos que haya sido cribado.

Los bancos de ductos tendrán una profundidad mínima de 30 cm en banqueta, esta profundidad debe medirse desde la parte superior del banco de ductos hasta el nivel de piso terminado. Los bancos de ductos tendrán una profundidad mínima de 50 cm en arroyo, esta profundidad debe medirse desde la parte superior del banco de ductos o su recubrimiento hasta el nivel de piso terminado. Cuando se tengan bancos de ductos de Baja y media tensión, se pueden colocar uno al lado de otro. Debe considerarse el uso de muretes para alojar conectadores múltiples de media tensión. Donde no sea posible el empleo de estos muretes por limitaciones de espacio, deben emplearse equipos sumergibles en cuyo caso los registros, pozos de visita o bóvedas deben ser de las dimensiones establecidas en estas Normas para terrenos de tipo normal.

- **Perforación Horizontal dirigida.**

Actualmente la más moderna tecnología para la instalación de ductos y tuberías es el sistema de Perforación Horizontal Direccional. Este sistema ofrece todas las ventajas que nuestras obras necesitan: rapidez, limpieza y seguridad, sin causar un impacto ambiental y sin interrumpir el tráfico vehicular y peatonal.

Con la finalidad de aprovechar al máximo las ventajas que ofrece la Perforación Horizontal Dirigida en la construcción de Instalaciones Subterráneas, y toda vez que el costo de estos trabajos se reduce al disminuir el diámetro de los conductos a instalar, se han preparado tablas comparativas que muestran la reducción de la ampacidad de los cables al utilizar ductos de menor diámetro. Para la construcción del banco de ductos deberá utilizarse únicamente tubos de PAD con una RD 13.5.



A) Condiciones de Terreno.

El tipo de suelo se puede clasificar en dos categorías generales: materiales gruesos y finos. Los suelos gruesos consisten en arenas y gravas, los finos son arcillas. El tipo de terreno determina las características de un fluido de perforación, la función del fluido es proveer la refrigeración necesaria a la cabeza de perforación y a la sonda direccionable, permitir la lubricación adecuada en el proceso de inmersión de los ductos y estabilizar los túneles impidiendo que se derrumben. El principal componente de un fluido de perforación es el agua, pero en raras veces se puede utilizar el agua sola para perforar. En el mercado existen numerosos productos que adicionados al agua optimizan su funcionamiento, el uso de estos aditivos dependen de las condiciones del terreno.

B) Fluidos de Perforación.

La Bentonita es un silicato de aluminio formada por la actividad volcánica desde hace 60 millones de años. Cuando al agua se le agrega la Bentonita, se quiebra en partículas microscópicas llamadas platelets.

Cuando esta se utiliza para perforación, los platelets tienen un efecto de sellado que estabiliza las paredes del túnel, impidiendo con esta barrera que el fluido se escape. Para asegurar una mezcla adecuada, la Bentonita debe mezclarse con agua limpia, con un PH de 8.5 - 9.5.

C) Aditivos para Fluidos de Perforación.

Polímero es el nombre que describe a numerosos compuestos orgánicos y sintéticos de gran peso molecular que tiene la característica de formar cadenas estructurales muy ligeras, que permiten una mayor fuerza de adhesión entre las moléculas del fluido. Los Polímeros son usados en perforación por la habilidad de impedir que las arcillas se esponjen y se hagan mucilaginosas, además de impedir la fricción actuando como lubricante.



D) Perforación.

El proceso de perforación se logra maniobrando una cabeza de perforación con una herramienta de corte en la punta que puede direccionarse en cualquier sentido. El ángulo de perforación y la profundidad se captan electrónicamente en la superficie y las provee una sonda alojada dentro de la cabeza. Para perforar, la cabeza gira desbastando el terreno, utilizando un fluido de perforación adecuado para enfriar y lubricar la cabeza.

E) Ampliación en Retroceso.

El proceso de ampliado en retroceso, mejor conocido como jalado, está determinado por la habilidad de escoger el ampliador adecuado y la cantidad de fluido que cree un lodo que se pueda desplazar hasta la apertura de entrada. Este proceso es crítico y determina el rendimiento de la máquina. No solamente es necesario usar los fluidos apropiados, también es importante determinar la cantidad de fluido. Para crear un lodo favorable, se requiere tener una relación mínima del 50/50 de fluidos contra sólidos desplazados. Es importante no apresurar el proceso de jalado ya que la ampliación necesita tiempo para forjar el túnel y crear una mezcla adecuada de lodos. La capacidad del tanque de lodos de la máquina, la potencia, el tipo de terreno y el diámetro del túnel determinan la velocidad de jalado.

F) Tapón de Lodo (HIDRA-LOOK).

Es una condición indeseada que se crea durante el jalado, cuando el lodo no puede ser bombeado dentro del túnel por la pobre mezcla del mismo. El Tapón de Lodo (Hidra Look) no permite pasar en la entrada, sin una ruta de escape el fluido dentro del hoyo. Se presuriza y actúa como un cilindro hidráulico, la presión impide que los tubos se muevan mientras que el fluido no encuentre una salida.



G) Rendimientos.

El proceso de perforación es complicado, para calcular los rendimientos de las variables que intervienen en el proceso, se deben considerar las condiciones del terreno, el tipo de trabajo, la potencia de la máquina perforadora y la experiencia del personal que la opera. Para optimizar el proceso debemos tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

- Usar el apropiado tipo y cantidad de fluido de perforación para las condiciones del suelo encontradas.
- En el proceso de ampliación, la velocidad de jalado no debe sobrepasar a la velocidad con la que el lodo abandona el túnel.
- Usar un tamaño adecuado de ampliador. El ampliador debe ser mayor que el diámetro del haz de tubos, pero no demasiado; una regla es usar un ampliador entre 1.3 a 1.5 veces el tamaño de los tubos.

H) Descripción.

El trabajo consiste en instalar tubos de PAD (HDPE RD 11 a 13.5) utilizando un sistema de Perforación Horizontal de túneles subterráneos, dirigido electrónicamente capaz de acertar sobre un blanco de 40 cm de diámetro, a distancias señaladas en proyecto, medidas a partir del punto de inicio. El sistema debe realizar la instalación de los tubos mientras el rompimiento de la capa de terreno se reduce al mínimo, la herramienta barrenadora debe ser electrónicamente rastreable y dirigible, capaz de evitar cualquier obstáculo subterráneo y servicios existentes en su ruta. Debe girar en un radio aproximadamente de 20 metros y debe ser detectable a una profundidad de hasta 5 metros.



El sistema debe utilizar una mezcla de bentonita-polímero-agua de acuerdo a las características del terreno, emitida a través de un surtidor de diámetro pequeño con una presión que permita trabajar en la masa del terreno, estabilizar la pared del túnel y lubricar los tubos que estén instalados. Los vacíos o bolsas de aire generados durante el proceso de la masa del subsuelo deben ser mínimos sin repercusiones en la superficie.

I) Procedimiento.

i) Condiciones de trabajo: Mantener el acceso para el tráfico vehicular y de peatones evitando la interrupción de operación de los derechos de vía pública con las señalizaciones de tránsito necesarias, donde por condiciones de congestionamiento vehicular y peatonal, de concentración de comercios, servicios y otros o donde la CFE lo decida, los trabajos deben realizarse en horario nocturno para evitar trastornos mayores a estas actividades y servicios. Las señalizaciones deben proteger el lugar de trabajo y consisten en: cintas, barreras, boyas, luces fijas e intermitentes, letreros e indicaciones gráficas. Antes del inicio de perforación de cada tramo el contratista debe verificar en cada domicilio la continuidad del servicio del agua potable y descarga del drenaje y al final de la instalación del ducto de cada tramo debe verificar la continuidad de estos servicios y en su caso proceder a la reparación inmediata. El contratista debe tener personal capacitado para dar cumplimiento a lo anterior.

ii) Condiciones del suelo y del subsuelo: Con la información disponible de las dependencias que tienen instalaciones subterráneas (teléfonos, agua potable, semáforos, televisión por cable, etc.), el contratista antes de barrenar tiene la obligación de realizar la localización de todos los sistemas de servicios, aunque no estén indicados en los planos entregados, con pruebas físicas y de detección electrónica o de sondeos en puntos donde coincidan con la ubicación de registros o como última alternativa en cualquier otro punto (o cualquier combinación).



Con el objeto de evitar daños a los mismos, esta actividad incluye la detección de:

- Servicios subterráneos:
- Drenaje pluvial.
- Líneas eléctricas.
- Líneas principales de agua.
- Tuberías de gas.
- Líneas telefónicas.
- Líneas de televisión por cable.
- Otras instalaciones.

Servicios aéreos y otras construcciones tales como:

- ✓ Postes eléctricos y telefónicos.
- ✓ Cimentaciones y edificios.
- ✓ Árboles
- ✓ Señalamientos
- ✓ Mobiliario urbano (Monumentos históricos.)

iii) Equipo y ejecución: Los trabajos para la elaboración de las excavaciones inicial y final de cada tramo deben de ser hechos por el contratista de acuerdo con el proyecto o las indicaciones de la supervisión. Los trabajos adicionales que el constructor requiera por las condiciones de trabajo, daños a instalaciones y/o su proceso constructivo los hará por su cuenta, en el entendimiento que debe dejar la superficie en la condición original, el contratista debe proceder a las reposiciones de banquetas y pavimentos por daños ocasionados por las siguientes actividades:

- Anclaje de máquina de perforación.
- Reparaciones de agua potable, drenaje o a otras instalaciones.
- Ruptura por proceso de perforación.
- Por comienzo de perforación fuera de las excavaciones iniciales.



En todos los casos de reposición y/o elaboración de concreto, se evitará la obstrucción de accesos y banquetas, se recogerá cualquier excedente y se barrera al final de la jornada. En los casos de pisos de canteras, adocreto o similares además de lo anterior se sustituirán las piezas dañadas por sus equivalentes. El contratista entregará una serie de cilindros de prueba y su reporte correspondiente por cada 50m de reposición. El sistema debe ser remotamente dirigible y permitir monitoreo electrónico de la profundidad del túnel y su localización, además de ser capaz de controlar la profundidad y la dirección y dar con exactitud a una ventana de 40 cm.

Los tubos se instalarán a una profundidad media de 65 cm para la baja tensión y 100 cm para la media tensión. El rango en el sentido vertical será de 50 a 90 cm en baja tensión y de 90 a 150 cm para la media tensión. Estos rangos deben respetarse aún en los tramos donde se instalarán tubos para media y baja tensión.

En el sentido longitudinal los rangos son: para la baja tensión el ancho de la banqueta (para poder interceptar la trayectoria con los registros de acometida) y para la media tensión también el ancho de banquetas donde lo indique el proyecto. En donde la banqueta ya tenga instalaciones existentes de otras entidades, la perforación se direccionará por el arroyo y los registros que se instalen en arroyo deben cumplir con las especificaciones que la CFE tiene para este tipo de instalaciones. Las trayectorias deben tener las pendientes adecuadas para permitir el drenaje a cualquiera de los registros aledaños. El contratista debe señalar con marcas de pintura deleble la trayectoria y proporcionará a la CFE un plano y un reporte con los datos sobre la profundidad y trayectoria, cada 6metros.

Cuando se realicen trabajos cerca de instalaciones energizadas, deben considerarse los accesorios capaces de detectar corriente y/o potencial eléctrico para avisar al operador cuando la cabeza o amplificador del perforador se acerquen a cables eléctricos.



En caso de que durante el proceso de construcción el contratista incurra en daño a inmuebles, mobiliario urbano, otras instalaciones a terceros y de no ser responsable evidente, se someterá al peritaje de las autoridades que procedan para determinar su responsabilidad, encaso de ser evidente procederá a la reparación o pago del daño según corresponda en forma inmediata. En caso de que por proceso constructivo el contratista requiera seccionar un tramo de poliducto determinado, debe efectuar el empalme de los ductos por medio del método de termofusión.

iv) Condiciones de la superficie: Es responsabilidad del contratista evitar los asentamientos del terreno y daños en la superficie sobre las trayectorias y debe garantizar esta condición en por lo menos 12 meses a partir de la recepción total de la obra. El agua excedente, lodos y materiales producto de excavación y/o perforación serán retirados del área de trabajo y vía pública por el contratista

v) Seguridad: La señalización para seguridad del personal del contratista se referirá, principalmente, al equipo que es obligatorio portar: casco, botas duras o de hule, impermeables, guantes, mascarillas, caretas y el equipo especial para evitar un shock eléctrico en los operadores del equipo perforador.

Debe existir señalización para seguridad contra terceros, colocando las señales en sitios visibles y de buen tamaño, con colores llamativos y letras visibles a distancia adecuada, tanto para peatones como vehículos, ya sea para circulación o para indicar áreas de peligro. Esta señalización debe ser visible y de color especial en cada área de trabajo.



Capítulo IV

Ejecución Y Control Del Proyecto



4.1 Memoria Técnica Descriptiva de la Obra Eléctrica.

4.1.1 Cálculos eléctricos.

4.1.1.1 Cálculos de la capacidad de los transformadores.

Según el levantamiento de servicio que se realizó en el área del proyecto, se encontraron los siguientes servicios:

| XOCHIMILCO | | | |
|-------------------------|-----------------------------|---|--------------------|
| Tipo de servicio | Cantidad de usuarios | Demanda máxima Diversificada (KVA) | KVA Totales |
| Monofásico | 299 | 1.1 | 328.9 |
| Bifásico | 47 | 2.5 | 117.5 |
| Trifásico | 6 | 4 | 24 |
| Total | 249 | | 470.4 |

Tabla 4.1 Carga total por servicio

Conforme a la tabla anterior la capacidad de transformación requerida es de 470.4 KVA. La selección de la capacidad de los transformadores se hará de acuerdo con el número de servicios por alimentar y a los espacios disponibles que existen en la población.

| Transformador | Capacidad(KVA) | Cantidad | KVA Totales |
|---------------------------|-----------------------|-----------------|--------------------|
| Trifásico tipo sumergible | 75 | 2 | 150 |
| Trifásico tipo sumergible | 112.5 | 2 | 225 |
| Trifásico tipo sumergible | 150 | 1 | 150 |
| Totales | | 5 | 525 |

Tabla 4.2 Capacidad de transformadores



Entonces 5 transformadores con una capacidad a alimentar máxima de 470.4 KVA, como la capacidad de transformación requerida será de 525 KVA, la selección ha sido correcta, y trabajaran apropiadamente con el siguiente factor de Utilización:

$$F.U. = \frac{\text{Capacidad de transformacion requerida}}{\text{Capacidad total de los transformadores}} \times 100$$

FORMULA 4.1

$$F.U. = \frac{470.4}{525} \times 100 = 89.6 \%$$

FORMULA 4.2

***Lo cual nos deja un espacio en promedio para cada transformador de 10.4% para alimentar cargas futuras.**

4.1.1.2 Carga Instalada.

Es la suma de total de la potencia de los equipos eléctricos conectados al sistema o instalación, como son motores, alumbrado, etc.

La carga máxima estimada para esta zona y según las bases de proyecto proporcionadas por la empresa suministradora (CFE), es la siguiente;

| SERVICIO | CARGA KW |
|------------|-------------|
| Monofásico | 2.2 |
| Bifásico | 5 |
| Trifásico | 8 |

Tabla 4.3 carga instalada por zona



4.1.2 Demanda Máxima.

Es la demanda más alta que ocurre durante un periodo específico y que representa las condiciones de operación más severas de la instalación eléctrica, para lo cual el factor de demanda determinado por la empresa suministradora (CFE) para esta Zona es igual a 0.75.

Para determinar el número y la capacidad de los transformadores que se requieren para alimentar, al barrio de Xochimilco, es necesario obtener la demanda máxima diversificada por servicio, la cual se determina partiendo de la carga estimada para cada servicio, procediendo de la forma siguiente;

Datos para servicios monofásicos:

| | |
|------------------------------------|------------|
| Carga total instalada por servicio | 2200 Watts |
| Factor de Demanda (FD) | 0.75 |
| Factor de potencia (FP) | 0.90 |

Demanda Máxima por Servicio en KVA

$$DM = \frac{CI \times FD}{FP}$$

$$DM = \frac{2200 \times 0.75}{0.90}$$

$$DM = 1.833 \text{ KVA}$$

Datos para Servicios bifásicos:

| | |
|------------------------------------|------------|
| Carga Total Instalada por Servicio | 5000 Watts |
| Factor de Demanda (FD) | 0.75 |
| Factor de Potencia (FP) | 0.90 |



Demanda máxima Por Servicios en KVA

$$DM = \frac{CI \times FD}{FP}$$

$$DM = \frac{5000 \times 0.75}{0.90}$$

$$DM = 4.166 \text{ KVA}$$

Datos para Servicios Trifásico:

Carga Total Instalada por Servicio 8000 Watts

Factor de Demanda (FD) 0.75

Factor de Potencia (FP) 0.90

Demanda máxima Por Servicios en KVA

$$DM = \frac{CI \times FD}{FP}$$

$$DM = \frac{8000 \times 0.75}{0.90}$$

$$DM = 6.666 \text{ KVA}$$

***Con los valores de demanda máxima obtenidos ahora procedemos obtener el factor de coincidencia.**



4.1.2.1 Factor de Coincidencia.

Es la relación de la demanda máxima coincidente de un grupo de servicios y la suma de las demandas máximas individuales de dichos servicios, para lo cual el factor de coincidencia determinado por la empresa suministradora (CFE) para esta zona es igual a 0.60.

Demanda Máxima Diversificada (DMD) para Servicios Monofásicos:

$$DMD = DM \times FC$$

$$DMD = 1.833 \times 0.6$$

$$DMD = 1.1 \text{ KVA}$$

Demanda Máxima Diversificada (DMD) para Servicios Bifásicos:

$$DMD = DM \times FC$$

$$DMD = 4.166 \times 0.6$$

$$DMD = 2.5 \text{ KVA}$$

Demanda Máxima Diversificada (DMD) para Servicios Trifásicos:

$$DMD = DM \times FC$$

$$DMD = 6.666 \times 0.6$$

$$DMD = 4 \text{ KVA}$$

Estos valores obtenidos nos sirven para calcular la capacidad de los Transformadores los cuales se muestran en la tabla 4. 2



4.1.3 Selección del Conductor en Media Tensión por Ampacidad.

Seleccionamos un conductor de Aluminio con aislamiento de Polietileno de cadena cruzada XLP con nivel de aislamiento al 100%, calibre 1/0 y capaz de conducir hasta 235 Amperes, ya que con base a las normas de diseño (artículo 10, inciso A, sección 2.2.2) el calibre mínimo para distribución en media tensión es 1/0, en el siguiente punto se demostrara si nuestra selección del calibre del conductor es correcta mediante la caída de tensión menor al 1%.

| Sección Transversal (mm ²) | Resistencia a 90° C(Ω/Km) | Reactancia Inductiva C(Ω/Km) para 15000V | Ampacidad |
|--|---------------------------|--|-----------|
| 85 mm ² 1/0 | 0.435 | 0.3095 | 235 Amp. |

Tabla 4.4 Ampacidad del conductor Aluminio con aislamiento de polietileno de cadena cruzada XLP calibre 1/0



4.1.4 Calculo de la Caída de Tensión en los Circuitos de Media

Tensión.

Para los circuitos de media tensión en condiciones normales de operación, el valor máximo de la caída de tensión no debe exceder del 1% desde el punto de conexión.

En la sección anterior se selección conductor calibre 1/0 ahora se tomara los valores de resistencia, reactancia inductiva y reactancia capacitiva de este conductor para calcular las caídas de tensión las cuales se muestran en las siguientes tablas.

| RESISTENCIA Y REACTANCIA INDUCTIVA PARA CABLES DS CON CONDUCTOR DE ALUMINIO | | | | |
|--|-----------------------------------|-------------------------------------|---------------|---------------|
| Sección transversal mm² | Resistencia a 90°C en C.A. | Reactancia inductiva en Ω/Km | | |
| | | 1500V | 25000V | 35000V |
| 33.6(2 AWG) | 1.1 | 0.347 | | |
| 53.5(1/0 AWG) | 0.691 | 0.3267 | 0.3263 | 0.3262 |
| 67.5(2/0 AWG) | 0.548 | 0.3181 | 0.3178 | 0.3176 |
| 85.0(3/0 AWG) | 0.434 | 0.3095 | 0.3093 | 0.309 |

Tabla 4.5.- Resistencia Y reactancia inductiva
Para Cables DS de Media Tensión.

Los circuitos de media tensión subterráneos con longitudes menores de 15 Km, se consideran como líneas de transmisión cortas, utilizando para los cálculos de la caída de tensión un circuito equivalente de resistencia y reactancia inductiva en serie, despreciándose la reactancia capacitiva.



Calcularemos la caída de voltaje en el punto de instalación de cada transformador considerando un voltaje en el punto de transición de 13200 V, apoyándonos del diagrama unifilar de la red de media tensión.

Para los cálculos tenemos los siguientes datos:

| | |
|-----------------------|----------------------------|
| Conductor: | Cable 1/0 AWG XLP-RA 15 KV |
| Resistencia: | 0.691 Ω /Km |
| Reactancia inductiva: | 0.3267 Ω / Km |
| Voltaje: | 13200 V |

Antes de continuar, calculamos la impedancia:

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

Donde:

R=Resistencia a la corriente alterna de la línea, en Ohms/Km.

X=Reactancia inductiva de la línea a la frecuencia de operación, en Ohms/Km.

$$Z = \sqrt{0.691^2 + 0.3267^2}$$

$$Z = 0.7643 \Omega/Km$$

Calculamos la corriente para todos los transformadores mediante la siguiente formula.

$$I = \frac{KVA}{\sqrt{3}E_p}$$

E_p =Tensión de línea (Fase a Fase).

Para el transformador trifásico de 150 KVA la corriente calculada es:

$$I = \frac{150 KVA}{13.2\sqrt{3}} = 6.56 A$$



Para los transformadores de 112.5 KVA la corriente es:

$$I = \frac{112.5 \text{ KVA}}{13.2\sqrt{3}} = 4.92 \text{ A}$$

Para los transformadores de 75 KVA la corriente es:

$$I = \frac{75 \text{ KVA}}{13.2\sqrt{3}} = 3.28 \text{ A}$$

Con estos valores de las corrientes para cada transformador podemos calcular las caídas de tensión desde el punto de transición hasta el transformador.

Utilizamos la siguiente fórmula:

$$\Delta V = (I)(Z)(2L)$$

Donde:

ΔV = Caída de Tensión (Volts)

L = Longitud de línea, en Km

Z = Impedancia de la línea.

I = Corriente en la línea, en amperes.

Para el Transformador E1 150 KVA.

La distancia crítica a la cual se encuentra es de 0.48 Km desde el punto de transición.

$$\Delta V = (I)(Z)(2L)$$

$$\Delta V = (6.56)(0.764)(2 \times 0.48) = 4.81 \text{ V}$$



Caída de tensión en %.

$$\Delta V(\%) = \frac{4.81}{13200} \times 100 = 0.036\%$$

***Transformador E2 112.5 KVA.**

Distancia desde el punto de transición 0.337 Km.

$$\Delta V = (I)(Z)(2L)$$

$$\Delta V = (4.92)(0.764)(2 \times 0.337) = 2.53 V$$

Caída de tensión en %.

$$\Delta V(\%) = \frac{2.53}{13200} \times 100 = 0.019\%$$

***Transformador E3 112.5 KVA.**

Distancia desde el punto de transición 0.310 Km

$$\Delta V = (I)(Z)(2L)$$

$$\Delta V = (4.92)(0.764)(2 \times 0.31) = 2.33 V$$

Caída de tensión en %.

$$\Delta V(\%) = \frac{2.33}{13200} \times 100 = 0.017\%$$

***Transformador E4 75 KVA.**

Distancia desde el punto de transición 0.159 Km

$$\Delta V = (I)(Z)(2L)$$

$$\Delta V = (3.28)(0.764)(2 \times 0.159) = 0.79 V$$

Caída de tensión en %.

$$\Delta V(\%) = \frac{0.79}{13200} \times 100 = 0.006 \%$$



***Transformador E5 75 KVA.**

Distancia desde el punto de transición 0.116 Km

$$\Delta V = (I)(Z)(2L)$$

$$\Delta V = (3.28)(0.764)(2 \times 0.116) = 0.58 V$$

Caída de tensión en %.

$$\Delta V(\%) = \frac{0.58}{13200} \times 100 = 0.004 \%$$

***Observamos que todos los valores de las caídas de tensión desde el punto de transición hasta los transformadores son mucho menores del 1% por lo tanto están dentro del rango permitido según las normas vigentes (caída de tensión menor del 1%) y comprobamos que nuestra selección del conductor calibre 1/0 mediante ampacidad es correcta.**



4.1.5 Cálculo de la Caída de Tensión en Circuitos de Baja Tensión.

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

Para los circuitos de baja tensión seleccionamos un conductor cuádruplex 3+1, (3 conductores calibre 3/0 para las fases y un conductor calibre 1/0 para el neutro) este conductor es capaz de conducir hasta 194 amperes. En la siguiente tabla se muestran los valores resistencia y reactancia inductiva del conductor que nos servirán para el cálculo de la caída de tensión.

| Sección Transversal mm ² | Resistencia a 90°C en C.A. Ω/Km | Reactancia Inductiva en Ω/Km |
|-------------------------------------|---------------------------------|------------------------------|
| 21.158 (4 AWG) | 1.747 | 0.1087 |
| 33.6 (2 AWG) | 1.100 | 0.3262 |
| 53.5 (1/0 AWG) | 0.691 | 0.3176 |
| 67.5 (2/0 AWG) | 0.548 | 0.3090 |
| 85.0 (3/0 AWG) | 0.435 | 0.0949 |

Resistencia y reactancia inductiva del cable de baja tensión XLP

Tabla 4.6

Para calcular las caídas de tensión en los circuitos de baja tensión, se consideraron los circuitos trifásicos de mayor longitud y se tomaron las corrientes de fase, ya que los circuitos se encuentran balanceados.



***Transformador: E1 150 KVA**

Circuito: C1

Distancia al registro más lejano: 0.135 Km.

KVA =

(CARGA POR USUARIO 1F × N° DE USUARIOS 1F) +

(CARGA POR USUARIO 2F × N° USUSARIOS 2F) +

(CARGA POR USUARIO 3F) × N° DE USUARIOS 3F)

$$\mathbf{KVA = (1.1 \times 83) + (2.5 \times 15) + (4 \times 2) = 136.8}$$

Corriente de carga por circuito:

$$I_{c1} = \frac{\mathbf{KVA}}{\mathbf{KV \ del \ lado \ secundario \ del \ transformador}}$$

$$I_{c1} = \frac{\mathbf{68.39 \ KVA}}{\mathbf{0.24KV}} = \mathbf{284.95 \ A.}$$

$$I_{fase \ A} = \frac{\mathbf{284.95}}{\mathbf{3}} = \mathbf{94.98 \ A.}$$

Corriente acumulada de la fase A del circuito C1 = 94.98 A

Impedancia del Conductor.

$$\mathbf{Z = \sqrt{R^2 + X^2}}$$



Donde:

R= Resistencia del conductor en Ohms/Km.

X= Reactancia del conductor Ohms/Km.

$$Z = \sqrt{0.435^2 + 0.0949^2} = 0.4452 \Omega/Km.$$

Caída de tensión del transformador al registro más lejano:

$$\Delta V = (I)(Z)(2L)$$

Donde:

ΔV = Caída de Tensión (Volts)

L = Longitud de línea, en Km

Z = Impedancia de la línea.

I = Corriente acumulada del circuito.

$$\Delta V = (2)(0.135 km)(94.98 A)(0.4452 \Omega/Km) = 11.4 A.$$

Caída de tensión en %.

$$\Delta V(\%) = \frac{11.4}{240} \times 100 = 4.75 \%$$



***Transformador: E2 112.5 KVA**

Circuito: C1

Distancia al registro más lejano: 0.140 Km.

KVA =

(CARGA POR USUARIO 1F × N° DE USUARIOS 1F) +

(CARGA POR USUARIO 2F × N° USUSARIOS 2F) +

(CARGA POR USUARIO 3F × N° DE USUARIOS 3F)

$$\mathbf{KVA = (1.1 \times 32) + (2.5 \times 6) + (4 \times 1) = 54.2}$$

Corriente de carga por circuito.

$$I_{c1} = \frac{\mathbf{KVA}}{\mathbf{KV \ del \ lado \ secundario \ del \ transformador}}$$

$$I_{c1} = \frac{\mathbf{54.2 \ KVA}}{\mathbf{0.24KV}} = \mathbf{225.8 \ A.}$$

$$I_{fase \ A} = \frac{\mathbf{225.8}}{\mathbf{3}} = \mathbf{75.26 \ A.}$$

Corriente acumulada de la fase A del circuito C1 = 75.26 A

Impedancia del Conductor.

$$\mathbf{Z = \sqrt{R^2 + X^2}}$$

Donde:

R= Resistencia Del Conductor En Ohms/Km.

X= Reactancia Del Conductor Ohms/Km.

$$\mathbf{Z = \sqrt{0.435^2 + 0.0949^2} = 0.4452 \ \Omega/Km.}$$



Caída de tensión del transformador al registro más lejano:

$$\Delta V = (I)(Z)(2L)$$

Donde:

ΔV = Caída de Tensión (Volts)

L = Longitud de línea, en Km

Z = Impedancia de la línea.

I = Corriente acumulada del circuito.

$$\Delta V = (2)(0.140 \text{ km})(75.26 \text{ A})(0.4452 \Omega/\text{Km}) = 9.38 \text{ A.}$$

Caída de tensión en %.

$$\Delta V(\%) = \frac{9.38}{240} \times 100 = 3.9\%$$

*** Transformador: E3 112.5 KVA**

Circuito: C1

Distancia al registro más lejano: 0.120 Km.

KVA =

$$\begin{aligned} & (\text{CARGA POR USUARIO 1F} \times \text{N}^\circ \text{ DE USUARIOS 1F}) + \\ & (\text{CARGA POR USUARIO 2F} \times \text{N}^\circ \text{ USUSARIOS 2F}) + \\ & (\text{CARGA POR USUARIO 3F} \times \text{N}^\circ \text{ DE USUARIOS 3F}) \end{aligned}$$

$$KVA = (1.1 \times 32) + (2.5 \times 6) = 50.2$$

Corriente de carga por circuito.

$$I_{c1} = \frac{KVA}{KV \text{ del lado secundario del transformador}}$$

$$I_{c1} = \frac{50.2 \text{ KVA}}{0.24KV} = 209.17 \text{ A.}$$



$$I_{fase A} = \frac{209.17}{3} = 69.73 \text{ A.}$$

Corriente acumulada de la fase A del circuito C1 = 69.73 A

Impedancia del Conductor.

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

Donde:

R= Resistencia del conductor en Ohms/Km.

X=Reactancia del conductor Ohms/Km.

$$Z = \sqrt{0.435^2 + 0.0949^2} = 0.4452 \Omega/Km.$$

Caída de tensión del transformador al registro más lejano:

$$\Delta V = (I)(Z)(2L)$$

Donde:

ΔV = Caída de Tensión (Volts)

L = Longitud de línea, en Km

Z = Impedancia de la línea.

I = Corriente acumulada del circuito.

$$\Delta V = (2)(0.120 \text{ km})(69.73 \text{ A})(0.4452 \Omega/Km) = 7.45 \text{ V.}$$

Caída de tensión en %.

$$\Delta V(\%) = \frac{7.45}{240} \times 100 = 3.1\%$$



***Transformador: E4 75 KVA**

Circuito: C1

Distancia al registro más lejano: 0.127 Km.

KVA =

(CARGA POR USUARIO 1F × N° DE USUARIOS 1F) +

(CARGA POR USUARIO 2F × N° USUARIOS 2F) +

(CARGA POR USUARIO 3F × N° DE USUARIOS 3F)

$$KVA = (1.1 \times 45) + (2.5 \times 5) + (2 \times 4) = 70 \text{ KVA}$$

Corriente de carga por circuito.

$$I_{c1} = \frac{KVA}{KV \text{ del lado secundario del transformador}}$$

$$I_{c1} = \frac{70 \text{ KVA}}{0.24KV} = 291 \text{ A.}$$

$$I_{fase A} = \frac{291}{3} = 97.22 \text{ A.}$$

Corriente acumulada de la fase A del circuito C1 = 97.22 A

Impedancia del Conductor.

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

Donde:

R= resistencia del conductor en Ohms/Km.

X= Reactancia del conductor Ohms/Km.

$$Z = \sqrt{0.435^2 + 0.0949^2} = 0.4452 \Omega/Km.$$



Caída de tensión del transformador al registro más lejano:

$$\Delta V = (I)(Z)(2L)$$

Donde:

ΔV = Caída de Tensión (Volts)

L = Longitud de línea, en Km

Z = Impedancia de la línea.

I = Corriente acumulada del circuito.

$$\Delta V = (2)(0.127 \text{ km})(97.22 \text{ A})(0.4452 \Omega/\text{Km}) = 10.99 \text{ V.}$$

Caída de tensión en %.

$$\Delta V(\%) = \frac{10.99}{240} \times 100 = 4.57 \%$$

***Transformador: E5 75 KVA**

Circuito: C1

Distancia al registro más lejano: 0.095 Km.

KVA =

(CARGA POR USUARIO 1F × N° DE USUARIOS 1F) +

(CARGA POR USUARIO 2F × N° USUARIOS 2F) +

(CARGA POR USUARIO 3F × N° DE USUARIOS 3F)

$$KVA = (1.1 \times 45) + (2.5 \times 5) + (1 \times 4) = 66 \text{ KVA}$$

Corriente de carga por circuito.

$$I_{c1} = \frac{KVA}{KV \text{ del lado secundario del transformador}}$$

$$I_{c1} = \frac{66 \text{ KVA}}{0.24 \text{ KV}} = 275 \text{ A.}$$



$$I_{fase A} = \frac{275}{3} = 91.6 A.$$

Corriente acumulada de la fase A del circuito C1 = 91.6 A

Impedancia del Conductor.

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2}$$

Donde:

R= Resistencia del conductor en Ohms/Km.

X= Reactancia del conductor Ohms/Km.

$$Z = \sqrt{0.435^2 + 0.0949^2} = 0.4452 \Omega/Km.$$

Caída de tensión del transformador al registro más lejano:

$$\Delta V = (I)(Z)(2L)$$

Donde:

ΔV = Caída de Tensión (Volts)

L = Longitud de línea, en Km

Z = Impedancia de la línea.

I = Corriente acumulada del circuito.

$$\Delta V = (2)(0.095 km)(91.6 A)(0.4452 \Omega/Km) = 7.74 V.$$

Caída de tensión en %.

$$\Delta V(\%) = \frac{7.74}{240} \times 100 = 3.23 \%$$

***Como se observa los valores obtenidos en las caídas de tensión de los circuitos de mayor longitud de cada transformador, son menores al 5% establecido en las Normas de distribución subterráneas, por lo tanto se cumplen con los requisitos.**



4.1.6 Transición de Líneas de Media Tensión Aéreo Subterráneas.

Se instalarán 4 transiciones Trifásicas Aéreo Subterráneas en los puntos indicados en el plano de acuerdo a la Norma de Distribución Construcción-Líneas-Subterráneas, apartado transiciones CFE-MT-TS200CCF.

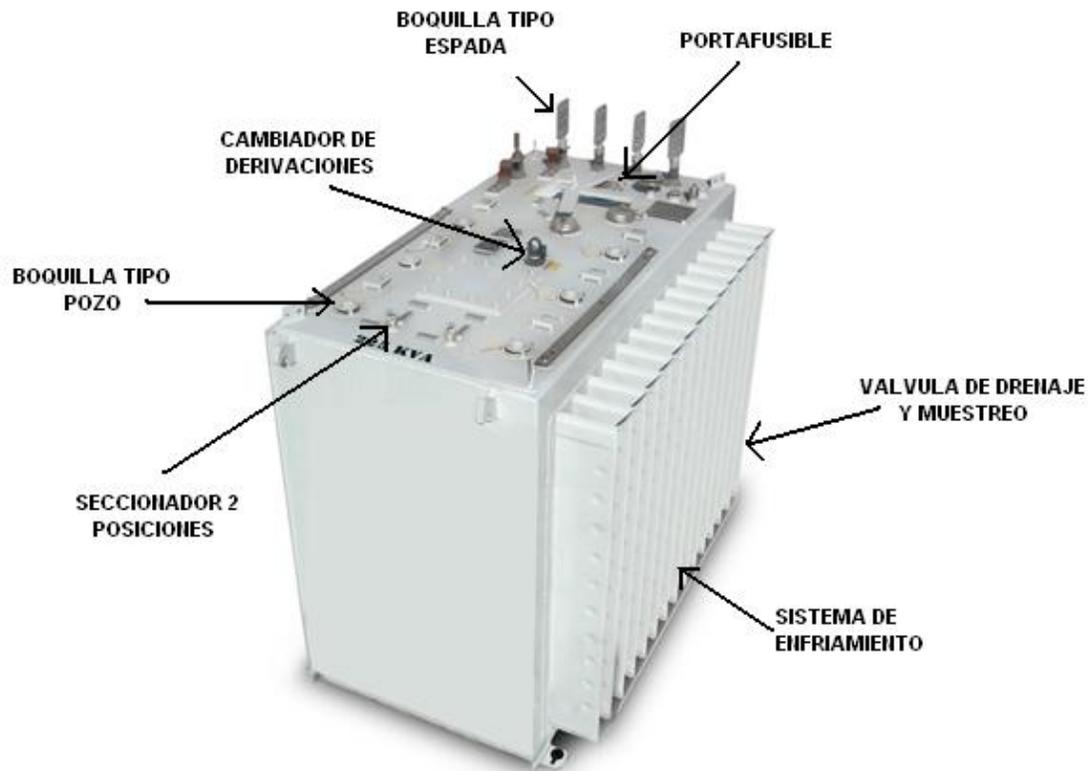
Se deben instalar apartarrayos del tipo RISER POLE en las transiciones y de frente muerto en los puntos normalmente abiertos de los anillos y en el último transformador de cada ramal radial.

4.1.7 Características del Equipo de Transformación, Seccionalización, Protección, Indicadores de Fallas, Accesorios de Media Y Baja Tensión que se Instalara.

- ***Transformadores trifásicos tipo sumergibles con operación en anillo de 150, 112.5, 75 KVA.***

Se utilizará un transformador trifásico sumergible de 150 KVA, 2 transformadores trifásicos sumergibles de 112.5 KVA, 2 transformadores trifásicos sumergibles de 75 KVA, dando un total de 5 transformadores, todos con operación en anillo, con un voltaje en el devanado primario de 13.2 KV y en el devanado secundario 220/127 V, estando ambos devanados conectados en estrella-estrella aterrizada, 4 derivaciones con un 2.5%, 2 arriba y 2 abajo del voltaje nominal cada una, frecuencia de 60 Hz, enfriamiento natural en aceite, fusibles en Media Tensión, con seccionadores en anillo y radial 2300 MSNM, y clase de aislamiento A65. Especificaciones, CFE K0000-22 -Transformadores trifásicos tipo sumergible hasta 225 KVA para Distribución Subterránea.

Uso en Transformación de tensión de Redes de Distribución Comercial Subterránea.



Características del Transformador

Fig. 4.7

Son equipos seguros, compactos, estéticos e incluyen diversos elementos que protegen al equipo y a las redes eléctricas. Estos transformadores pueden usarse en forma privada residencial, comercial o industrial. Para estos usos, aplican las normas: NOM-002-SEDE, NMX-J-287-ANCE, NMX-J-116-ANCE, NMX-J-123-ANCE.

Así mismo, estos transformadores pueden cederse a la CFE en aplicaciones residenciales o comerciales cuando se fabrican bajo las normas: CFE-K0000-22, CFE-K0000-05.



▪ **Aplicaciones:**

Está diseñado para operar en instalaciones eléctricas subterráneas, garantizando máxima estética, seguridad y confiabilidad. Además, optimiza al máximo los espacios y elimina totalmente la contaminación visual.

Se utilizan en lugares donde la seguridad y la estética son un factor decisivo, tales como:

- Fraccionamientos residenciales.
- Centros vacacionales y recreativos.
- Centros comerciales.
- Hoteles.
- Pequeñas y medianas empresas de primer nivel.

Ventajas:

- Mayor confiabilidad de operación respecto a otros sistemas de distribución.
- Facilidad de acceso.
- Mayor seguridad.
- Optimización del uso del espacio.
- Mayor plusvalía para la propiedad.
- Instalaciones menos expuestas al medio ambiente y vandalismo.
- Eliminación total de la contaminación visual.

Características:

- 55°C o 65°C de sobre-elevación de temperatura.
- Interruptor termo magnético opcional hasta 500 KVA.
- Tanque reforzado de acero al carbón o acero inoxidable.
- Totalmente sellado.



-
- Cambiador de derivaciones de operación exterior con manivela de material inoxidable.
 - Boquillas de alta tensión tipo pozo.
 - Boquillas de alta tensión tipo muelle.
 - Recubrimiento especial para evitar la corrosión.

Accesorios Incluidos:

- Boquillas de media y baja tensión desmontable
- Niple con tapón de material a prueba de intemperie en el tanque.
- Placa de datos de material anticorrosivo.
- Tapón combinado para drenaje y muestreo.
- Soporte para boquilla estacionaria.
- Empaques de material elastomérico y compatibles con el líquido aislante.

Pruebas Aplicables:

- Cortocircuito.
- Impulso por rayo normalizado.
- Elevación de temperatura de los devanados.
- Inmersión total bajo líquidos: 12,000 litros de agua sucia con 150 Kg de sal. 20 horas de operación a carga máxima y 14 horas en reposo.
- Simulación de condición de transporte.



✚ Protección de los Transformadores.

- *En alta tensión:*

En este caso el transformador ya cuenta con fusible limitador de corriente de rango parcial de operación interna, conectado en serie con un fusible de expulsión, de doble elemento tipo bayoneta, de operación interna, removible desde el exterior por medio de pértiga. Además, posee un indicador de falla remoto (opcional).

- *En baja tensión:*

Contara con un protector termomagnéticos.

✚ Accesorios de media tensión.

Los accesorios mencionados a continuación tendrán una tensión de operación de 8.3 KV (de fase a tierra) con un BIL de 95 KV, debiendo cumplir con la norma ANSI/IEEE-386-1996. Se realizara la construcción de la red en sistemas de 200 Amperes, con accesorios separables para todos los puntos de conexión. Los accesorios de media tensión utilizados para este proyecto serán para 13.2 KV y estarán ubicados en los lugares que se especifican en los planos anexos a esta memoria.

| DESCRIPCIÓN | ESPECIACIONES |
|---|----------------------------------|
| TERMINAL TERMOCONTRACTIL 15-1/0-E | NMX-J-199-ANCE-2002 |
| CCF DE POTENCIA | V4100-28 |
| APARTARRAYOS TIPO RISER POLE 12 KV | VA400-43 REV. JUN. 98 |
| ADAPTADOR DE PANTALLA DE TIERRA 3/0 | NMX-J-199-ANCE-2002 HERMETICIDAD |
| CONECTOR TIPO CODO 15-200-0CC CAL 3/0 | NMX-J-404-1980 |
| FUSIBLE TIPO CODO F1-200-0CC CAL 3/0 | NMX-J-404-1980 |
| BOQUILLA DOBLE INSERTO 15-200 OCC | NMX-J-404-1980 |
| TAPÓN AISLADOS 200 OCC | NMX-J-404-1980 |
| APARTARRAYOS TIPO INSERTO 200 OCC 15KV. | VA400-43 y ANSI 386 1996 |
| APARTARRAYOS TIPO CODO 200 OCC | VA400-43 Y ANSI 386 1996 |

Accesorios de Media Tensión.

Fig. 4.8



Indicadores de Fallas.

Se instalarán indicadores de falla 1F 200 A de reposición automática en las derivaciones de cada uno de los ramales y en el lado fuente de los transformadores. Bajo las especificaciones GCUI0-68 de la norma de distribución-construcción de líneas subterráneas. Se instalarán indicadores de falla 1F 200 A de reposición automática en las derivaciones de cada uno de los ramales y en el lado fuente de los transformadores. Bajo las especificaciones GCUI0-68 de la norma de distribución-construcción de líneas subterráneas.

Accesorios de baja Tensión:

Los accesorios de baja tensión utilizados para este proyecto estarán ubicados en los lugares que se especifican en los planos anexos a esta memoria.

- Conector múltiple mecánico de 10 vías.
- Conector múltiple mecánico de 8 vías
- Conector múltiple mecánico de 6 vías
- Conector múltiple mecánico de 4 vías
- Conector a compresión tipo zapata cal. 3/0 de 2 perforaciones.
- Conector a compresión tipo zapata cal. 1/0 de 2 perforaciones.



4.1.8 Descripción de la Red.

4.1.8.1 Media Tensión.

Los circuitos aéreos que alimentan el proyecto subterráneo son sistemas 3 fases-4hilos.

Se considera la construcción de red de media tensión utilizando conductor de aluminio con aislamiento tipo XLP clase 15 KV, con aislamiento al 100%, utilizando calibre desnudo calibre 2 AWG, para el neutro, el cual se conectara a la varilla de tierra por medio de la soldadura fundente en cada registro de media tensión en donde existan accesorios y en los remates de circuitos.

Dentro de las consideraciones de construcción de la red se proyecto alimentación 3 F-3H para alimentar a los transformadores trifásicos ya que se cuenta con acometidas trifásicas en la red actual y teniendo solo una acometida en media tensión 3F-3H. Se dejara una coca en todos los registros de media la cual servirá para cuando existan derivaciones en el futuro, se instalara soporteria para apoyo de cables en las caras laterales de los registros en donde se ubique equipo o accesorios.

4.1.8.2 Baja Tensión.

Se utilizaran arreglos de conductores de 3F-4H con conductor cuádruplex 3+1 (1/0-2) XLP ,600 volts.

La longitud máxima de los circuitos de red secundaria será de acuerdo a la caída de tensión calculada.



4.1.8.3 Acometidas.

Se instalarán acometidas a usuarios desde el registro de baja tensión a las bases de medición. Procurando no exceder las distancias máximas permitidas para acometidas especificadas por las normas de CFE.

Se cuenta con una sola acometida en media tensión en donde se instalara cable de potencia AL (3/0) XLP – 15 KV y cable para neutro corrido cobre (Cu) No.2 desnudo.

Para acometidas en servicios monofásicos de baja tensión se instalara conductor de aluminio calibre 8 monopolar (1F-2H).

Para acometidas bifásicas se instalara conductor de aluminio calibre 6 triplex (2F-3H).

Para acometidas trifásicas se instalara conductor de aluminio calibre 6 cuádruplex (3F-4H).



4.1.9 Sistema de Tierras.

✓ Sistema de Tierras en registros y Transformadores de Distribución.

Se requiere la instalación y conexión del sistema de tierras mediante soldadura CADWELL, para garantizar una buena conexión eléctrica, en todos los registros de la red subterránea que cuenten con equipo eléctrico, tanques de cada uno de los transformadores.

En el caso de los accesorios y conductores, se deberá conectarse a tierra de acuerdo a las especificaciones de CFE.

El valor de sistema de tierra será de 10 Ohms en épocas de estiaje y de 5 Ohms en época de lluvia.

4.1.9.1 Calculo de Malla de Tierras.

Se diseñara una red de tierras para la subestación con mayor capacidad ya que así lo requiere CFE.

- Se calculara la red de tierras para el transformador de 150 kVA 13200YT/240/120 cuya superficie será de 4 x 4 m.
- La Corriente de corto circuito trifásica que tenemos en el punto de la transición es de 4127 amperes.
- La Resistencia del terreno es de 100 Ω
- Se utilizara electrodos cooperwel de 15.8 (5/8) de diámetro por 3.05 m de longitud.
- La profundidad de la malla será de 0.6 m a partir la superficie de la bóveda

Resistividad el terreno

$$\rho = \frac{2\pi \times r \times l}{\ln \frac{2.943 \times l}{d}}$$

$$\rho = \frac{2\pi \times 100 \times 0.6}{\ln \frac{2.943 \times 0.6}{0.0158}} = 80 \Omega.m$$



➤ **Corriente máxima de falla**

Por el tiempo de duración de la falla: al ocurrir una falla, los interruptores abren eliminando en un tiempo aproximado de 0.1 segundos equivalente a 6 ciclos.

Se aplica el factor de 1.25

$$I_{cc} \text{ Max. En baja tensión} = 4127 \times 1.25 = 5158.75 \text{ amperes}$$

➤ **Calculo de la selección del Conductor:**

De la tabla de Onderdonk, considerando conexiones soldables y una falla con duración menor a los 0.1 segundos, tenemos que el calibre mínimo recomendado para evitar la fusión del cable se determina con la constante de 6.5 cm. / Amp. Por lo que la sección mínima del conductor será:

$$S = I_{cc} \times K_{ON}$$

Donde:

S=sección del conductor en c.m.

KON = Constante de Onderdonk.

De las condiciones del problema tenemos:

$$S = 5158.75 \times 6.5 = 33531.875 \text{ Circular Mil}$$

$$1 \text{ circular mil} = 5.0670 \times 10^{-4} \text{ mm}^2$$



Por lo tanto tenemos un conductor de un área transversal de
 $Area\ Transversal = 5.0670 \times 10^{-4} mm^2 \times 33531\ CM = 16.99\ mm^2$

La cual se aproxima al calibre 4 AWG (21.15 mm²) y tomando en consideración la normatividad y la resistencia mecánica, ocuparemos un conductor desnudo de cobre calibre 1/0 AWG (53.48 mm²).

➤ **Longitud y pre diseño**

Calculo de la longitud del conductor

$$L = \frac{K_m K_i \rho I_{cc} \sqrt{t}}{116 + 0.117 \rho_s}$$

En donde:

L=longitud del conductor enterrado para mantener voltaje de malla dentro de los valores de seguridad.

K_m=Coeficiente que depende del número de conductores en paralelo (*n*), su espaciamento (*D*), su diámetro (*d*), y su profundidad (*h*) de la red.

K_i= coeficiente de corrección por irregularidades del flujo de corriente a tierra.

ρ=resistividad del terreno = 80 Ω . M.

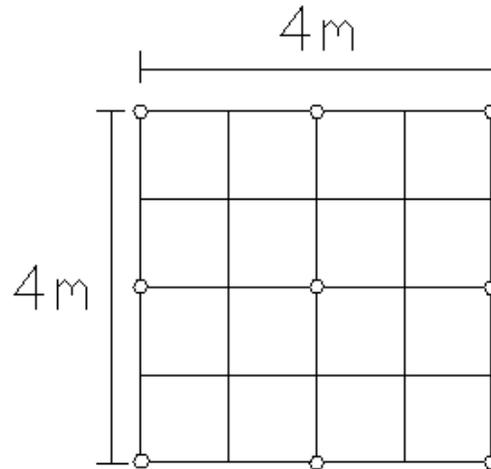
I_{cc}=corriente de falla ajustada = 5158.75

t= duración de falla =0.1 segundos.

ρ_s=resistividad de la superficie del terreno= 3000 Ω .m



Se propone una malla de tierra con el siguiente diseño:



Diseño de Malla de Tierras.

FIG. 4.9

Calculamos Km por medio de la siguiente fórmula:

$$Km = \frac{1}{2 \times 3.1416} \times \ln\left(\frac{D^2}{16hd}\right) + \frac{1}{3.1416} \times \ln\left(\frac{3}{4} \times \frac{5}{6} \times \frac{7}{8} \dots n\right)$$

En donde:

D= Espaciamiento de conductores es de 1m

d= Diámetro del conductor en es de 0.008251 m (1/0 AWG)

h= Profundidad de enterramiento de la red = 0.6 m.

n= número de conductores en paralelo= 3

Sustituyendo los valores tenemos que:

$$Km = \frac{1}{2\pi} \times \ln\left(\frac{1^2}{10(0.6)(0.008251)}\right) + \frac{1}{\pi} \times \ln\left(\frac{3}{4} \times \frac{5}{6} \times \frac{7}{8}\right) = 0.210$$



Ahora calcularemos K_i .

$$K_i = 0.650 + 0.172(n)$$

$$K_i = 0.650 + 0.172(3) = 1.16$$

Sustituyendo estos valores en la fórmula anterior obtenemos la longitud del conductor requerida.

$$L = \frac{(0.21)(1.16)(80)(5158.75)\sqrt{0.1}}{116 + 0.117(3000)} = 68m$$

Podemos determinar que nuestro prediseño es correcto por que tiene una longitud de:

$$5 \text{ varillas de } 3.05 \text{ m} = 15.25$$

$$4 \text{ varillas de } 6 \text{ m} = 24$$

$$10 \text{ tramos de } 4 = 40$$

Por lo que tenemos 79.25 m y se le podría agregar un porcentaje de desperdicio del 1% por lo que se tendría 80 m

➤ **Calculo de potencial de contacto o de Malla:**

Emplearemos la siguiente fórmula:

$$V_c = K_m K_i \rho \frac{I_{CC}}{L}$$

$$V_c = (0.21)(1.16)(80) \frac{5158.75}{80} = 1256.7V$$



Comparamos este valor con el potencial de contacto permisible para el cuerpo humano:

$$V_{c_1} = \frac{165 + 0.25\rho_s}{\sqrt{t}}$$

$$V_{c_1} = \frac{165 + 0.25(3500)}{\sqrt{0.1}} = 3288.76 \text{ V}$$

***Observamos que el potencial de contacto de la malla es mucho menor que el potencial de contacto del cuerpo humano por lo que el cuerpo humano toleraría en caso de presentarse dicho potencial.**

➤ **Calculo de potencial de paso.**

Empleamos la formula:

$$V_P = K_S K_i \rho \frac{I_{CC}}{L}$$

En donde:

K_s = coeficiente que involucra h , D y d ya definidos que se obtienen con la siguiente fórmula:

$$K_s = \frac{1}{3.1416} \left(\frac{1}{2h} + \frac{1}{D+h} + \frac{1}{2D} + \frac{1}{3D} \right)$$

Número de conductores en la malla.

Sustituyendo los valores

$$K_s = \frac{1}{3.1416} \left(\frac{1}{2(0.6)} + \frac{1}{2+(0.6)} + \frac{1}{2 \times 2} + \frac{1}{3 \times 2} + \frac{1}{4 \times 2} + \frac{1}{5 \times 2} \right) = 0.59$$



Por lo tanto:

$$V_p = (0.59)(1.16)(80) \frac{5158.75}{80} = 3530.6 \text{ Volts}$$

Comparamos este valor con el potencial de contacto permisible para el cuerpo humano:

$$V_{P_1} = \frac{165 + 3500}{\sqrt{0.1}} = 11589.7 \text{ Volts}$$

***Comparando los valores del Potencial de paso de la malla y potencial de paso del cuerpo humano observamos que el voltaje de paso de la malla es mucho menor y por lo tanto la malla es segura porque el cuerpo humano toleraría este voltaje en caso de que se presentara.**

➤ **Resistencia de la Red**

$$R_t = \frac{\rho}{4r} + \frac{\rho}{L}$$

R =radio equivalente de un circuito que tiene la misma área.

$$\begin{aligned} \pi r^2 &= A & r &= \sqrt{\frac{A}{\pi}} = 2.256 \text{ m} \\ \pi r^2 &= 16 & R_t &= \frac{80}{4 \times 2.256} + \frac{80}{80} = 9.86 \Omega \end{aligned}$$

***Con esto podemos comprobar que el diseño cumple con los requerimientos que la empresa suministradora CFE nos pide en sus normatividades vigentes q el valor de la Resistencia a tierra sea menor a 10Ω en épocas de estiaje.**



✓ **Mejoramiento de la resistencia de puesta a tierra.**

Tratamiento de suelo.

El tratamiento del suelo se efectúa realizando una excavación para instalar la varilla y el relleno el hueco con tierra negra, carbón, sales y compuestos con menor resistividad (concreto, bentonita y gel).

El tratamiento se basa en el uso de materiales de relleno con menor resistividad, tales como tierra negra (50 Ω m.), concreto (40 Ω m), bentonita (2.5 Ω m.) y gel (< Ω m).

✓ **Diseño Mejoramiento de la resistencia a tierra.**

La selección de una de las alternativas dependerá de la resistividad del terreno y del valor que se quiere alcanzar, ya que el tratamiento del terreno (a excepción del concreto, la bentonita y el gel) se deteriora con el transcurso del tiempo, si no se toman las precauciones para que permanezca dicho tratamiento.

4.2 Descripción de la Obra Civil.

La obra civil se apega a las normas, especificaciones, instructivo del fabricante, y de CFE para realizar la construcción de la obra con el fin de dejar en condiciones de operación óptima, el equipo o cualquier componente de la red.



4.2.1 Registros de Media y Baja Tensión.

Se utilizarán registros prefabricados tipo 3 y 4 para M.T. en arroyo y/o banqueta y registros prefabricados tipo 2 para B.T: en arroyo y/o banqueta; y materiales para la instalación, a lo largo de la trayectoria subterránea ya sea de paso o para deflexión. Se procurará que la distancia entre registros no sea mayor a 150 metros, esto por lo complicado del cableado en distancias mayores.

También deberá incluir todo el herraje y soporteria necesario para el acomodo del conductor de potencia y señalamiento considerando:

- Excavación
- Instalación de tubo PAD
- Relleno, compactado y nivelado considerando los desniveles a consecuencia del terreno.
- Impermeabilización de los registros
- Instalación de soporteria para cables de potencia.
- Abocinado de salida de ductos.
- Limpieza de registros
- Conexión del sistema de tierra con el neutro corrido y a electrodos, con conexiones soldables.
- Rotulado de la nomenclatura e identificación de las líneas, pintado interior y exterior, en cada uno de los registros.

Además que se adecuarán los registros para recibir poliducto por los lados del registro que no estén habilitados y/o sellar las perforaciones de los bancos de ductos.



4.2.2 Instalación de Ductos.

Los conductores serán alojados en ductos de polietileno de alta densidad, instalándose una fase por ducto. Se utilizarán ductos de polietileno de alta densidad PAD de 2" RD 21, empleándose tramos continuos de registro a registro, no se utilizarán uniones. Se requerirá de cinta de polipropileno para seguridad y posterior sellado de ducto con espuma de polietileno como se ilustra en la foto.



Instalación de banco de ductos

FIG. 4.10

4.2.3 Acometidas.

Se instalará ducto de Polietileno de Alta Densidad de los registros de Media y Baja Tensión a la base del medidor (monofásica, bifásica y trifásica), SE (Subestación) particulares del cliente y tableros de concentración de medidores que se utilizarán para alojar el conductor para el suministro del servicio de energía eléctrica, se deberá considerar dentro de este punto, lo siguiente:

- Instalación de ductos de Polietileno de alta densidad de 1" para servicios monofásicos.
- Instalación de ductos de polietileno de Alta Densidad de 1 1/2" para servicios bifásicos, trifásicos y concentración de medidores.
- Instalación de ductos de Polietileno de alta densidad de 2" para acometidas en media tensión considerando un ducto por fase.



-
- Ranurado de muros del nivel de banqueteta hasta la base del medidor.
 - Excavación en banquetetas
 - Demolición y corte de concreto, adoquín, banquetetas, cunetas, guarniciones, jardines.
 - Restitución de acabados (muros, adoquín, banquetetas, cunetas, guarniciones, Jardines, etc.) a su estado inicial.
 - Empotrado de bases nuevas para equipo de medición (monofásica, bifásica y trifásica).
 - Reinstalación del equipo de medición existente a la nueva base.
 - Acoplamiento del ducto con las bases y/o tableros de concentraciones existentes de los usuarios.
 - Acoplamientos de las bases con la instalación del usuario.

4.2.4 Excavación a Cielo Abierto.

La construcción de banco de ductos se realizara con excavación a cielo abierto, el retiro del material producto de la excavación se deberá depositar en los bancos de retiro o desperdicio autorizados. Se deberá tomar en cuenta que para la construcción del banco de ductos se realizaran excavaciones a lo largo de la trayectoria en sitios donde el acabado existente es en concreto, asfalto, banquetetas, adoquín, pasto, etc. Por lo que al término deberá quedar en el mismo estado. Así se incluirá la señalización correspondiente, de acuerdo a lo indicado en la norma de Distribución-construcción líneas-Subterráneas.

Se cubrirán con arena y se instalaran de forma que no pueda perjudicarles la presión o asientos del terreno, a unos 30 cm. Se colocara una malla de señalización de peligro (220 volts).

La profundidad de la zanja para la instalación de los conductores será de 0.8 m en algunos ocasiones.



4.2.5. Identificación.

Se instalarán en los cables de potencia placas de plástico PVC tipo trivitel que contendrán los datos necesarios para la identificación de los cables de potencia en la línea. Todos los cables de potencia de la línea deberán ser identificados en cada terminal, empalmes, en todos los puntos intermedios, puntos de transición y en general en todo lugar donde el cable sea visible.

Para ello, se usaran marbetes en forma rectangular para una sola línea, para dos líneas uno será rectangular y el otro será triangular.

Estos marbetes deberán sujetarse al cable con amarres plástico de 30 cm de largo. La fase A será de color rojo, letras blancas; la fase B será de color amarillo, con letras negras.

Los datos serán gravados bajo relieve y en el caso de que el número de datos a marcar requiera de mayor espacio.

Datos necesarios son:

- Numero de alimentador
- Fase
- Calibre y material del conductor
- Tipo de aislamiento
- Tensión de operación



4.3 Costo De Material Y Mano de Obra Para de la Red Subterránea.

El siguiente análisis de costos de la Ejecución de Proyecto se desarrollo mediante la elaboración de las tarjetas de precios unitarios, obtenías a través de una estimación de costos de varias empresas dedicadas a la construcción de Redes de Distribución Subterráneas.

Mostrando y desglosando cada actividad que se tiene que realizar en la ejecución de dicho proyecto, en cuanto a obra civil, Electromecánica, Eléctrica, material en Media y Baja Tensión se refiere. Dando un costo real.



4.3.1 Costo de Material.

| BAJA TENSIÓN | | | | | | | | |
|---|---|-----------------------|--------|---------------------------|---------|---|-------|---------------------|
| R.D. SUBTERRÁNEA DEL BARRIO DE XOCHIMILCO | | | | | | | | |
| RELACIÓN DE MATERIALES BAJA TENSIÓN SUBTERRÁNEA | | | | P. UNIT. | U.S.D. | R.D. SUBTERRÁNEA DEL BARRIO DE XOCHIMILCO | TOTAL | \$ TOTAL |
| CÓDIGO R/3 | CONCEPTO | ESPECIFICACIÓN. | UNIDAD | | | | | |
| 11507 | CABLE AL-XLP 2C/1N (3/0-1/0) | E0000-02 REV. JUL. 03 | M. | \$75,00 | | 263 | 263 | \$19.725,00 |
| 11503 | CABLE AL-XLP 3C/1N (1/0-2) | E0000-02 REV. JUL. 03 | M. | \$92,16 | \$8,04 | 904 | 904 | \$83.312,64 |
| | EMPALME EN BAJA TENSIÓN (PARA CABLE DE BAJA Y ACOMETIDA) 3M | | PZA. | \$110,00 | | 14 | 14 | \$1.540,00 |
| 13172 | CONECTADOR MÚLTIPLE 600 (8) | NMX- J- 519-ANCE-1999 | PZA. | \$235,75 | \$25,57 | 40 | 40 | \$9.430,00 |
| 11049 | CONECTADOR MÚLTIPLE 600 (6) B.T. | NMX- J- 519-ANCE-1999 | PZA. | \$205,38 | \$19,00 | 60 | 60 | \$12.322,80 |
| 11048 | CONECTADOR MÚLTIPLE 600 (4) | NMX- J- 519-ANCE-1999 | PZA. | \$104,29 | \$9,10 | 80 | 80 | \$8.342,88 |
| 11080 | JUEGO DE CONEXIÓN TIPO CM-600(1/0) B.T. | NMX- J- 519-ANCE-1999 | JGO. | \$22,69 | \$1,98 | 180 | 180 | \$4.084,34 |
| 1053 | JUEGO DE CONEXIÓN TIPO CM-600(2) | NMX- J- 519-ANCE-1999 | JGO. | \$22,69 | \$1,98 | 120 | 120 | \$2.722,90 |
| C. LOCAL | CONECTADOR A COMPRESIÓN TIPO ZAPATA CAL. 3/0 KCM DE 2 PERFORACIONES CAÑÓN LARGO | | JGO. | \$30,00 | \$2,62 | 30 | 30 | \$900,00 |
| C. LOCAL | CONECTADOR A COMPRESIÓN TIPO ZAPATA CAL. 1/0 DE 2 PERFORACIONES CAÑÓN LARGO | | JGO. | \$45,00 | \$3,93 | 98 | 98 | \$4.410,00 |
| 445302 | ELECTRODO PARA TIERRA ACS 16 | | PZA. | \$252,12 | \$22,00 | 145 | 145 | \$36.557,40 |
| 387 | CONECTADOR MET-16 | | PZA. | \$148,98 | \$13,00 | | 0 | \$0,00 |
| 378404 | CABLE TW 10 | | M | \$22,92 | \$2,00 | 123 | 123 | \$2.819,16 |
| 648958 | CONECTADOR TIPO SOLDABLE | | PZA. | \$114,60 | \$10,00 | 120 | 120 | \$13.752,00 |
| | CONECTADOR CILÍNDRICO RRK-102 DE HOMAC | | PZA. | \$72,77 | \$6,35 | 48 | | |
| | | | | TOTAL BAJA TENSIÓN | | | | \$199.919,12 |



| MATERIALES MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEO 15 kV | | | | | | | |
|--|---|--------|--------------|----------|---|-------|--------------|
| R.D. SUBTERRÁNEA DEL BARRIO DE XOCHIMILCO | | | | | | | |
| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | UNIDAD | P. UNIT. | U.S.D. | R.D. SUBTERRÁNEA DEL BARRIO DE XOCHIMILCO | TOTAL | \$ TOTAL |
| 447632 | MVI 3-21-15 MODELO 22 (RESTAURADOR SUBTERRÁNEO) | PZA. | \$130.500,00 | \$0,00 | 2 | 2 | \$261.000,00 |
| 11116 | TERMINAL TERMOCONTRACTIL 15-3/0-E | PZA. | \$923,68 | \$80,60 | 3 | 3 | \$2.771,03 |
| 580 | CABLE DE COBRE 2 | Kg. | \$160,44 | \$14,00 | 480 | 480 | \$77.011,20 |
| 280140 | CABLE DE POTENCIA MONOPOLAR AI 3/0 XLP-15 | M. | \$114,60 | \$10,00 | 2712 | 2712 | \$310.795,20 |
| 280131 | CONECTOR DERIVADOR MÚLTIPLE 15-200 3 VÍAS OCC | PZA. | \$1.518,45 | \$132,50 | 12 | 12 | \$18.221,40 |
| 278595 | ADAPTADOR PANTALLA 200 (3/0) | PZA. | \$195,00 | \$17,02 | 12 | 12 | \$2.340,00 |
| 10270 | ADAPTADOR PARA PANTALLA DE TIERRA 1/0 | PZA. | \$192,00 | \$16,75 | 15 | 15 | \$2.880,00 |
| 280129 | CONECTADOR TIPO CODO 200 (15-OCC)1/0 | PZA. | \$309,42 | \$27,00 | 15 | 15 | \$4.641,30 |
| 279623 | INDICADOR DE FALLA (200) | PZA. | \$795,90 | \$69,45 | 15 | 15 | \$11.938,46 |
| 279524 | BOQUILLA TIPO INSERTO OCC | PZA. | \$338,41 | \$29,53 | 15 | 15 | \$5.076,21 |
| 447408 | APARTARRAYOS TIPO CODO 200/OCC-15 | PZA. | \$2.693,10 | \$235,00 | 15 | 15 | \$40.396,50 |
| 445302 | ELECTRODO PARA TIERRA ACS 16 | PZA. | \$114,60 | \$10,00 | 60 | 60 | \$6.876,00 |
| 648958 | CONECTADOR TIPO SOLDABLE | PZA. | \$57,30 | \$5,00 | 60 | 60 | \$3.438,00 |



| | | | | | | | | |
|--------|--|------|--------------|----------------------------|--|-----|-----------------------|--------------|
| | | | | | | | | |
| | TRANSFORMADOR 3F SUMERGIBLE D1SS-75-13200-240Y/120 C/INT. TERM. | PZA. | \$185.758,59 | | | 2 | 2 | \$371.517,18 |
| | TRANSFORMADOR 3F SUMERGIBLE D1SS-112.5-13200-240Y/120 C/INT. TERM. | PZA. | \$220.546,98 | | | 2 | 2 | \$441.093,96 |
| 353154 | TRANSFORMADOR 3F SUMERGIBLE D1SS-150-13200-240Y/120 C/INT. TERM. | PZA. | \$250.546,98 | | | 1 | 1 | \$250.546,98 |
| | OBRA CIVIL SOPORTERIA | | | | | | | |
| 10779 | BASTIDOR B3 (P/SUMERGIBLE) | PZA. | \$74,88 | | | 40 | 40 | \$2.995,20 |
| 10779 | CORREDERA FIERRO GALVANIZADO | PZA. | \$260,14 | \$22,70 | | 120 | 120 | \$31.217,04 |
| 10778 | MÉNSULA GALVANIZADA CS 25 | PZA. | \$57,30 | \$5,00 | | 180 | 180 | \$10.314,00 |
| 166517 | SOPORTE DE NEOPRENO P/MÉNSULA | PZA. | \$45,84 | \$4,00 | | 240 | 240 | \$11.001,60 |
| | | | | TOTAL MEDIA TENSIÓN | | | \$1.881.198,45 | |



| MATERIALES MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEO 15 kV | | | | | | | | |
|--|--------------------------------------|------------------------|--------|------------|----------|---|-------|--------------------|
| R.D. SUBTERRÁNEA DEL BARRIO DE XOCHIMILCO | | | | | | | | |
| CÓDIGO | DESCRIPCIÓN | ESPECIFICACIÓN. | UNIDAD | P. UNIT. | U.S.D. | R.D. SUBTERRÁNEA DEL BARRIO DE XOCHIMILCO | TOTAL | \$ TOTAL |
| 649283 | Conector tipo estribo, calibre s/r | | PZA. | \$171,90 | \$15,00 | 12 | 12 | \$2.062,80 |
| | Conector para línea energizada | | PZA. | \$16,73 | | 12 | 12 | \$200,76 |
| | Cable de Cobre desnudo 4AWG | | KG | \$57,64 | | 20 | 20 | \$1.152,80 |
| | Cruceta PV-75 | | PZA. | \$198,75 | | 4 | 4 | \$795,00 |
| | Fleje de acero inoxidable | | PZA. | \$19,32 | | 50 | 50 | \$966,00 |
| | Abrazadera UC | | PZA. | \$29,50 | | 8 | 12 | \$354,00 |
| 648990 | CCF DE POTENCIA | V4100-28 | PZA. | \$2.406,60 | \$210,00 | 12 | 12 | \$28.879,20 |
| | Soporte y sello polimérico (bota) | | PZA. | \$1.317,90 | \$115,00 | 12 | 12 | \$15.814,80 |
| 14006 | TERMINAL AT TERMOCONTRACTIL 15-1/0-E | NMX-J-199-ANCE-2002 | PZA. | \$748,91 | \$65,35 | 12 | 15 | \$11.233,67 |
| | APARTARRAYO RAYSER POL DE 12000 KV | VA400-43 REV. JUN. 98 | PZA. | \$522,58 | \$45,60 | 12 | 12 | \$6.270,91 |
| | ELECTRODO PARA TIERRA ACS 16 | LOCALIZAR EN ALMACENES | PZA. | \$114,60 | \$10,00 | 12 | 12 | \$1.375,20 |
| | CONECTOR TIPO SOLDABLE | LOCALIZAR EN ALMACENES | PZA. | \$57,30 | \$5,00 | 12 | 12 | \$687,60 |
| | TOTAL TRANSICIÓN | | | | | | | \$69.792,74 |



| CONCEPTO | COSTO |
|-----------------------------------|-----------------------|
| MATERIAL DE BAJA TENSIÓN | \$199,919.12 |
| MATERIAL DE MEDIA TENSIÓN. | \$1,881,198.45 |
| MATERIAL TRANSICIÓN | \$69,792.74 |
| TOTAL | \$2,150,910.31 |



4.3.2 Costo de Mano de Obra.

| CATALOGO DE CONCEPTOS DE MANO DE OBRA CIVIL | | | | | |
|---|--|------------|------------------|----------|--------------|
| NOMBRE DE LA OBRA: | R.D. SUBTERRÁNEA DEL BARRIO DE XOCHIMILCO | MUNICIPIO: | OAXACA DE JUÁREZ | | |
| VOLUMEN DE LA OBRA: | 7 REGISTRO DE MEDIA TENSIÓN, 162 REGISTROS DE BAJA TENSIÓN, 05 TRANSFORMADORES TIPO SUMERGIBLE TRIFÁSICOS | DISTRITO: | XOCHIMILCO | | |
| TIPO DE TERRENO: | NORMAL | | | | |
| TRABAJOS PRELIMINARES | | | | | |
| CÓDIGO | CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | IMPORTE |
| OCS1-S1B | CONSTRUCCIÓN DE UNA CEPA PARA BAJA TENSIÓN S1A PAD EN ARROYO, PARA CRUCE DE CALLE. INCLUYE TRAZO, EXCAVACIÓN, SUMINISTRO Y TENDIDO DE 1 DUCTO DE 2" RD 21, RELLENO COMPACTADO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA PARA SU CORRECTA TERMINACIÓN. | ML | 500.00 | \$225.45 | \$112,725.00 |
| OCS1-S2B | CONSTRUCCIÓN DE UNA CEPA PARA BAJA TENSIÓN S2A PAD PARA CRUCE DE CALLE. INCLUYE TRAZO, EXCAVACIÓN, SUMINISTRO Y TENDIDO DE 2 DUCTOS DE 2" RD 21, RELLENO COMPACTADO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA PARA SU CORRECTA TERMINACIÓN. | ML | 450.00 | \$324.89 | \$146,200.50 |
| OCS1-S1BP1B | CONSTRUCCIÓN DE CEPA PARA BANCO DE DUCTOS EN BAJA Y MEDIA TENSIÓN S1A/P1A EN BANQUETA O PARA CRUCE DE CALLE INCLUYE: TRAZO, EXCAVACIÓN, SUMINISTRO Y TENDIDO DE 2 DUCTOS DE 2", RELLENO COMPACTADO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTAS PARA SU CORRECTA TERMINACIÓN. | ML | 502.00 | \$389.98 | \$195,769.96 |
| OCS1-P1B | CONSTRUCCIÓN DE UN BANCO DE DUCTOS DE POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD RD 17 EN 3" PARA MEDIA TENSIÓN P1B INCLUYE: TRAZO, SUMINISTRO DE MATERIALES, EXCAVACIÓN DE CEPA, TENDIDOS DE 3 DUCTO, RELLENO COMPACTADO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTAS PARA SU CORRECTA TERMINACIÓN. | ML | 400.00 | \$156.89 | \$62,756.00 |



| | | | | | |
|----------|--|----|--------|----------|--------------|
| OCS1-P2B | CONSTRUCCIÓN DE UNA CEPA PARA MEDIA TENSIÓN P2B PAD EN BANQUETA O PARA CRUCE DE CALLE. INCLUYE TRAZO, EXCAVACIÓN, SUMINISTRO Y TENDIDO DE 2 DUCTOS DE 3" RD 21, RELLENO COMPACTADO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA PARA SU CORRECTA TERMINACIÓN. | ML | 455.00 | \$285.00 | \$129,675.00 |
| OCS1-P3B | CONSTRUCCIÓN DE UNA CEPA PARA MEDIA Y BAJA TENSIÓN P3B PAD EN BANQUETA O PARA CRUCE DE CALLE. INCLUYE TRAZO, EXCAVACIÓN, SUMINISTRO Y TENDIDO DE 3 DUCTOS DE MEDIA TENSIÓN DE 3" RD 21, RELLENO COMPACTADO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA PARA SU CORRECTA TERMINACIÓN. | ML | 400.00 | \$500.99 | \$200,394.80 |
| OCS1-SP4 | CONSTRUCCIÓN DE UNA CEPA PARA MEDIA Y BAJA TENSIÓN S2B/P2B PAD EN BANQUETA O PARA CRUCE DE CALLE. INCLUYE TRAZO, EXCAVACIÓN, SUMINISTRO Y TENDIDO DE 4 DUCTOS, DOS DUCTO DE BAJA TENSIÓN DE 2" Y DOS DUCTOS DE MEDIA TENSIÓN DE 3" RD 21, RELLENO COMPACTADO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA PARA SU CORRECTA TERMINACIÓN. | ML | 100.00 | \$567.54 | \$56,754.00 |

| | | | | | |
|----------------------------|--|------|--------|-------------|-------------|
| OCS1-S1P4 | CONSTRUCCIÓN DE UNA CEPA PARA MEDIA Y BAJA TENSIÓN S1B/P4B PAD EN BANQUETA O PARA CRUCE DE CALLE. INCLUYE TRAZO, EXCAVACIÓN, SUMINISTRO Y TENDIDO DE 5 DUCTOS, UN DUCTO DE BAJA TENSIÓN DE 2" Y CUATRO DUCTOS DE MEDIA TENSIÓN DE 3" RD 21, RELLENO COMPACTADO DE MATERIAL PRODUCTO DE LA EXCAVACIÓN, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTA PARA SU CORRECTA TERMINACIÓN. | ML | 125.00 | \$444.00 | \$55,500.00 |
| REGISTROS Y MURETES | | | | | |
| OCS2-MT3 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UN REGISTRO PREFABRICADO DE MEDIA TENSIÓN TIPO 3. INCLUYE EXCAVACIÓN, AFINE DE CEPA, RELLENO COMPACTADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA SU CORRECTA COLOCACIÓN. | PZA. | 7.00 | \$10,382.43 | \$72,677.01 |
| OCS2-MT4 | SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE REGISTRO PREFABRICADO PARA MEDIA TENSIÓN EN BANQUETA TIPO 4. SEGÚN MEDIDAS DE ESPECIFICACIONES INDICADAS EN LA NORMA CFE-RMTB4. INCLUYE: DEMOLICIÓN DE PISO, EXCAVACIÓN, RELLENO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA NECESARIOS | PZA. | 4.00 | \$17,089.18 | \$68,356.72 |



| | | | | | |
|----------|---|------|--------|------------|--------------|
| OCS2-BT2 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UN REGISTRO PREFABRICADO DE BAJA TENSIÓN EN ARROYO TIPO 2 SEGÚN MEDIDAS DE ESPECIFICACIONES INDICADAS EN LA NORMA CFE-RBTB2. INCLUYE EXCAVACIÓN, AFINE DE CEPA, RELLENO COMPACTADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA SU CORRECTA COLOCACIÓN. | PZA. | 101.00 | \$4,512.56 | \$455,768.56 |
| OCS2-AT2 | SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE REGISTRO PREFABRICADO PARA BAJA TENSIÓN EN ARROYO TIPO 2. SEGÚN MEDIDAS DE ESPECIFICACIONES INDICADAS EN LA NORMA CFE-RBTA2 INCLUYE: DEMOLICIÓN DE PISO, EXCAVACIÓN, RELLENO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA NECESARIOS PARA SU CORRECTA COLOCACIÓN. | PZA. | 152.00 | \$3,487.85 | \$530,153.20 |
| OCS2-BC2 | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE UN REGISTRO PREFABRICADO DE BAJA TENSIÓN PARA CRUCE DE CALLE TIPO 2 SEGÚN MEDIDAS DE ESPECIFICACIONES INDICADAS EN LA NORMA CFE-RBTBCC2. INCLUYE EXCAVACIÓN, AFINE DE CEPA, RELLENO COMPACTADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA SU CORRECTA COLOCACIÓN. | PZA. | 9.00 | \$4,566.55 | \$41,098.95 |

| BASES DE TRANSFORMADOR | | | | | |
|------------------------|--|------|------|-------------|--------------|
| OCS3-BT1 | CONSTRUCCIÓN DEL REGISTRO PARA TRANSFORMADOR TRIFÁSICO SUMERGIBLE EN ARROYO DE 75KVA A 300KVA REGISTRO SEGÚN MEDIDAS Y ESPECIFICACIONES INDICADAS EN EL PLANO DE OBRA CIVIL. INCLUYE EXCAVACIÓN, AFINE DE CEPA, RELLENO COMPACTADO, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA SU CORRECTA TERMINACIÓN. | PZA. | 5.00 | \$59,234.42 | \$296,172.10 |



| TAPAS DE ACERO | | | | | |
|-------------------------------------|---|-------------|--------------|-------------------|--------------------|
| OCS4-CUAD | SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TAPA TIPO CUADRADA DE 1.50 X 1.50 MTS. MARCO DE 2X1/4", BISAGRA TUBULAR DE 1", SOLERA 1 1/2" X 1/4" (CONTRAMARCO) LAMINA ANTIDERRAPANTE CAL. 5/16", JALADERA DE REDONDO 3/4", TAPA Y MARCO GALVANIZADOS POR INMERSIÓN, EN REGISTRO SEGÚN MEDIDAS Y ESPECIFICACIONES NORMALIZADAS. INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN. | | 5.00 | \$3,519.09 | \$17,595.45 |
| OCS4-84B | SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE TAPA TIPO 84A CON BISAGRA, EN REGISTRO SEGÚN MEDIDAS Y ESPECIFICACIONES NORMALIZADAS. INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA SU CORRECTA INSTALACIÓN. | PZA. | 20.00 | \$2,849.84 | \$56,996.80 |
| TRANSICIÓN AÉREO SUBTERRÁNEO | | | | | |
| OCS5-TRA | TRANSICIÓN AÉREO SUBTERRÁNEO PARA MEDIA TENSIÓN CON TUBO PAD DE 3" DE DIÁMETRO HASTA CONEXIÓN AL REGISTRO. INCLUYE MATERIALES, LA FIJACIÓN AL POSTE DEL TUBO, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA SU CORRECTA TERMINACIÓN. | PZA. | 4.00 | \$5,109.24 | \$20,436.96 |



| PISOS | | | | | |
|--------------|--|-----------|----------------|-----------------|---------------------|
| OCS6-DCH | DEMOLICIÓN DE PISO EN ARROYO DE CONCRETO HIDRÁULICO RAYADO Y/O ESTAMPADO EN ARROYO VEHICULAR. INCLUYE EL RETIRO DEL MATERIAL PRODUCTO DE LAS DEMOLICIONES, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTAS NECESARIAS. | M2 | 1150.00 | \$113.34 | \$130,341.00 |
| OCS6-RCH | REPOSICIÓN DE PISO DE CONCRETO HIDRÁULICO TERMINADO ESTAMPADO F'C=250KG/CM2 EN ARROYO VEHICULAR EN UN ESPESOR DE 12CMS. INCLUYE MATERIALES, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA SU CORRECTA TERMINACIÓN. | M2 | 850.00 | \$556.83 | \$473,305.50 |
| OCS6-BCB | REPOSICIÓN DE BANQUETAS. INCLUYE EL RETIRO DEL MATERIAL PRODUCTO DE LAS DEMOLICIONES, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTAS NECESARIAS. | M2 | 200.00 | \$223.98 | \$44,796.00 |
| OCS6-RCA | REPOSICIÓN DE PISO EN ARROYO DE CONCRETO ASFÁLTICO CON UN ESPESOR DE 10 CMS. INCLUYE MATERIALES, COMPACTACIÓN AL 98%, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA SU CORRECTA TERMINACIÓN. | M2 | 150.00 | \$187.96 | \$28,194.00 |



| ACOMETIDAS | | | | | |
|--------------------------|--|------|---------|----------|-----------------------|
| OCS7-DBA | DEMOLICIÓN EN BANQUETA EN SECCIÓN DE 20 CMS. DE ANCHO PARA ALOJAR ACOMETIDA DE USUARIO INCLUYE TRAZO, DEMOLICIÓN, EXCAVACIÓN, AFINE DE CEPA Y REPOSICIÓN DE BANQUETA. | ML | 1200.00 | \$92.36 | \$110,832.00 |
| OCS7-TDC | SUMINISTRO Y TENDIDO DE TUBO CONDUIT DE PVC VERDE TIPO PESADO DE 1 1/4" DEL REGISTRO DE BAJA TENSIÓN A LA BASE DEL MEDIDOR PARA ALOJAR ACOMETIDA DE USUARIO. INCLUYE CODOS, COPLES, MATERIALES, MANO DE OBRA Y HERRAMIENTAS NECESARIAS PARA SU CORRECTA TERMINACIÓN. | ML | 1689.00 | \$78.43 | \$132,468.27 |
| OCS7-DMU | DEMOLICIÓN DE MURO DE USUARIO EN SECCIÓN DE 6 X 5 CMS. PARA ALOJAR ACOMETIDA DE USUARIO. INCLUYE DEMOLICIÓN, AFINE, APLANADO, PINTURA Y ACABADO EN COLOR SIMILAR AL MURO EXISTENTE. | ML | 1220.00 | \$88.53 | \$108,006.60 |
| OCS7-BME | SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BASES DE MEDIDOR MONOFÁSICO, BIFÁSICA O TRIFÁSICA EN MURO DE USUARIO. INCLUYE DEMOLICIÓN, CONEXIÓN CON EL TUBO DE ACOMETIDA, RESANES DE MURO Y TERMINADO IGUAL AL MURO EXISTENTE. | PZA. | 327.00 | \$229.44 | \$75,026.88 |
| ALUMBRADO PUBLICO | | | | | |
| TOTAL | | | | | \$3,622,001.26 |



CATALOGO DE CONCEPTOS DE MANO DE OBRA ELECTROMECÁNICA

| | | | | | |
|---------------------|---|---------------|------------------|-------------|----------------|
| NOMBRE DE LA OBRA: | R.D. SUBTERRÁNEA DEL BARRIO DE XOCHIMILCO | MUNICIPIO: | OAXACA DE JUÁREZ | | |
| VOLUMEN DE LA OBRA: | 7 REGISTRO DE MEDIA TENSIÓN, 162 REGISTROS DE BAJA TENSIÓN, 05 TRANSFORMADORES TIPO SUMERGIBLE TRIFÁSICOS | DISTRITO: | XOCHIMILCO | | |
| TIPO DE TERRENO: | NORMAL | | | | |
| CÓDIGO | CONCEPTO | UNIDAD | CANTIDAD | P.U. | IMPORTE |
| OES-1 | Hechura De Terminal Tipo Exterior. Incluye Mano De Obra Y Herramientas Necesarias Para Su Correcta Instalación. | PZA. | 12.00 | \$675.98 | \$8,111.76 |
| OES-2 | Instalación De Apartarrayos. Incluye Mano De Obra Y Herramientas Necesarias Para Su Correcta Instalación. | JGO. | 12.00 | \$765.23 | \$9,182.76 |
| OES-3 | Instalación De Indicador De Falla 1f. Incluye Mano De Obra Y Herramientas Necesarias Para Su Correcta Instalación. | PZA. | 12.00 | \$360.91 | \$4,330.92 |
| OES-4 | Instalación De Cable De Potencia Monopolar Al-Xlp De 1/0 A 3/0. Incluye Mano De Obra Y Herramientas Necesarias Para Su Correcta Instalación. | ML | 1200.00 | \$32.78 | \$39,336.00 |
| OES-5 | Instalación De Hilo Neutro Cu 2 A 3/0. Incluye Mano De Obra Y Herramientas Necesarias Para Su Correcta Instalación. | ML | 340.00 | \$28.70 | \$9,758.00 |
| OES-6 | Elaboración E Instalación De Conector Tipo Codo. Incluye Mano De Obra Y Herramientas Necesarias Para Su Correcta Instalación. | PZA. | 24.00 | \$765.32 | \$18,367.68 |
| OES-7 | Elaboración E Instalación De Apartarrayos De Tipo Codo De Frente Muerto Y/O Inserto. Incluye Mano De Obra Y Herramientas Necesarias Para Su Correcta Instalación. | PZA. | 12.00 | \$423.84 | \$5,086.08 |
| OES-83F | Instalación De Transformador Trifásico Tipo Pedestal O Sumergible. Incluye Mano De Obra, Herramientas Necesarias Para Su Correcta Instalación Y Conexiones. | PZA. | 5.00 | \$5,618.73 | \$28,093.65 |
| OES-9 | Instalación De Sistema De Tierras. Incluye Mano De Obra Y Herramientas Necesarias Para Su Correcta Instalación. | PZA. | 9.00 | \$345.87 | \$3,112.83 |



| | | | | | |
|--------------|---|------|---------|------------|---------------------|
| OES-10 | Instalación Y Conexión De Conectores Múltiples Mecánicos De 4, 6, 8 Y 10 Vías. Incluye Mano De Obra Y Herramientas Necesarias Para Su Correcta Instalación. | PZA. | 180.00 | \$84.91 | \$15,283.80 |
| OES-11 | Instalación, Conexión Y Punteo De Acometida. Incluye Mano De Obra Y Herramientas Necesarias Para Su Correcta Instalación Y Conexión. | PZA. | 180.00 | \$398.34 | \$71,701.20 |
| OES-XX | Tendido De Cable Cuádruplex Calibre 1/0 A 350 Kcm Incluye Mano De Obra Y Herramientas Necesarias Para Su Correcta Instalación. | ML | 2259.00 | \$19.42 | \$43,869.78 |
| OES-14 | Instalación De Nomenclatura A Conductores Y Accesorios Eléctricos. Incluye Materiales, Mano De Obra Y Herramientas Necesarias Para Su Correcta Instalación. | PZA. | 220.00 | \$47.40 | \$10,428.00 |
| OES-15 | Rotulado De Nomenclatura De Registros Y Pozos De Visitas. Incluye Materiales, Mano De Obra Y Herramientas Necesarias Para Terminación. | PZA. | 220.00 | \$73.75 | \$16,225.00 |
| OES-16 | Instalación De Soportaría En Registros. Incluye Mano De Obra Y Herramientas Necesarias Para Terminación. | JGO. | 220.00 | \$185.19 | \$40,741.80 |
| OES-17 | Instalación Y Conexión De Corta-Circuito Fusible De Potencia. Incluye Mano De Obra Y Herramientas Necesarias Para Terminación. | PZA. | 12.00 | \$164.80 | \$1,977.60 |
| OES-18 | Vestido De Estructura Para Transición Aereo-Subterránea. Incluye Mano De Obra Y Herramientas Necesarias Para Terminación. | PZA. | 4.00 | \$176.53 | \$706.12 |
| OES-19 | Transporte De Materiales Completos De La Bodega De CFE a Lugar De La Obra. Incluye Carga, Descarga Y Transporte. | TON | 20.00 | \$500.00 | \$10,000.00 |
| OES-20 | Transporte De Materiales De Devolución A La Bodega De CFE Incluye Carga, Descarga Y Transporte. | TON | 20.00 | \$500.00 | \$10,000.00 |
| OES-21 | Elaboración De Planos Definitivos E Inventarios. | JGO | 1.00 | \$2,000.00 | \$2,000.00 |
| TOTAL | | | | | \$348,312.98 |



| CONCEPTO | COSTO |
|-------------------------------------|-----------------------|
| MANO DE OBRA CIVIL | \$3,622,001.26 |
| MANO DE OBRA ELECTROMECÁNICA | \$348,312.98 |
| TOTAL | \$3,970,314.24 |



4.3.3 Costo Total de la Obra.

| R.D. SUBTERRÁNEA DEL BARRIO DE XOCHIMILCO | | | | | |
|---|---------------------------------------|----------------------------------|-----------------------|---------------------------------------|-----------------------|
| | SUPERVISIÓN Y ELABORACIÓN DE PROYECTO | OBRA ELECTROMECÁNICA Y RED AÉREA | OBRA CIVIL | SUPERVISIÓN Y ELABORACIÓN DE PROYECTO | TOTAL DEL PRESUPUESTO |
| PROYECTO | | | | | |
| MATERIAL Y EQUIPO ELECTROMECÁNICO | | | | | |
| CABLES | | \$ 490,844.04 | | | \$ 490,844.04 |
| TRANSFORMADORES | | \$ 1,063,158.12 | | | \$ 1,063,158.12 |
| RESTAURADORES | | \$ 261,000.00 | | | \$ 261,000.00 |
| ACCESORIOS BAJA TENSIÓN | | \$ 96,881.48 | | | \$ 96,881.48 |
| ACCESORIOS MEDIA TENSIÓN | | \$ 98,578.89 | | | \$ 98,578.89 |
| SOPORTERIA OBRA CIVIL | | \$ 70,655.04 | | | \$ 70,655.04 |
| TRANSICIÓN | | \$ 69,792.74 | | | \$ 69,792.74 |
| OBRA ELECTROMECÁNICA | | | | | |
| MANO DE OBRA SUBTERRÁNEA | | \$ 348,312.98 | | | \$ 348,312.98 |
| OBRA CIVIL | | | | | |
| MATERIAL Y MANO DE OBRA | | | \$ 3,622,001.26 | | \$ 3,622,001.26 |
| | PROY. Y SUPERVISIÓN | MAT. ELECTROM. | M.O. ELECTROM. | OBRA CIVIL | RED AÉREA |
| | | \$ 2,150,910.31 | \$ 348,312.98 | \$ 3,622,001.26 | |
| ACUMULADO | | \$ 2,150,910.31 | \$ 2,499,223.29 | \$ 6,121,224.55 | \$ 6,121,224.55 |
| 16% I.V.A. | | | | \$ 0.16 | \$ 979,395.93 |
| TOTAL | | | | | \$7,100,620.47 |



Capitulo V
Evaluación De Resultados

5.1 Determinación de Costos

Los costos son el desembolso en efectivo o en especie hecho en el pasado, en el presente o en futuro sea tangible o en forma virtual y dentro de los cuales existen varios tipos de costos, dentro de los cuales están:

Costos de producción, están formados por los siguientes elementos: materias primas, mano de obra directa, mano de obra indirecta, materiales indirectos, costos de insumos, costos de mantenimiento, y finalmente cargos por depreciación y amortización

Inversión Inicial

La valoración de la inversión inicial, comprende la adquisición de todos los activos fijos y diferidos necesarios para iniciar las operaciones de la empresa, esto es, a excepción del capital de trabajo.

5.1.2 Análisis de los Flujos Netos de Efectivo

Los flujos netos de efectivo derivan del estado de Cambios en la Situación Financiera, sea para fines de evaluación de la rentabilidad privada y nacional o social de los proyectos. En el flujo de efectivo deben considerarse las tablas de amortización de activos intangibles, así como las de las depreciaciones de las demás inversiones para poder conformar el estado de resultados y deducir las mismas de los valores de cada activo en el balance, con objeto de reflejar en cada período el valor neto de dichos activos.

Es importante señalar que las depreciaciones y amortizaciones de la inversión aunque son consideradas como ingresos o entradas de recursos, en realidad son costos virtuales en el estado de resultados y aunque no generan egresos, constituyen un fondo de reposición de los activos fijos, en un tiempo tal, que es precisamente el horizonte de tiempo contra el cual se mide la inversión.

5.1.3 Flujo de Caja

| FLUJO DE CAJA | | | | | | |
|-------------------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Año | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| PROYECTO | | | | | | |
| Ingresos | | | | | | |
| Ventas | \$115,480.00 | \$391,926.00 | \$404.243,20 | \$429,276.00 | \$434,090.00 | \$457.330,00 |
| Otros ingresos por venta de activos | | | | | | |
| Total de ingresos | | \$391,926.00 | \$404.243,20 | \$429,276.00 | \$434,090.00 | \$457.330,00 |
| Menos | | | | | | |
| Costos | | | | | | |
| Fijos | \$55,480.00 | | | | | |
| Variables | \$ 60,000.00 | | | | | |
| Directos | | \$30,000.00 | \$33.600,00 | \$37,632.00 | \$36.000.00 | \$32.000,00 |
| Indirectos | | \$27,500.00 | \$28.500,00 | \$42.500,00 | \$26,000.00 | \$28.500,00 |
| Gastos financieros | | | | | | |
| Depreciación | | \$11,500.00 | \$12.420,00 | \$16,026.40 | \$12,400.00 | \$12.100,00 |
| Igual | \$115,480.00 | \$69,000.00 | \$74.520,00 | \$96,158.40 | \$74,400.00 | \$72.600,00 |
| Utilidad antes de impuestos | -\$ 115,480.00 | \$322,926.00 | \$329.723,20 | \$333,117.60 | \$359,690.00 | \$384.730,00 |
| Menos | | | | | | |
| ISR 17% | \$ 19.631,60 | \$54.897,42 | \$56.052,94 | \$56,629.99 | \$61,147.30 | \$65.404,10 |
| Utilidad después de impuestos | \$ 95.848,40 | \$268.028,58 | \$273.670,26 | \$276.487,61 | \$298,542.70 | \$319.325,90 |
| Más | | | | | | |
| Depreciaciones | | | | | | |
| Igual | \$ 95.848,40 | \$268.028,58 | \$ 273.670,26 | \$276.487,61 | \$298.542,70 | \$319.325,90 |

5.2. Valor Actual Neto

El VAN es un indicador financiero que mide los flujos de los futuros ingresos y egresos que tendrá un proyecto, para determinar, si luego de descontar la inversión inicial, nos quedaría alguna ganancia. Si el resultado es positivo, el proyecto es viable.

$$Vp = \frac{P}{(1 + i)^n}$$

Donde

Vp: Valor presente de un pago que está en el periodo “n”.

P: Pago en el momento “n”.

i: Taza de intereses de intereses.

n: Periodo en el que se encuentra el pago o renta.

En la siguiente tabla tenemos los flujos de efectivo proyectado a 5 años

| No. | Año | Flujo de Efectivo (p) |
|-----|-----|-----------------------|
| 0 | 0 | \$ -115,480.00 |
| 1 | 1 | \$ 268,028.58 |
| 2 | 2 | \$284.003,76 |
| 3 | 3 | \$249.620,51 |
| 4 | 4 | \$298.542,70 |
| 5 | 5 | \$319.325,90 |

Tabla 5.1. Efectivo proyectado a 5 años

***La tasa de interés va a ser del 4% (este dato fue sacado del Banco nacional de México según su cotización para el 2001).**

Sustituyendo los datos en la formula tenemos:

Para el año 1:

$$VA = \frac{268028.58}{(1+.04)^1} = 257,719.96 \text{ (Ecuación 5.1)}$$

Para el año 2:

$$VA = \frac{273670.26}{(1+.04)^2} = 253,023.54 \text{ (Ecuación 5.2)}$$

Para el año 3:

$$VA = \frac{276487.61}{(1+.04)^3} = 245,796.48 \text{ (Ecuación 5.3)}$$

Para el año 4:

$$VA = \frac{298542.7}{(1+.04)^4} = 255,195.55 \text{ (Ecuación 5.4)}$$

Para el año 5:

$$VA = \frac{319325.90}{(1+.04)^5} = 262,462.61 \text{ (Ecuación 5.5)}$$

Donde El Valor Actual Neto VAN Es: $\sum total = 1,274,198.144$

Se Determina Que El Valor Presente Neto (Vp)=

Valor Presente Neto (VPN) = Valor Actual – Inversión inicial

$$1,274,198.144 - 115480 = 1,158,718.14$$

VP= 1, 158,718.14

***Como el resultado de la resta es (+) positivo el indicador nos dice que nuestro negocio “Es Rentable”.**

5.2.1 Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

La TIR es la tasa de descuento (TD) de un proyecto de inversión que permite que el Beneficio Neto de Actualizado sea igual a la inversión (VAN igual a 0). La TIR es la máxima TD que puede tener un proyecto para que sea rentable, pues una mayor tasa ocasionaría que el BNA sea menor que la inversión (VAN menor que 0).

Para nuestro cálculo tenemos los siguientes datos:

| No. | Año | Flujo de Efectivo (p) |
|----------|----------|-----------------------|
| 0 | 0 | \$ -115,480.00 |
| 1 | 1 | \$ 268,028.58 |
| 2 | 2 | \$284.003,76 |
| 3 | 3 | \$249.620,51 |
| 4 | 4 | \$298.542,70 |
| 5 | 5 | \$319.325,90 |

Tabla 5.2. Calculo de la tasa interna de rendimiento a 5 años

Tasa interna de retorno después de cinco años

TIR= 234%

5.2.2 Periodo de Recuperación (Pay Back)

Este método se utiliza para conocer el número de periodos en que se recuperará la inversión, vía facturación, cobranza o utilidades, debe recordarse que en este caso el término inversión considera a la suma total de activos del proyecto.

La fórmula para calcular el Pay Back es:

$$\text{Periodo de recuperación} = \frac{\text{inversión total}}{\text{Utilidad promedio anual}} \quad (\text{Ecuación 5.6})$$

Nuestros datos son los siguientes:

| No. | Año | Flujo de Efectivo (p) |
|----------|----------|-----------------------|
| 0 | 0 | \$ -115,480.00 |
| 1 | 1 | \$ 268,028.58 |
| 2 | 2 | \$284.003,76 |
| 3 | 3 | \$249.620,51 |
| 4 | 4 | \$298.542,70 |
| 5 | 5 | \$319.325,90 |

Tabla 5.3 Periodo de recuperación

La media del total del flujo de caja es:

MEDIA **\$287,211.01**

Sustituyendo los datos en la formula anterior se tiene:

$$\text{Periodo de recuperación (Pay Back)} = \frac{115,480.00}{287,211.01} = \mathbf{0.40} \text{ (Ecuación 5.7)}$$

Haciendo una regla de 3 simple tenemos que:

$$\begin{array}{rcl} 365 \text{ días} & = & 1.00 \\ X & & 0.40 \end{array}$$

X es igual a: 146 días

*** Es decir que es tiempo de recuperación de la inversión es de 146 días.**

5.2.3 Relación Costo Beneficio (RBC)

La relación beneficio-costo (RBC) se obtiene dividiendo la suma de beneficios descontados entre la suma de costos descontados del proyecto.

Se representa con la siguiente fórmula:

$$\text{RBC} = \frac{\text{Suma beneficios descontados}}{\text{Suma costos descontados}}$$

Nuestros datos son los siguientes:

| AÑO | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---------------|---|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| INGRESOS | | \$391.926,00 | \$404.243,20 | \$429.276,00 | \$434.090,00 | \$457.330,00 |
| COSTOS | | \$69.000,00 | \$74.520,00 | \$96.158,40 | \$74.400,00 | \$72.600,00 |
| UTILIDAD | | \$268.028,58 | \$273.670,26 | \$276.487,61 | \$298.542,70 | \$319.325,90 |

T

Tabla 5.4 Relación costo beneficio (utilidad)

Sustituyendo estos datos en la fórmula:

$$\text{Ingreso} = \frac{\text{ingreso total del No. De año}}{(1.1)^{\text{No. De año}}} \quad (\text{Ecuación 5.8})$$

$$\text{Costo} = \frac{\text{costo total del No. De año}}{(1.1)^{\text{No. De año}}} \quad (\text{Ecuación 5.9})$$

Sustituyendo los datos en la formula anterior tenemos la siguiente tabla:

| AÑO | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----------------|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| INGRESOS | | \$391.926,00 | \$404.243,20 | \$429.276,00 | \$434.090,00 | \$457.330,00 |
| COSTOS | | \$69.000,00 | \$74.520,00 | \$96.158,40 | \$74.400,00 | \$72.600,00 |

Tabla 5.5 Valores de ingresos y costos

La sumatoria total de cada uno es:

| | |
|-----------------|-----------------------|
| INGRESOS | \$4.830.865,20 |
| COSTOS | \$1.022.438,40 |

Tabla 5.6 relación costo beneficio por de cada uno

Sustituyendo estos datos en la fórmula de RBC tenemos:

$$\text{RBC} = \frac{\$4.830.865,20}{\$1.022.438,40} = \mathbf{4.72}$$

(Ecuación 5.10)

*Este **4.72** nos quiere decir que al final de 5 años tendremos un cubrimos el 4 % de costos-beneficios y 0.72% extra de beneficios.

5.2.4 Punto de Equilibrio.

El Punto de Equilibrio es el punto donde la empresa no gana ni pierde, es decir es el empate de sus costos e ingresos.

Para la determinación del punto de equilibrio debemos en primer lugar conocer los costos fijos y variables de la empresa.

Al obtener el punto de equilibrio en valor, se considera la siguiente fórmula:

$$\text{Punto de Equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos totales}}{1 - \frac{\text{Costos Variables totales}}{\text{Volumen total de Ventas}}} \quad (\text{Ecuación 5.11})$$

Sustituyendo nuestros datos en la formula tenemos:

Punto de Equilibrio=

$$\frac{55480}{1 - \frac{60000}{4.830.865,20}} = 56,177.74$$

Esto quiere decir que cuando se haya alcanzado **\$56,177.74** en volumen de ventas se encontrara en el punto de equilibrio.

5.2.5 Conclusión.

En conclusión, la conjunción de los presupuestos de ingresos y egresos del proyecto, y el presupuesto de o programa de inversiones, sirven de base para determinar la estructura financiera más conveniente, y se está con ello en posibilidad de formular el flujo de efectivo, que permite elaborar los estados financieros proforma y la evaluación correspondiente.

Finalmente en lo que al análisis financiero se refiere, una vez que se tienen los flujos de efectivo, con el auxilio de, Tasa Interna de Rentabilidad TIR, y el Valor Actual Neto VAN principalmente, se llegará a la determinación de la factibilidad financiera del proyecto.

Aunque en la mayoría de los casos, hasta aquí sería suficiente para determinar que un proyecto de inversión sea privado o público es factible, en algunos proyectos, aún puede haber otros factores que de no evaluarlos correctamente, podrían echar a tierra todo lo anteriormente señalado.

Conclusiones:

El proyecto de Cambio de la red de distribución Aérea por una Red de Distribución Subterránea en el Barrio de Xochimilco, en la ciudad de Oaxaca de Juárez, ofrecerá una solución a la problemática presentada en dicha Zona con respecto a la contaminación Visual, así como seguridad y funcionalidad.

Las tendencias decrecientes en los costos de obra civil, permitirán la realización de nuevas aéreas con costos más bajos, provocando así la utilización a mayor escala de Redes Subterráneas en el país.

Se logro obtener un proyecto que cumple con nuestros objetivos planteado al inicio de este, que es un proyecto confiable tanto técnica como económicamente factible puesto que cumple con todos los requerimientos marco legal, funcionalidad, características que se consideraron desde el inicio, para que el gobierno municipal en conjunto con el estatal tome la decisión de desarrollarlo.

Bibliografía.

MARTÍNEZ Esteve Rafael Ingeniero Técnico Industrial. Proyecto De Línea Subterránea En Baja Tensión.

Manual Técnico De Distribución, Iberdrola. Julio, 2009

Norma De Distribución- Construcción De Sistemas Subterráneos

CFE-BMT-C

Norma De Distribución- Construcción De Sistemas Subterráneos

CFE-BMT-EOCEMAH.

NMX-J-116-Ance-2005 (12/05/05), Transformadores De Distribución Tipo Poste Y Tipo Subestación - Especificaciones.

NMX-J-409-Ance-2003 (23/05/03), Transformadores - Guía De Carga De Transformadores De Distribución Y Potencia Sumergidos En Aceite.

NMX-J-427-Ance-2004 (13/08/04), Transformadores - Transformadores Trifásicos Tipo Sumergible Para Distribución Subterránea Con Desconectador Acoplado De Tres Posiciones-Especificaciones.

NMX-J-285-Ance-2005 (15/03/06), Transformadores Tipo Pedestal Monofásicos Y Trifásicos Para Distribución Subterránea- Especificaciones.

NMX-J-615/1-Ance-2009 (02/02/2010), Transformadores De Medida –Parte 1: Requisitos Generales.

NMX-J-058-Ance-2007 (06/03/08), Conductores - Cable De Aluminio Con Cableado Concéntrico Y Alma De Acero (Acsr)-Especificaciones.

NMX-J-142-Ance-2000 (07/03/01), Productos Eléctricos - Conductores - Cables De Energía Con Pantalla Metálica, Aislados Con Polietileno De Cadena Cruzada O A Base De Etileno - Propileno Para Tensiones De 5 Kv A 115 Kv - Especificaciones Y Métodos De Prueba.

NMX-J-010-Ance-2005 (25/04/05), Conductores - Conductores Con Aislamiento Termoplástico Para Instalaciones Hasta 600 V - Especificaciones.

NMX-J-170-Ance-2002 (08/11/02), Conectores - Conectores De Tipo Compresión Para Líneas Aéreas - Especificaciones Y Métodos De Prueba.

NMX-J-395-Ance-2005 (25/04/05), Conectores - Conectores Para Subestaciones Eléctricas- Especificaciones Y Métodos De Prueba.

Guía Técnica de Aplicaciones- Calculo de las Caídas de Tensión

GUÍA-BT-ANEXO 2, septiembre 2003.

Gestión Deusto. Aplicaciones Prácticas del PERT y CPM. Quinta edición

Taha. Investigación de Operaciones. Edit. Alfaomega

James M. Ántill. Ronald W. Woodheand. Método de la Ruta Crítica.

Edit. Limusa

Helbert Moskowitz y Gordon P. Wright. Investigación de Operaciones y sus Aplicaciones a la Construcción.

Graciela Bueno de Araujo. Introducción a la Programación Lineal y Análisis de Sensibilidad, Edit. Trillas

Edelmira Rodríguez Al cantar. Los problemas de: Árbol de mínima expansión en gráficas y ruta mínima.

Irene Rodríguez Castillo. Una Implementación Computacional del Algoritmo de Ford-Fulkerson y sus Generalizaciones

SITIOS WEB

http://www.xochimilco\200411_1 hoy.html

<http://costos/An%C3%A1lisis%20de%20Precios%20Unitarios%20-%20Monografias.com.htm>

Anexos

Situación actual de la Red Eléctrica Aérea.



Fig.6.1 Poste Inclinado

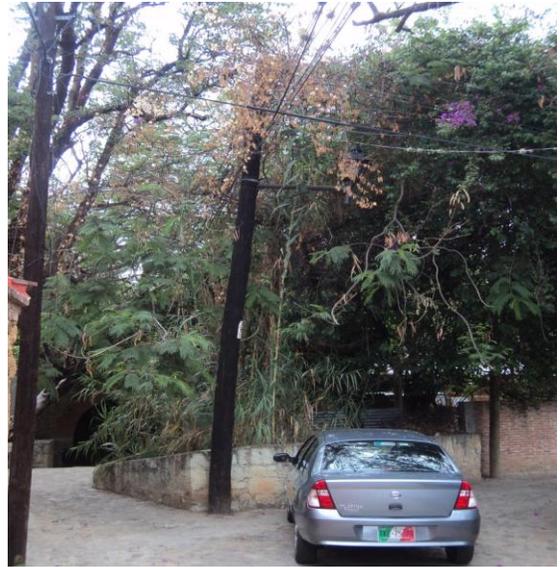


Fig. 6.2 Poste Antiguo de madera.



Fig. 6.3 Poste Antiguo de madera Inclinado.



Fig. 6.4 Poste Inclinado de B.T.



Fig. 6.5 Poste de madera de M.T.



Fig. 6.6 Líneas de M.T. en Zona Residencial.



Fig. 6.7 Poste en Andador Turístico



Fig. 6.8 Poste de M.T. con Transformador en cruce vial.



Fig. 6.9 Poste de M.T con Línea Aérea muy Vieja



Fig. 6.10 Poste Irrumpiendo una entrada de Comedor.



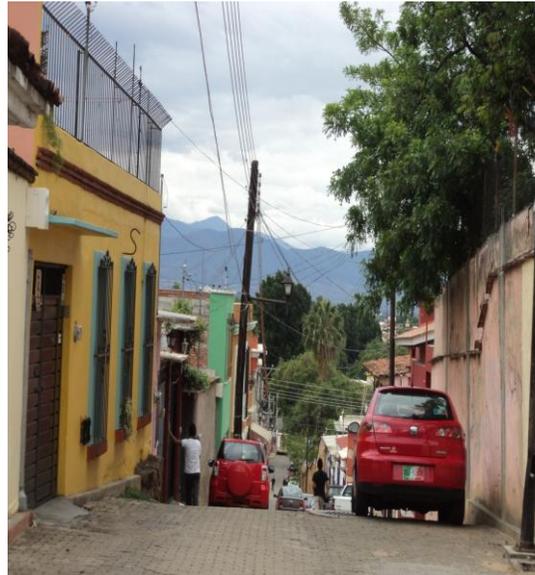
Fig. 6.11 Poste en Arroyo vehicular.



Fig. 6.12 Líneas de B.T. por debajo del Nivel recomendado



6.14 Líneas Aéreas Atravesando Predios



6.15 Zona más Antigua del Barrio con contaminación Visual

Planos

- ✓ Plano I de volumen de Obra en Baja Tensión (Registros)

<D:\Tesis 2011\Planos Model\Plano I Model.dwf>

- ✓ Plano II de volumen de Obra en Baja Tensión (Dispositivos)

<D:\Tesis 2011\Planos Model\Plano II Model.dwf>

- ✓ Plano III de volumen de Obra en Baja Tensión (Transición)

<D:\Tesis 2011\Planos Model\Plano III Model.dwf>

- ✓ Plano IV de volumen de Obra en Baja Tensión (Acometidas)

<D:\Tesis 2011\Planos Model\Plano IV Model.dwf>

- ❖ Plano General.

<D:\Tesis 2011\Planos AutoCad\Plano Barrio de Xochimilco.dwg>