



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

EXTENSIÓN CHONE

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

TRABAJO DE TITULACIÓN

PREVIA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERO ELÉCTRICO

TEMA:

DISEÑO DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS PARA
SEGURIDAD ENERGÉTICA.

AUTOR:

PONCE ÁLAVA MARIO HERNÁN

TUTOR:

ING. ÁNGEL JOSÉ LOOR MARCILLO

CHONE – MANABÍ – ECUADOR

2016

Ing. Ángel José Loor Marcillo, Docente de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí extensión Chone, en calidad de Tutor de Trabajo de Titulación,

CERTIFICO:

Que el presente TRABAJO DE TITULACIÓN con el tema: “DISEÑO DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS PARA SEGURIDAD ENERGÉTICA”, ha sido exhaustivamente revisado en varias sesiones de trabajo, se encuentra listo para su presentación y apto para su defensa.

Las opiniones y conceptos vertidos en este Proyecto de Titulación son fruto de la perseverancia y originalidad de su autor: Ponce Álava Mario Hernán, siendo de su exclusiva responsabilidad

Chone, Octubre 2016

Ing. Ángel José Loor Marcillo
TUTOR

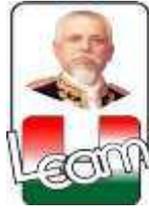
DECLARACIÓN DE AUTORÍA

La responsabilidad de las opiniones, investigaciones, presentados en este Trabajo de Titulación, es exclusividad de su autor.

Chone, Octubre del 2016

Ponce Álava Mario Hernán

AUTOR



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ

EXTENSIÓN CHONE

CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

INGENIERÍA ELÉCTRICA

Los miembros del Tribunal Examinador aprueban el informe de investigación, sobre el tema: “Diseño de redes eléctricas subterráneas para seguridad energética”, elaborado por el egresado Ponce Álava Mario Hernán de la Escuela de Ingeniería Eléctrica

Chone, Octubre del 2016

.....
Ing. Odilón Schnabel Delgado
DECANO

.....
Ing. Ángel José Loor Marcillo
TUTOR DE TITULACIÓN

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

.....
SECRETARIA

DEDICATORIA

Este trabajo en primer lugar se lo dedico a Dios por ser el pilar fundamental en el desarrollo de todo ser humano y a Mi madre por ser la mujer que día a día guía mis pasos y me encamina por el sendero del bien.

Mario Hernán

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí por haberme acogido en sus aulas durante este largo tiempo de preparación, a mis docentes por ser ellos quienes nunca desmayaron para introducir conocimientos en mí.

Mario Hernán

ÍNDICE

CONTENIDO	Pág.
Página de título o portada	i
Página de aprobación del tutor	ii
Página de autoría de la titulación de tesis	iii
Página de aprobación del tribunal de grado	iv
Página de dedicatoria	v
Página de agradecimiento	vi
Índice general de los contenidos	vii
1. Introducción.	1
2. Planteamiento del problema.	3
2.1. Contexto.	3
2.1.1. Contexto Macro.	3
2.1.2. Contexto Meso.	4
2.1.3. Contexto Micro.	6
2.2. Formulación del problema.	7
2.3. Delimitación del problema.	7
2.4. Interrogantes de la investigación.	7
3. Justificación.	8
4. Objetivos.	9
4.1. Objetivo general.	9
4.2. Objetivos específicos.	9
CAPITULO I	10
5. Marco teórico.	10
5.1. Diseño de redes eléctricas subterráneas.	10
5.1.1. Características.	31
5.1.2. Sistema de distribución subterránea.	34
5.1.3. Componentes secundarios de un sistema subterráneo	37
5.1.4. Sistema de eléctrico subterráneo reguladas por natsim	38
5.1.5. Baja tensión	38

5.1.6.	Media tensión	41
5.1.7.	Puesta a tierra	43
5.1.8.	Transformadores	44
5.1.9.	Canalizaciones	46
5.1.10.	Ventajas y desventajas de las redes subterráneas	48
5.2.	Seguridad energética.	50
5.2.1.	Importancia.	51
5.2.2.	La electricidad es un bien energético.	52
5.2.3.	Mejorar la seguridad energética	53
5.2.4.	Sistema Nacional de Distribución Eléctrica del Ecuador	54
5.2.5.	Inseguridad en redes eléctricas aéreas obsoletas	57
5.2.6.	Las redes eléctricas subterráneas son más seguras	58
5.2.7.	Instalaciones subterráneas de servicio público	61
5.2.8.	Seguridad eléctrica en nuevas urbanizaciones	62
	CAPITULO II	64
6.	Hipótesis.	64
6.1.	Variables.	64
	CAPITULO III	65
7.	Metodología.	65
7.1.	Tipos de investigación.	65
7.2.	Niveles de la investigación.	65
7.3.	Métodos.	65
7.4.	Técnicas de recolección de información.	66
7.4.1.	Primarias.	66
7.4.2.	Secundarias.	66
7.5.	Población y Muestra.	66
7.5.1.	Población.	66
7.5.2.	Muestra.	66
8.	Marco administrativo.	67
8.1.	Recursos Humanos	67
8.2.	Recursos Financieros	67

CAPITULO IV	68
9. Resultados obtenidos y análisis de datos	68
10. Comprobación de la hipótesis	78
CAPITULO V	80
11. Conclusiones.	80
12. Recomendaciones.	81
13. Bibliografía.	82
14. Webgrafía.	83
15. Anexos.	86

1. INTRODUCCIÓN.

Nuestro mundo tecnológico se ha vuelto totalmente dependiente de la disponibilidad continua de suministro eléctrico. Las redes eléctricas deben abastecer las necesidades básicas nacionales, así como el abastecimiento a comunidades gubernamentales.

Un diseño de redes eléctricas es la electrificación de casas habitacionales y todo lo relacionado con proporcionar el servicio, las electrificaciones más conocidas son las que vemos en los postes, pero también se está implementando una nueva visión en la electrificación habitacional que es la subterránea.

El suministro de redes eléctricas subterránea permite una armonía entre el medio ambiente y los sistemas eléctricos. Es por esto que los gobiernos solicitan a diferentes empresas eléctricas comenzar a implantar este sistema por muchos motivos; entre los cuales se pueden resaltar: la contaminación visual, la estética, seguridad, hurto de energía eléctrica etc.

Hoy en día se propone a los desarrolladores la electrificación subterránea de media y baja tensión, debido a la mejor presentación de los fraccionamientos, ya que estos carecen de postes y cables aéreos que dan mal aspecto y desfavorece en el maniobro, servicio y casos de fallas, porque facilita el trabajo y sobre todo es mucho más seguro.

Como todo cambio, el diseño de redes eléctricas subterráneo sigue siendo en costos más elevado que el aéreo, pero desde hace varios meses esto ha ido cambiando, ahora están casi al mismo alcance una red subterránea de una aérea, y no faltara mucho para que se iguale o se abarate más la red subterránea, esto debido a que la demanda ha aumentado considerablemente gracias a la iniciativa del gobierno nacional de sustituir líneas aéreas por subterráneas.

Es evidente que, el diseño de redes eléctricas subterráneas requiere una adecuada planificación para garantizar su correcto funcionamiento en todo momento y en el futuro. Por estas razones, se presenta este proyecto, el cual indica el diseño de redes eléctricas subterráneas, basado en normas, el cual llevara varios planos por consecuencia.

El Capítulo I: consta el marco teórico, en el cual se desarrollan conceptos de diseño de redes eléctricas subterráneas, características, sistema de distribución, componentes secundarios de un sistema subterráneos, distribución eléctrico subterráneo reguladas por natsim, baja tensión, media tensión, puesta a tierra, transformadores, canalizaciones, ventajas y desventajas de las redes subterráneas; también se detalla la seguridad energética, importancia, la electricidad es un bien energético, mejorar la seguridad energética, sistema nacional de distribución eléctrica del Ecuador, inseguridad en redes eléctricas aéreas obsoletas, las redes subterráneas son más seguras, instalaciones subterráneas de servicio público, seguridad eléctrica en nuevas urbanizaciones.

En el Capítulo II: se formula la hipótesis con sus respectivas variables.

En el Capítulo III: se detalla la metodología, definiendo los tipos de investigación, el nivel de investigación, los métodos, técnicas primarias y secundarias, se puntualiza la población y la muestra; además en el marco administrativo se precisa los recursos humanos y financieros.

En el Capítulo IV: se puntualiza los resultados obtenidos y se analizan los datos de la actual realidad de la calle Divino Niño entre calle San Pedro y Paso Lateral del cantón Tosagua, realizando encuestas a los usuarios que habitan en el sector; además se realizó la Comprobación de la Hipótesis.

En el Capítulo V: se elaboran las Conclusiones y Recomendaciones a las que ha llegado el investigador con el desarrollo del trabajo de investigación.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

2.1. CONTEXTOS.

2.1.1. Contexto Macro.- Con el descubrimiento de la electricidad la tecnología a nivel mundial avanzó a pasos agigantados, lo que indujo a las empresas generadoras y comercializadoras de energía eléctrica a garantizar sus inversiones, dando acceso a la utilización de diseño de redes eléctricas subterráneas, en estos casos el diseño de la red desempeña un papel importante permitiendo que las instalaciones proyectadas sean económicamente competitivas.

Los esfuerzos que se realizan para llevar servicios eléctricos a toda la población de las diferentes regiones y poder lograr los objetivos de masificación del acceso al servicio eléctrico, constantemente se ven enfrentados a la poca infraestructura disponible para ello, bien sea por las características geográficas de la zona o por viabilidad económica para los proveedores de dichos servicios, situación que es más evidente en los países en vía de desarrollo.

Debido a una imagen urbana muy deteriorada causada por el entrecruzamiento de las redes aérea de media y baja tensión y cercanía extrema de las redes a las edificaciones, la imposibilidad de construcción de nuevas redes aéreas por las características geométricas, con calles estrechas discontinuas, sin aceras, grandes pendientes podemos decir que las redes subterráneas se han convertido en una alternativa favorable.

El proceso de globalización ha llevado a varios países y empresas a tomar medidas contingentes que garanticen los diseños de redes eléctricas subterráneas en la seguridad energética, para tal efecto es necesario tomar parte activa en este proceso, adoptando normativas que garanticen el buen funcionamiento de los sistemas y que unifiquen los diversos procedimientos llevados a cabo en los diferentes ámbitos de un país o región.

En Paraguay, la mayor parte de la distribución eléctrica en el área metropolitana y en las principales ciudades es aérea y no subterránea, siendo el tendido eléctrico aéreo la constatación de todo el país, argumentando que las redes aéreas son más baratas. Sin embargo, desde hace muchos años existe un crédito del Japón para sustituir las redes aéreas de distribución en las áreas urbanas por redes subterráneas de media y baja tensión mucho más seguras.

El diseño de redes eléctricas subterráneas genera mayores ingresos y aprovechamiento de sus bienes evitando las llamadas pérdidas negras, cortes de suministro causados por constantes choques de vehículos a las columnas del tendido eléctrico y por las tormentas eléctricas que derriban árboles sobre el tendido eléctrico lo que ocasiona desperfectos en equipos y artefactos eléctricos que se deterioran por el brusco corte eléctrico y las pérdidas de vidas humanas, al quedar cables sueltos.¹

Con la aplicación de líneas subterráneas de media y baja tensión el nivel de accidentes se ha reducido notablemente, es por esto que la tendencia a este tipo de distribución está aumentando y se espera que siga creciendo por lo cual las empresas proveedoras del suministro eléctrico toman precauciones específicas en el diseño del sistema de redes eléctricas subterráneas de media y baja tensión en la seguridad energética.

2.1.2. Contexto Meso.- En cada una de las ciudades del país es común observar que el sistema de redes eléctricas es obsoleto y ameritan una renovación urgente, se requiere de recursos necesarios que permitan una reposición del sistema siendo una de las principales misiones de las autoridades gubernamentales eliminar las instalaciones aéreas y sustituirla con el sistema de distribución subterránea las cuales servirían de mucha ayuda para los propósitos que tiene gobierno de mejorar el sistema eléctrico.

¹ <http://www.abc.com.py/edicion-impres/economia/>

En Ecuador, esto ya es una práctica avanzada, puesto que el gobierno ha solicitado a las diferentes empresas eléctricas del país comenzar a implantar este sistema por muchos motivos; entre los cuales se pueden resaltar: la contaminación visual, la estética, protecciones, seguridad, hurto de energía eléctrica etc.

Es importante saber que desde hace algunas décadas atrás, el sistema de distribución eléctrico subterráneo se llevó a cabo en zonas turísticas tales como: parques, alrededores de iglesias, avenidas principales, etc. Es así que desde hace años atrás se comenzó a elaborar un acuerdo que regularice el sistema de distribución eléctrico subterráneo y que en el año 2013 toma forma citando lo siguiente:

En la administración del señor economista Rafael Correa Delgado Presidente Constitucional de la República del Ecuador; el día lunes 05 de agosto del 2013 en el registro oficial N° 51 de la Función Ejecutiva el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable: Acuerdo N° 211 Dispónese a cada una de las empresas eléctricas del país, para que los nuevos diseños y construcciones de redes eléctricas en urbanizaciones y lotizaciones, sean subterráneas.²

Así mismo, la distribución subterránea viene a ser la solución para satisfacer, de una manera adecuada, las necesidades cada vez mayores de los clientes de las empresas de distribución, por obtener un servicio de energía eléctrica de mayor calidad y con mejores índices de continuidad.

Con el objeto de reducir el impacto visual provocado por el exceso de cables instalados, y mejorar la confiabilidad del sistema eléctrico a lo largo del país, se establecen diseños de redes eléctricas subterráneas, definiendo topologías de la nueva red, rutas y calibres de conductores, ubicación de cámaras de transformación y seccionamiento, entre otros. Considerando las normas y ordenanzas vigentes para instalaciones subterránea.

² <http://www.energia.gob.ec/>

Las redes de distribución eléctrica subterráneas son utilizadas para la modernización de infraestructura de las actuales redes, mediante el reordenamiento de las redes existentes e implantación de nuevos servicios con una mayor flexibilidad, seguridad, capacidad, confiabilidad de servicio y la limpieza que estas instalaciones proporcionan al medio ambiente y a la imagen urbana de las diferentes ciudades del país.

2.1.3. Contexto Micro.- En el cantón Tosagua las redes eléctricas cuentan con un diseño obsoleto lo que brinda constantes problemas de cortes de energía eléctrica en diferentes sectores provocados por el desorden del cableado eléctrico que actualmente se posee, impidiendo el correcto funcionamiento de las líneas eléctricas de media y baja tensión.

En la zonas urbanas del cantón Tosagua específicamente en la calle Divino Niño, se utiliza sistemas de redes eléctricas aéreas, esto es por motivo de que la distribución subterránea es más costosa que la aérea, debido a que hay que realizar el calado de las vías públicas para alojar las canalizaciones, conductores y señalización de los mismos, llegando a la conclusión que la construcción de este método de distribución eléctrica es más costoso en porcentaje de inversión.

En el tramo de la calle Divino Niño del cantón Tosagua se encuentran problemas como lo es la contaminación visual, seguridad de las personas, falta de estética del sitio además de la pérdida de energía que a simple vista se logra apreciar por el uso de redes eléctricas obsoletas.

El presente proyecto tiene por objeto el diseño de redes eléctricas en la seguridad energética en la calle Divino Niño del cantón Tosagua. Analizar sus condiciones actuales de operación y definir una nueva red que será la encargada de abastecer la demanda futura del sistema, considerando el crecimiento de la población, crecimiento del comercio en la zona, y demás factores inmersos en el desarrollo social, que a su vez se refleja en el crecimiento del servicio eléctrico.

2.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Cómo incide el diseño de redes eléctricas subterráneas para seguridad energética en la calle Divino Niño del cantón Tosagua en el segundo semestre del 2015?

2.3. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA.

2.3.1. CAMPO: Eléctrico.

2.3.2. ÁREA: Redes de distribución.

2.3.3. ASPECTOS.

- a) Diseño de redes eléctricas subterráneas.
- b) Seguridad energética.

2.3.4. PROBLEMA: Redes eléctricas obsoletas.

2.3.5. DELIMITACIÓN ESPACIAL.

Esta investigación se realizará en la calle principal de la ciudadela Divino Niño entre calle San Pedro y Paso Lateral del cantón Tosagua.

2.3.6. DELIMITACIÓN TEMPORAL.

Para el desarrollo de este proyecto se escogió el segundo semestre del 2015.

2.4. INTERROGANTES DE LA INVESTIGACIÓN.

- a) ¿Cuáles son los elementos principales que se tienen en cuenta para realizar un diseño de redes eléctricas?
- b) ¿Cuáles son las ventajas de seguridad energética que presentan las redes eléctricas obsoletas?
- c) ¿Qué desventajas ofrecen las redes eléctricas subterráneas en la seguridad energética?
- d) ¿Cuáles son las causas que perjudican la seguridad energética?
- e) ¿Qué diseños de redes eléctricas subterráneas permite reemplazar las redes obsoletas existentes para brindar seguridad energética?

3. JUSTIFICACIÓN.

El presente trabajo de tesis es **importante**, ya que está destinado a la investigación específicamente al análisis de diseños de redes eléctricas subterráneas que afecta a la seguridad energética producto de la intervención del sistema eléctrico obsoleto ya existente en las instalaciones eléctricas.

Este problema es de mucho **interés** ya que permite conocer diseños de redes eléctricas subterráneas y como afectan las líneas aéreas obsoletas de media y baja tensión a la seguridad energética, para de esta manera conocer y ayudar al mejoramiento del servicio eléctrico local, provincial y nacional.

Este trabajo es **original** y **novedoso** considerando que no existe en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone, una investigación que involucre el estudio del diseño de redes eléctricas subterráneas para la seguridad energética, con el propósito de sustituir las redes aéreas obsoletas mejorando la capacidad del sistema eléctrico y la confiabilidad del servicio en la calle Divino Niño del cantón Tosagua.

Este proyecto investigativo es **factible** ya que será realizado por el egresado de la carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone, el mismo que tuvo acceso a la información bibliográfica y web gráfica que permitirá fundamentar la parte teórica y por ende cuenta con los conocimientos y recursos necesarios para la puesta en marcha de la investigación.

La investigación responderá a la **Misión** de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, porque los resultados que se obtengan serán de gran aporte académico, además, es concluyente con la **Visión** de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí extensión Chone, ya que promueve el desarrollo sustentable mediante el aporte del conocimiento del autor y así mejorar la calidad del servicio eléctrico.

4. OBJETIVOS.

4.1. OBJETIVO GENERAL.

Establecer el diseño de redes eléctricas subterráneas para seguridad energética en la calle San Pedro y Ciudadela Divino Niño del cantón Tosagua, durante el segundo semestre del 2015.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Describir los elementos principales que se tienen en cuenta para realizar un diseño de redes eléctricas.
- Investigar las desventajas de seguridad energética que presentan las redes eléctricas obsoletas.
- Definir las ventajas que ofrecen las redes eléctricas subterráneas en la seguridad energética
- Determinar las causas que perjudican la seguridad energética.
- Detallar los diseños de redes eléctricas subterráneas que permita reemplazar las redes obsoletas existentes para brindar seguridad energética.

CAPITULO I

5. MARCO TEÓRICO

5.1. DISEÑO DE REDES ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS

Un sistema de distribución eléctrica es el conjunto de elementos estratégicamente ubicados, seleccionados y conectados que sirven para conducir o llevar la energía desde una subestación hasta el usuario de manera segura y confiable. La distribución de energía eléctrica debe realizarse de tal forma que se garantice al cliente un servicio continuo y sin interrupciones con valores de voltajes adecuados que les permita operar sus aparatos de forma eficiente y segura.

Las electrificaciones más conocidas son las que vemos en postes, actualmente se está implementando una nueva visión, la electrificación subterránea, este tipo de electrificación no se había visto tan fuerte hasta hoy debido a los altos costos, pero el decremento de precios se ha dado debido a la gran demanda de este material.

Hoy en día se propone la electrificación subterránea, debido a la mejor presentación de los fraccionamientos, que estos estén sin postes ni cables dan mejor aspecto y favorece a la empresa eléctrica en el maniobro, servicio y caso de fallas, porque facilita el trabajo y sobre todo es mucho más seguro que las líneas aéreas, con la aplicación de líneas subterráneas el nivel de accidentes reduce notablemente.³

La distribución eléctrica en grandes núcleos urbanos, aconseja en algunos casos y obliga en otros, a que dicho suministro se haga por medio de canalización subterránea, no solo por el peligro que pueda haber al ir los conductores de conexión aéreos, sino por el aspecto físico y estético que representa a una gran ciudad. Por todo ello, es importante un conocimiento profundo de lo que se

³ <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/123456789/1722/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-14.pdf>

considera una red de distribución subterránea, sus planos de representación, herramientas utilizadas, realización de conexiones, empalmes, etc.

SECCION 1:

1. 1. TÉRMINOS DE REFERENCIA

Los aspectos del proyecto eléctrico comprenden iluminación, fuerza, cálculo de bombas y otros derivados de los proyectos de seguridad, climatización. Se contemplarán los criterios de integración a los aspectos formales de los locales a alimentar de energía eléctrica, en lo que coinciden al cableado, lámparas, equipo de protecciones y equipos de control.

En el proyecto definitivo, el diseño eléctrico contempla todas las acciones, desde la conexión a los centros de transformación hasta la creación de la red interna, necesaria para que la Ciudadela Divino Niño a intervenir funcione de una manera óptima, teniendo capacidad de soportar las cargas provenientes de todos los equipos que se instalarán, brindar seguridad a sus usuarios y permitir ampliaciones futuras.

Se deberá diseñar el sistema eléctrico en base a las regulaciones del CONELEC, documento de homologación y Normas Técnicas de aplicación.

1.2. MEMORIA TÉCNICA

La presente memoria técnica tiene por objetivo determinar y diseñar la acometida eléctrica trifásica de media y baja tensión, así como el montaje de transformadores trifásicos de 25 KVA tipo Patmounted, que servirá de fuente de energía eléctrica para energizar el tablero principal general y de distribución del sistema de alumbrado y de cargas puntuales para las viviendas de la ciudadela Divino Niño, ubicado en el cantón Tosagua provincia de Manabí.

Por otro lado se tomara en cuenta que ante una posible descarga eléctrica se montaran protecciones adicionales para ese efecto.

El proyecto ha sido realizado de acuerdo a las ,”NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN CNEL EP MANABI” y con el “DOCUMENTO DE HOMOLOGACIÓN Y ESTANDARIZACIÓN DE LAS UNIDADES DE PROPIEDAD Y UNIDADES CONSTRUCTIVAS DEL SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.

1.3. DESCRIPCIÓN DE LA UBICACIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto está ubicado en la calle principal de la ciudadela Divino Niño en el Cantón Tosagua provincia de Manabí.

SECCION 2:

2. ESTUDIO DE LA DEMANDA ELECTRICA.

Considerando que el presente cálculo de la demanda deberá hacerse en función de las cargas a instalarse, se presenta el estudio respectivo. En lo que respecta cada uno de los centros de transformación.

Estudio de carga:

CANT	DESCRIPCIÓN	P (W)	P (W) TOTAL	Fsn	P (W) EFECTIVA
80	Lámparas ahorrativas	17	1360	0,70	952,00
60	Tomacorrientes polarizados 120 V	300	18000	0,40	7200,00
4	Bomba de agua ½ HP - 120 volt	373	1492	0,50	746,00
4	Lámparas de vapor de sodio	150	600	0,50	300,00
4	Split	2000	8000	0,60	4800,00

POTENCIA EFECTIVA A INSTALAR

13998 W

POTENCIA FUTURA 25%

3499,5 W

POTENCIA EFECTIVA

17497,5 W

FACTOR DE POTENCIA

0,8

DEMANDA MAXIMA

21871,875 VA

Por lo tanto se utilizara un transformador trifásico Patmounted de 25 KVA – 13.8 Kv/240-120 Volt., por cada sector.

SECCION 3:**3. RED PRIMARIA****3.1.- Acometida**

En la calle principal ciudadela Divino Niño del cantón Tosagua provincia de Manabí. Pasa el alimentador trifásico 13.8 Kv, que sale de la subestación Tosagua hacia la ciudadela las Balsas de la empresa distribuidora CNEL. EP. Unidad de Negocio Manabí.

Desde el poste PE1 con una estructura EST-3RC, coordenadas 586073 - 9914656 existentes, donde pasa la línea aérea trifásica del alimentador 1, inicia la línea trifásica en mediana tensión hacia la ciudadela Divino Niño hasta la estructuras P1, de hormigón armado de 12 metros con una distancia de 100 m coordenadas X=586203; Y=9914592 lugar donde estará ubicado los seccionadores principales, de allí se partirá hacia el primer transformador de 25 KVA proyectado para alimentar los paneles principales y de distribución de las viviendas, mismo q será de tipo radial, de este se partirá hacia el segundo y tercer transformador

3.2. TRANSFORMADORES A INSTALARSE, CARACTERISTICAS TECNICAS.

Transformadores Patmounted	25 Kva
Tipo	Trifásico
Voltaje primario	13800v KV
Voltaje secundario	120-240 V.
Número de fases	3
Frecuencia	60 Hz
Bobina	Cobre
Polaridad aditiva	+1 a -3x2.5%
Grupo de conexión	DYN5
Clase de aislamientos	Primario: 15Kv, Secundario: 1,2 Kv
BILL – medio voltaje	95Kv
BILL- Bajo voltaje	30Kv
Perdidas	Según Norma NTE INEN 2115

Estos transformadores se instalarán en la parte central de cada uno de los lotes de viviendas. Se construirá la base respectiva para cada transformador compuesta de base de concreto, sobre la que se anclara el transformador y estará colocada sobre una capa compacta y rodeada de una capa de grava para contener el 100% del aceite del transformador para un eventual derrame. Las dimensiones de las franjas de grava serán de 25 cm de ancho y 40 cm de profundidad.

Los transformadores se anclaran sólidamente a la base a través de pernos aislados para tal fin. Los dispositivos de anclaje deben ser accesibles solamente del interior de los compartimientos. La malla de hierro que constituye el refuerzo estructural

de la base de hormigón se deberá unir a la malla de puesta a tierra del transformador.

1.3 SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

En la derivación de la línea de la línea de media tensión se utilizara 3 seccionadores porta fusible tipo unipolar abierto, intercambiable con tira fusibles tipo K, y su capacidad será de 10 A.

También se lo protegerá contra sobretensiones ocasionadas por descargas atmosféricas mediante 3 pararrayos de 10KV tipo polimérico de óxido de Zn debidamente aterrizadas a tierra incorporados en la estructura de hormigón armado, poseerá breakers en baja tensión protegiendo a la unidad de sobre cargas y cortocircuitos.

1.4 DISEÑO DE LINEA DE MEDIO VOLTAJE

En el poste proyectado coordenadas X=586203; Y=9914592 se llegara con la línea de media tensión trifásica, de donde se realizara la transición con la instalación de los seccionadores porta-fusibles, con 3 conductores de cobre aislado XLPE N° 2 para las fases y y un conductor de cobre aislado TTU N° 2 para neutro, hasta donde se instalara el primer transformador.

ESPECIFICACIONES DEL CONDUCTOR

Las características del conductor son las siguientes:

Material del conductor	Cobre
Número de polos	Uno
Voltaje de operación	15 Kv fase-fase
Sección transversal	Cableada y circular de acuerdo a la sección
Aislamiento	XLPE
Cubierta	PVC 2.5 mm de espesor

Pantalla	Cinta de cobre aplicada helicoidalmente y cables cobre con sección transversal total de la pantalla, mínimo 12mm ²
Temperatura de servicio	90°C
Temperatura máxima del circuito	250°C

Este conductor estará fijamente conectado a la línea de media tensión mediante terminales exteriores del tipo contraíble en frío o termo construible construida en una sola pieza. Y por el otro extremo al transformador mediante conectores pre moldeados elastoméricos tipo codo que cumpla las normas 386 y 592 ANSI/IEEE.

4. RED SECUNDARIA.

4.1. Red en baja tensión

La red secundaria saldrá de los bushing de baja tensión del transformador que consiste de conductores TTU hasta el tablero principal en una distancia aproximada de 15 mts de las siguientes características: Cables TTU 600V – 75°C - . Cu 2x # 1/0+ 1x# 2 - AWG para las fases y neutro, además se conectaran a través de un breaker – 3P termo magnético y que cumpla con las normas NEMA, UDE, ASTM de 150 A; estos conductores llegaran hasta el tablero principal a través de tubería pvc de presión de 2”, la tubería debe ir soterrada en el piso.

4.2. Red en baja tensión tablero de distribución general TDG.

Del tablero principal, la red secundaria se extiende hasta el tablero de distribución para luego ser distribuida a los diferentes paneles de breaker de la vivienda .Esta red consiste de conductores superflex 1000V – 90°C - Cux2 # 2 + N1x# 4 - AWG para las fases y neutro a una distancia de 8 metros hasta llegar al tablero de distribución general.

5.2, Baja Tensión.

Como protección en baja tensión se instalará un breaker caja moldeada dos polos 150 A, el mismo que alimentará a las barras de distribución del tablero principal.

Como protección secundaria se instalará un breaker caja moldeada dos polos 60 A, para proteger el tablero de distribución o caja de breaker de los circuitos de los aires acondicionados.

Se utilizara un breaker 60 A de caja moldeada de dos polos para proteger el tablero de distribución general de la vivienda PD1. De los circuitos de alumbrados y de los circuito de fuerzas.

Se utilizara un breaker 60 A de caja moldeada de dos polos para proteger el tablero de distribución general, PD2. De los circuitos de alumbrados y de los circuitos de fuerzas.

Como protección del tablero de control TB1 de la bomba de agua de servicios general se instalara un breaker caja moldeada dos polos 20 A.

6.- PUESTA A TIERRA

6.1.-Sistema de puesta a tierra

La puesta a tierra de las partes mecánicas de un sistema eléctrico, es una norma muy importante de seguridad y tiene como objetivo fundamental el de precautelar la integridad física de los operadores del sistema eléctrico, ante posibles contactos accidentales como parte del instalación que normalmente están sin potencial como tableros, carcasas del transformador etc. Que por causa de fallas internas de equipos, arcos eléctricos, deterioros de materiales puedan quedar con potencial peligroso para el ser humano.

La puesta a tierra, en si es la unión directa entre la parte metálica de un elemento de una instalación o sistema eléctrico y el suelo, mediante un cable conductor con el propósito de mantener este objeto metálico al mismo potencial que la tierra (nulo); por lo tanto:

Se instalara una puesta a tierra tipo malla en forma cuadrada cuya conexión ira a la carcasa del transformador y a cada uno de los paneles independientemente, la cual contendrá varillas copperweld de 5/8” x 1.8 metros unida por conductor desnudo de cobre suave N° 2 AWG que cumpla con las normas ASTM-B2, soldado a la varilla con soldadura exotérmica tipo TA, a una profundidad de 0,40 m; el suelo donde van a ser hincadas las varillas debe hacerse un tratamiento especial a la tierra preparándola con ventolita, para las hincadas de cada varilla se deberá preparar un hoyo de 2 m de profundidad y un diámetro de 4 “, donde se procederá a llenarlo con ventolita.

DISEÑO DE LA MALLA PUESTA A TIERRA

Datos iniciales

- Dimensión de la malla 6 m x 6 m
- Corriente máxima de falla 8129,35 Amp.
- Nivel de tensión primaria 13.8 Kv
- Resistividad del suelo 43 Ω m²
- Resistividad de la superficie 1000 Ω m²
- Tiempo máximo de falla 0,5 ms

SELECCIÓN DE CONDUCTOR

$$Ac= I [33t/\log(Tm-Tn/234+TN) + 1]^{1/2}$$

Dónde:

- Ac = sección del conductor
- I = Corriente máxima de falla
- Tm = temperatura máxima en los nodos de la malla, (450°C con soldadura Esotermica)
- Tn = temperatura ambiente
- T = tiempo máximo de despeje de la falla
- Tm = 36°C

- $T_m = 450^\circ\text{C}$
- $A_c = 1847.83 \text{ CM}$

Cabe indicar que se utilizara un conductor de sección 1/0 AWG de cobre desnudo.

ELECCIÓN DE LA MALLA

Determinación del coeficiente K_m , K_i y K_s , para esto es necesario tener en cuenta las siguientes definiciones:

- A = longitud de la malla
- B = ancho de la malla
- L = longitud total del conductor
- n = número de conductores en paralelo a la longitud A
- m = número de conductores en paralelo a la longitud B
- D = espaciamiento entre conductores
- h = profundidad de enterramiento²
- d = diámetro del conductor

$$K_m = (1/2\pi) \ln [D^2/16HD] + [1/\pi \ln [3/4 \times 5/6 \times 7/8 \dots - 2n-3/2(n-1)]$$

$$K_i = 0.656 + 0.172 n$$

$$K_s = 1/\pi(1/2h + 1/D+h + 1/2D + 1/3D + \dots)$$

Longitud de la malla $L = 48 \text{ m}$

- $D = 0.00926$
- $K_m = 0.7817$
- $K_i = 1.344$
- $K_s = 0.5782$

TENSIONES DE PASO

$$E_p = 165 + P_s / \sqrt{t}$$

$$E_p = 48100,4 \text{ V}$$

TENSIÓN DE CONTACTO

$$E_t = 165 + 0.25 P_s / \sqrt{t}$$

$$E_t = 14556.31 \text{ V}$$

PERDIDAS EN REDES DE MEDIO VOLTAJE PROYECTADA

Perdidas dieléctricas.- En el cableado subterráneo se presentan pérdidas que se calculan por

$$C = 0.024 E_r / \log R/r$$

Donde:

- V = tensión de línea a neutro
- C = Capacitancia en mF
- $\text{Tag } \Omega$ = tangente de pérdidas
- E_r = Permitividad relativa del aislamiento
- R = radio del conductor
- R = Radio interno de la pantalla sobre el aislamiento

$$P_d = V^2 C \text{ Tag } \Omega \times 10^3$$

En este caso

- $\text{Tag } \Omega = 0.2\%$ según tablas
- $R = 8.65 \text{ mm}$
- $R = 3.45 \text{ mm}$
- $E_r = 2.3$ en aislamiento XLPE
- $C = 0.1383$
- $P_d = 6.623 \text{ w/km}$

Sabiendo que la distancia es de 185 m tenemos que:

$$P_d = 6.623 \text{ w/km} \times 0.185 \text{ km} = 1.22 \text{ w}$$

Perdidas por efecto joule.- En este caso igual a sistemas aéreos

Se determina la corriente I

$$I = \frac{s/\sqrt{3} V \times d}{\sqrt{3}} = \frac{75 \text{ kva}}{13.8 \text{ kv}} \times 1.73 = 3.14$$

$$P = RI^2 = 1.031 \Omega/\text{Km} \times (3.14 \text{ w})^2 \times 0.185 \text{ km} = 1.88 \text{ w}$$

DETALLE DE ESTRUCTURAS Y SOPORTE

Para la línea aérea y subterránea se respetaran los materiales y especificaciones indicadas en el documento de la homologación que ha emitido el MEER.

Con lo que es necesario acotar que los materiales como herraje se utilizaran de acero galvanizado, para el aislamiento respectivo se utilizara de acuerdo al nivel de voltaje y la categoría de nivel de contaminación de la zona.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA DISEÑO DE REDES SUBTERRANEAS

Dentro de las obras civiles y eléctricas deberá facilitar el correcto funcionamiento de la red subterránea, tomando en cuenta que no altere el funcionamiento normal de la infraestructura civil del lugar donde se ubique una cabina de transformación y redes eléctricas.

POZOS DE REVISION

Se diseñaran pozos de revisión de los siguientes tipos según indica el documento de homologación.

Para la red de media tensión serán pozos de revisión tipo B, con dimensionamiento interior de 0,9m x 0,9m x 0,9 m

Estos serán construidos con paredes de hormigón armado de 210 Kg/cm² en calzada y de mampostería de ladrillo o bloque de hormigón pesado en acera. El espesor de la pared será de 12cm como mínimo y serán enlucidos con mortero.

El piso de estos será de una loseta de hormigón de 10 cm y una inclinación de 1.5 % para evacuar agua hacia una zanja sin enlucir.

La tapa será de hormigón y tendrán un marco y brocal metálico, construidos con pletina de acero de espesor de 4mm y y50 mm de base x 75 mm de alto con una abertura de 110 grados tanto para el brocal como para el marco de la tapa. La resistencia del hormigón de la tapa será de 210 Kg/ cm².

BANCO DE DUCTOS

El material de relleno de los ductos instalados bajo aceras será de arena y para cruce de calle será de hormigón con resistencia mínimo de 180Kg/cm²

La zanja para la ubicación de los ductos en acera tendrá la siguiente dimensión:

Calculo justificativo de la zanja:

$$Bd = NxD + (N-1)e + 2x$$

Donde:

- Bd = ancho de la zanja
- N = número de tubos
- D= diámetro exterior del tubo
- E = espacio entre tubos
- x = distancia entre la tubería y la pared de la zanja
- Bd = 45 cm

Se utilizaran ductos de pared estructuradas e interior liso tipo B color naranja de longitud de 6 metros, se llevara en forma paralela un ducto adicional para el sistema emergente de ser necesario.

Nota: Por toda la trayectoria de la línea se ubicara cinta de señalización como indicador de la existencia de conductores energizados como señal de advertencia de peligro de riesgos eléctricos.

7.-TABLEROS

7.1.-TABLERO DE DISTRIBUCIÓN GENERAL

Estará construido con una plancha metálica de 1/16" de espesor como mínimo, debidamente tratada y pintada con un proceso al horno. En su interior contendrá barras de cobre para el sistema de fuerza, para neutro y tierra. Además de un disyuntor principal tipo caja moldeada de dos polos y 150 A.

Las barras para fase deben tener una capacidad de conducción superior al valor nominal del disyuntor principal en un 25%, nivel de voltaje 240 V.

7.2. TABLERO DE SERVICIO GENERAL *PD1 Y PD2*,

Los paneles o centros de cargas PDI, PD2 y PD3 serán trifásicos o de 3 polos más barra de neutro y tierra de 100 A

SECCION 8

8. ACOMETIDA ELÉCTRICA EN BAJA TENSIÓN.

8.1. Acometida eléctrica paneles de breaker

La acometida eléctrica para los paneles de breaker PDI, PD2 y PD3 saldrán desde el tablero de distribución general utilizando cables Superflex 1000V – 90°C - Cu # 2 + N1x# 4 +T1x#8 - AWG, a través de tubería PVC 2" Con sus respectivos accesorios de montaje.

8.2. Acometidas eléctricas paneles de breaker de motores monofásicos

La acometida eléctrica para el panel de breaker de distribución, saldrá desde el tablero de distribución general utilizando cables Superflex 1000 V – 90°C - Cu # 2 + N1x# 4+T1x#4 - AWG a través de tubería PVC 3". Y una protección de dos polos y 100 A.

Conductores de baja tensión.

Los conductores serán de cobre, los circuitos derivados hasta el #10 AWG tipo TFF flexible, a partir del calibre # 8 AWG será multihilo superflex, los conductores para alimentar las bombas serán del tipo concéntrico multihilo.

Su instalación y su dimensionamiento se deben regir de acuerdo al NEC. Desde el calibre # 4 AWG y superiores pueden ser de color negro, pero deberá marcarse las terminaciones con el color correspondiente, para calibre inferiores se deberá respetar el siguiente código de colores:

- Verde para tierra
- Blanco para neutro
- **127 V**
- Rojo fase A
- Azul fase B
- **220V**
- Amarillo fase A
- Café fase B

Se puede cambiar el código de colores solo de las fases, pero debe respetarse un color diferente por fases y por voltaje, no debe de haber más de 5 colores, 2 para 240 V, 1 para 120 V, verde tierra, blanco neutro.

El aislamiento de los conductores de interiores será TFF o THHN y superflex los de mayor sección.

No se aceptaran empalmes en conductores de calibre mayores al # 10 AWG ni en alimentadores a motores, y todos los conductores deberán tener el sello UL.

8.5. Tubería

Toda la tubería a utilizarse, en la acometida eléctrica alimentadores y en circuitos derivados será de tubería sobrepuesta y empotradas.

SECCION 10:

10.1. Localización de las salidas

La ubicación de las principales salidas de la instalación terminado será:

- | | |
|---|----------|
| • Tableros secundarios (borde superior) | 1.80 mts |
| • Interruptores (borde inferior) | 1.20 mts |
| • Tomacorrientes dobles 120V (borde inferior) | 0.45mts |

SECCION 11:

11.1. Normas para la construcción

Se cumple por parte del contratista eléctrico de la obra, las siguientes normas:

La instalación eléctrica deberá ejecutarse en forma técnica, empleando materiales de primera calidad de acuerdo a las especificaciones técnicas mencionadas en los capítulos respectivos.

Por ningún concepto y bajo ninguna circunstancia se instalará otro tipo de tubería que no sea la especificada y no se permitirá el uso de tuberías de diámetro inferior a ½”

El acoplamiento de tuberías y las cajas de conexión o salida, se harán mediante conectores apropiados, y por ningún concepto se permitirá la unión directa de tubería y la caja sin este accesorio.

Toda la tubería deberá instalarse como un sistema completo antes que los conductores sean pasados en su interior, además deberán limpiarse de manera apropiada para evitar la humedad y otros materiales que impidan el paso de los conductores.

Cuando sea necesaria la instalación de tubería sobrepuesta, estas se aseguraran con abrazaderas metálicas del mismo calibre que la tubería y espaciadas cada 1 m.

Las conexiones serán aseguradas de manera que no sean aflojadas por vibraciones, esfuerzos normales o el calentamiento propio del conductor.

No se permitirán empalme de conductores en alimentadores excepto en el sistema de alumbrado y tomacorrientes.

Todo el material a utilizarse en la instalación proyectada deberá ser obligatoriamente saneado y nuevo.

SECCION 12:

12.1. Medición.

El proyecto es un solo local y pertenece a una sola institución, por eso se requiere de un solo medidor, y aceptara uno del tipo y clase según lo indique la empresa distribuidora CNEL. EP. MANABÍ

SECCION 13:

13.1. Lista de materiales

Para la realización del proyecto se utilizaran:

Partida A: 1 Estructura de hormigón armado 12 metros - 500 Kg T.R de forma circular – tronco cónico

Partida B: 2 EST-1CR

4 EST- 1CP

4 ESD-1EP

Partida C: 3 TAD-OTS

Partida D: 1 PT-ODC

Partida E: 3Transformador PATMOUNTED 25 KVA trifásicos 13.8 kv/240-120 V

Partida F: 1 Equipos de protección y seccionamiento

Partida G: Conductores

Partida H: Ducteria

Partida I: Mampostería

Partida J: Varios

LISTA Y ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS Y MATERIALES

PARTIDA A: Estructuras de hormigón armado

REF	UNID	DESCRIPCIÓN	CANT
1°	U	Poste tubular 12 m hormigón armado 500 kg T. R	4

Partida B: ESTRUCTURAS

EST-3 CR (retenida Centrada)

REF	UNID	DESCRIPCIÓN	CANT
1°	U	Abrazadera de acero galvanizado, platina, doble 38x4x149-160mm (1 1/2x11/64x5 1/2-6 1/2"	4
2°	U	Aislador tipo suspensión de porcelana, clase ANSI 52-1	6
3°	U	Horquilla de anclaje de acero galvanizado, 16mm (5/8") de diámetro x 75mm (3") de longitud. (eslabón en U para sujeción)	6
4°	U	Grapa terminal tipo pistola, de aleación de Al	6
5°	U	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, para perno de 16mm (5/8") de diámetro	3

EST--3 CP

REF	UNID	DESCRIPCIÓN	CANT
1°	U	Aislador espiga (pin) de porcelana, clase ANSI 56-1, 25 kV	9
2°	U	Perno espiga (pin) tope de poste doble de acero galvanizado de 19 mm (3/4") de diámetro x 450 mm (18") de longitud	9
3°	M	Conductor desnudo solido de Al para atadura N° 4 AWG	18
4°	U	Varilla de armar preformadas para conductor de Al	4

PARTIDA C Tensores**EST-1EP (rack de 1 vías)**

REF	UNID	DESCRIPCIÓN	CANT
1°	U	Abrazadera de acero galvanizado, pletina simple (3 pernos), 38x6x160-190mm (1 1/2x1/4x6 1/2 - 7 1/2)	4
2°	U	Aislador tipo rollo de porcelana ANSI 53-2	4
3°	U	Bastidor (rack) de 1 vías acero galvanizado 38x4mm	4
4°	M	Conductor desnudo solido de Al para atadura N° 4 AWG	6
5°	U	Varilla de armar preformadas para conductor de Al	4

TAD-OTS (a tierra simple)

REF	UNID	DESCRIPCIÓN	CANT
1°	M	Cable de acero galvanizado grado Siemens Martín, 7 hilos, 9.51 mm (3/8") de diámetro	33
2°	U	Retención pre formada para cable de acero galvanizado de ,9.51 mm (3/8") de diámetro	2
3°	U	Guardacabo para cable de acero de ,9.51 mm (3/8") de diámetro	2
4°	U	Varilla de anclaje de acero galvanizado de 9.51 mm (3/8") de diámetro x 180mm de longitud con tuerca y arandela	2
5°	U	Bloque cónico de hormigón armado, base inferior 400mm, base superior 150mm, 200mm de altura total y orificio de 20mm de diámetro	2

PARTIDA D: Puestas a tierra (PT-ODC)

REF	UNID	DESCRIPCIÓN	CANT
1°	U	Varilla para puesta a tierra tipo copperweld, 16mm (5/8") de diámetro x 1800mm (71") de longitud	11
2°	U	Suelda exotérmica	14
3°	M	Conductor desnudo cableado de Cu N° 2 AWG	56
4°	sacos	Aditivo mejoramiento de suelo	8

PARTIDA E: Transformador

REF	UNID	DESCRIPCIÓN	CANT
1°	U	Transformador trifásico patmounted de 25 Kva – 13200 GRdy/13.8 kv-120/240 V	3
2°	U	Estribo para derivación, aleación Cu Sn	6
3°	U	Grapa de derivación para línea en caliente de aleación de Al	6

PARTIDA F: Equipos de protección y seccionadores

REF	UNID	DESCRIPCIÓN	CANT
1°	U	Seccionador porta fusible 15 Kv-100 A	6
2°	U	Puntas terminales exterior	3
3°	U	Conectores tipo codo dobles	9
4°	U	Pararrayos 10 Kv óxido de zinc	6
5°	U	Interruptor termo magnético 2P-150 A-600V	3
6°	U	Tira fusible tipo k-4 A	6

PARTIDA G: Conductores

REF	UNID	DESCRIPCIÓN	CANT
1°	M	Conductor cobre aislado 2 TTU-600 V-75 °C	100
2°	M	Conductor cobre aislado N° 2 AWG	80
3°	M	Conductor XPLE N° 2 AWG	720

PARTIDA H: Ducteria

REF	UNID	DESCRIPCIÓN	CANT
1°	U	Tubo rígido de acero galvanizado 4" de diámetro	2
2°	U	Codo rígido de acero galvanizado 4" de diámetro	1
3°	U	Tubo PVC 4" de diámetro	8
4°	U	ductos de pared estructuradas e interior liso tipo B color naranja de longitud de 6 metros,	64

PARTIDA I: Mampostería

REF	UNID	DESCRIPCIÓN	CANT
I-01	U	Poza de revisión de 0,90m x0,90m x0,90 m con tapas metálicas	7

PARTIDA J: VARIOS

REF	UNID	DESCRIPCIÓN	CANT
1°	U	Reversible pata de mula 4"	1
2°	U	Cintos metálicos para sujeción	3

5.1.1. Características.- Entre los sistemas de distribución primarios subterráneos se encuentra el servicio a zonas céntricas urbanas. Es el más antiguo tipo de servicio subterráneo utilizado en estas áreas de ciudades bastante grandes (con más de 100 000 habitantes). Los secundarios de los sistemas suelen estar

interconectados a través de una red o malla secundaria y el suministro primario procede de varios alimentadores primarios trifásicos.

El sistema primario está formado por una serie de circuitos trifásicos, pozos o registros y cámaras subterráneas. Los cables se instalan dentro de conductos de PVC dispuestos en bancos o hileras paralelas para contener el número necesario de cables, estos suelen recubrirse de hormigón para darles más protección mecánica.

Los registros suelen estar situados en las esquinas de las calles a una profundidad de 8 pies, aproximadamente, los mismos facilitan el acceso a los cables para estirarlos a través de los conductos, para empalmar nuevos tramos de cable y dirigirlos a lo largo de las calles. Dentro de los registros, los cables y empalmes están soportados en bandejas.

Los transformadores de red que alimentan la malla secundaria subterránea, suelen estar situados en recintos subterráneos llamados cámaras. Cada cámara contiene uno o más transformadores trifásicos, cada uno con su equipo de maniobra y sus dispositivos protectores asociados, que incluyen un interruptor secundario de aire (con sus relés de protección y fusibles asociados) conocido como protector de red. Estas cámaras deben proveer un alojamiento impermeable para los equipos, además, es necesario dotarlas de ventilación y drenaje adecuados.

Los sistemas de distribución secundarios subterráneos se extienden desde los bornes de baja tensión del transformador de distribución hasta la acometida del usuario. La mayoría de los sistemas secundarios son servidos por sistemas primarios que alimentan transformadores de distribución montados sobre soportes, de subsuelo o instalados en edificios. Estos sistemas se utilizan para alimentar instalaciones comerciales concentradas, tales como un centro comercial que contenga tiendas, restaurantes, cines y otros negocios.

Sin embargo, en ocasiones, el sistema secundario subterráneo es alimentado mediante un alimentador primario aéreo y un transformador de distribución, montado sobre un poste; en este caso, los cables secundarios se hacen bajar a lo largo del poste y se llevan por debajo del suelo hasta la acometida del usuario.

Es importante resaltar que el diseño y operación correctos de un sistema de suministro eléctrico subterráneo implica mucha coordinación con otras personas y organizaciones, debido a que otras empresas (telefonía, gas, TV por cable, acueducto, etc.) también instalan y operan sistemas por debajo de las ajetreñadas calles de la ciudad.⁴

- a) Confiabilidad:** Las redes subterráneas sirven típicamente en áreas de alta densidad de carga. Como resultado, una falla sin controlar en un área podría afectar el servicio a varios clientes. La necesidad de confiabilidad se vuelve obvia en esta situación.

- b) Continuidad:** una buena calidad en el servicio del sistema eléctrico va de la mano de una continuidad de este, disminuir las fallas y cortes de energía para tener una continuidad en el servicio es lo que se tratará de corregir con el diseño y reordenamiento del sistema de distribución eléctrico en media y baja tensión.

- c) Flexibilidad:** Siempre recuerde que como otros circuitos de distribución, las redes de distribución cambian y se expanden continuamente. Los dispositivos usados en las redes de distribución deben permitir una fácil adaptación a la red para necesidades actuales y futuras (aumento de carga).

- d) Seguridad:** La seguridad debe ser una consideración en todos los objetivos de diseño. La seguridad en el diseño incluye el suministro de tolerancias de

⁴ <http://www.redalyc.org/pdf/1813/181320170009.pdf>

diseño, hacer la instalación fácil y libre de errores y permitiendo su operación bajo condiciones ideales y no ideales.

- e) **Economía:** Minimizando las complicaciones de la instalación y maximizando su confiabilidad, los dispositivos usados para sistemas subterráneos se vuelven económicos.⁵

5.1.2. Sistema de distribución subterránea.- La red subterránea de distribución eléctrica es un conjunto de líneas aisladas, utilizadas para la distribución de energía eléctrica en alto y bajo voltaje, la cual está conformada por cámaras de transformación, equipos de protección y seccionamiento adecuado.

- a) **Topología:** La topología de una red de distribución se refiere al esquema o arreglo de la distribución, esto es la forma en que se distribuye la energía por medio de la disposición de los segmentos de los circuitos de distribución. Una topología se enfoca en la forma como se distribuye la energía a partir de la fuente de suministro hasta los centros de transformación o hacia el usuario final.

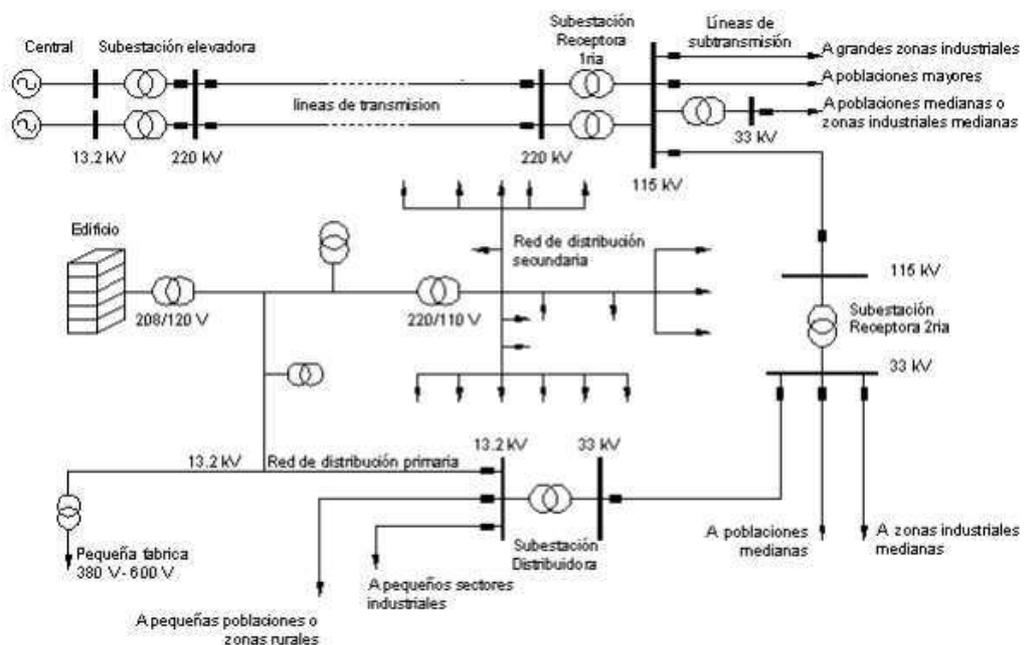
- b) **Ubicación y conformación de un sistema de distribución subterráneo:** Un sistema eléctrico de potencia incluye las etapas de generación, transmisión, distribución y utilización de la energía eléctrica, y su función primordial es la de llevar esta energía desde los centros de generación hasta los centros de consumo y por último entregarla al usuario en forma segura y con los niveles de calidad exigidos.

Aproximadamente las 2/3 partes de la inversión total del sistema de potencia, están dedicados a la parte de distribución, lo que implica necesariamente un trabajo cuidadoso en el planeamiento, diseño y construcción y en la operación del sistema de distribución, lo que requiere manejar una información

⁵ <http://www.ensys.pe/articulos/conector/conectores13distsub.html>

voluminosa y tomar numerosas decisiones, lo cual es una tarea compleja pero de gran trascendencia.

Nótese que es en esta parte donde se producen los porcentajes más grandes de pérdidas de energía en todas sus manifestaciones debido al gran volumen de elementos que lo conforman, y a los bajos niveles de tensión que se manejan. Para ubicar el sistema de distribución observe el esquema de un sistema de potencia de la siguiente figura. El sistema de distribución a su vez está conformado por:



c) Principales componentes de un sistema de distribución subterráneo.

- **Subestaciones receptoras secundarias:** donde se transforma la energía recibida de las líneas de sub-transmisión y dan origen a los circuitos de distribución primarios, con voltajes nominales de 69 KV-13.2KV 1F y/o 3F.
- **Circuitos primarios:** que recorren cada uno de los sectores urbanos y rurales suministrando potencia a los transformadores de distribución a voltajes de 13.2 KV 1F y/o 3F.

- **Circuito secundario:** encargados de distribuir la energía a los usuarios con voltajes de 120/240 V.
- **Transformadores de distribución:** se conectan a un circuito primario y suministran servicio a los consumidores o abonados conectados al circuito secundario, los transformadores que se utilizan son del tipo Pad Mounted los utilizados en el sistema de distribución subterráneo.

La distribución de energía eléctrica es una actividad cuyas técnicas están en un proceso constante de evolución reflejada en el tipo de equipos y herramientas utilizadas, en los tipos de estructuras, en los materiales con los que se construyen las redes de distribución y en los métodos de trabajo de las cuadrillas de construcción y mantenimiento, reflejada también en la metodología de diseño y operación empleando computadores (programas de gerencia de redes, software gráfico, etc.). Algunos de estos factores de evolución son:

- Expansión de la carga.
- Normalización de materiales, estructuras y montajes.
- Herramientas y equipos adecuados.
- Métodos de trabajo específico y normalizado.
- Programas de prevención de accidentes y programas de mantenimiento.
- Surgimiento de industrias de fabricación de equipos eléctricos.
- Grandes volúmenes de datos y planos.

d) Requisitos que debe cumplir un sistema de distribución subterráneo.

- Aplicación de normas nacionales y/o internacionales.
- Seguridad para el personal y equipos.
- Simplicidad en la construcción y operación (rapidez en las maniobras).
- Facilidades de alimentación desde el sistema de potencia.
- Optimización de costos (economía).
- Mantenimiento y políticas de adquisición de repuestos.

- Posibilidad de ampliación y flexibilidad.
- Resistencia mecánica.
- Confiabilidad de los componentes.
- Continuidad del servicio.

e) Diseño del sistema de distribución subterráneo.

- La localización de la alimentación para el sistema.
- El conocimiento de las cargas.
- El conocimiento de las tasas de crecimiento de las cargas.
- Selección de la tensión de alimentación.
- Selección de las estructuras de media tensión y baja tensión.
- Localización óptima de subestaciones de distribución (transformadores de distribución).

f) Selección de equipos. La selección de equipos para sistemas de distribución incluye:

- La selección de las subestaciones de distribución incluidos los interruptores, transformadores y gabinetes.
- Selección de los conductores (cables aislados y/o desnudos).
- Optimización del calibre de los conductores (calibre económico).
- Selección en caso necesario de equipos para supervisión de la carga y automatización del sistema para la operación bajo condiciones normales y anormales.⁶

5.1.3. Componentes secundarios de un sistema subterráneos.- Un sistema subterráneo cuenta con los siguientes componentes:

- a) Ductos:** que pueden ser de asbesto, cemento, de PVC o conduit metálicos, PVC corrugado con diámetro mínimo de 4pulgadas.

⁶ <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/123456789/1722/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-14.pdf>

b) Cables: pueden ser monopolares o tripolares aislados en polietileno de cadena cruzada XLP, tipo TTU-0.6 KV son cableados y están contruidos con cobre de temple suave, están además aislados con una capa uniforme de material termoplástico Polietileno (PE) resistente a la humedad y al calor, sobre la cual se aplica una cubierta protectora de Cloruro de Polivinilo (PVC), de polietileno reticulado EPR, en caucho sintético y en papel impregnado en aceite APLA o aislamiento seco elastomérico en calibres de 500 - 400 - 350 - 250 MCM, 4/0 y 2/0 AWG en sistemas de 13.2 KV, 7.6 KV y 4.16 KV.

A pesar de que existen equipos adecuados, resulta difícil y dispendioso localizar las fallas en un cable subterráneo y su reparación puede tomar mucho tiempo, se recomienda construir estos sistemas en anillo abierto con el fin de garantizar la continuidad del servicio en caso de falla y en seccionadores entrada - salida.

Los cables a instalar en baja tensión son aislados a 600 V con polietileno termoplástico PE-TTU y recubierto con una chaqueta protectora de Cloruro de Polivinilo PVC y en calibres de 400 - 350 - 297 MCM 4/0, 2/0, 1, 2,4, AWG generalmente.⁷

5.1.4. Sistema eléctrico subterráneo reguladas por natsim.- El tipo de clases de servicio que se suministra al abonado es en AC (Corriente Alterna), pudiendo ser monofásico o trifásico con sistema de aterrizado, cuya frecuencia es 60 Hz. Los voltajes de servicio, listados a continuación, están disponibles dependiendo de la localización del Consumidor y la naturaleza de la carga. Las tensiones se clasifican en: baja, media y alta.

5.1.5. Baja Tensión.- En la tabla se muestran las características básicas en los sistemas monofásicos y trifásicos.

⁷ <http://docplayer.es/5177767-Facultad-de-educacion-tecnica-para-el-desarrollo-carrera-de-ingenieria-electrico-mecanica.html>

En Baja Tensión se deberán cumplir las condiciones normales y las regulaciones

Sistema Monofásico	Sistema Trifásico
120 voltios – 2 hilos	120/240 voltios – triángulo – 4 hilos
120/240 voltios – 3 hilos	120/208 voltios – estrella – 4 hilos
120/208 voltios – 3 hilos	

pertinentes en tensión eléctrica, de acuerdo a la reglamentación del CONELEC. En otras palabras, se debe cumplir un $\pm 8\%$ por arriba y abajo del voltaje nominal suministrado.

Se mantendrán los valores establecidos para la regulación de voltaje, es decir, que la Empresa no dejará más de un paso de transformación para obtención de voltaje nominal entregado. En otras palabras, no se va a permitir instalaciones en cascada de transformadores hasta el punto de medición del usuario.

De manera general, para suministros de 3 kW se instalara el servicio monofásico (120 V – 2hilos) y para suministros comprendidos entre 3 kW y 30 kW, la Empresa instalará el servicio monofásico trifilar, de acuerdo a las redes distribuidas en el sector donde se realiza el estudio.

Mientras que para instalación de sistemas trifásicos, la empresa deberá evaluar los costos para realizar el suministro y justificar que el usuario se encuentra ubicado fuera del rango permitido, es decir, que el valor de la carga declarada es mayor a 10 kW. Finalmente, el suministro de servicio trifásico requiere de un mínimo en la carga trifásica, que sería de 4 kW. Los sistemas tipo estrella serán instalados solamente en lugares donde el servicio ya existe, caso contrario se requerirá la instalación de un banco de transformadores para el usuario o consumidor.

a) Aislamiento de los conductores de la red de distribución en baja tensión:

Los conductores de acometidas subterráneas serán cables monoconductores con aislamiento tipo TTU, RHW, THW o equivalentes. El conductor de neutro

aterrizado podrá ser aislado con recubrimiento de color blanco y los correspondientes a las fases podrán ser de color naranja.

b) Tamaño mínimo de los conductores de la red de distribución de baja

Tensión: Para acometidas subterráneas, el tamaño mínimo será:

Acometida Subterránea	Conductores Mínimos
4 hilos	2 # 2 + N # 4 - TTU CU
4 hilos	3 # 2 + N # 2 - TTU CU

c) Trayectorias de la red de distribución de baja tensión: La trayectoria de la red de distribución subterránea de baja tensión partirá desde el secundario del transformador pasando por N cajas de revisión, según sea el recorrido de la red, la misma que seguirá su trayectoria por medio de ductos de PVC corrugado tipo pared doble, dicha red será la que alimentara las viviendas que necesiten del suministro eléctrico.

Para la red de distribución subterránea proveniente de un poste del sistema de distribución aéreo, se construirá una caja de revisión al pie del poste de arranque y las que sean necesarias para continuar su recorrido hasta ubicarse frente al sitio que necesite del suministro eléctrico.

d) Suministro e Instalación de las Tuberías: El suministro e instalación de la tubería se la proyectara a lo largo del área por donde pasara la red de distribución de baja tensión, interceptando n cajas de paso de 80x80x80 cm según sea su trayectoria y su tipo será de PVC corrugada tipo pared doble.

e) Protección Mecánica: Los conductores de la red de distribución subterránea en baja tensión se protegerán contra daños físicos instalándolos en tubería tipo PVC corrugada tipo pared doble, aprobada para uso eléctrico. Si la red de distribución se deriva desde un poste, la tubería partirá desde una altura de 6 metros y bajará por medio de una bajante rígida de diámetro 3" y pasara a una

caja de paso de hormigón simple de 80x80x80cm construido junto al poste, desde la cual continuará su recorrido.

5.1.6. Media tensión.- CNEL entregará o suministrará energía eléctrica en el nivel de media tensión, siempre que cumpla con independencia en la medición del lado primario o secundario de la red.

- **Sistema Monofásico a 7.62 KV:** Este servicio se suministrará al voltaje indicado, cuando la demanda del predio sea mayor a 30 KW y menor a 90 KW y su capacidad total instalada no exceda de 100 KVA monofásicos.
- **Sistema Trifásico a 13.200 voltios:** Este servicio se suministrará al voltaje indicado, cuando la demanda trifásica del predio sea mayor a 30 KW y menor a 1.000 KW.

a) Red de distribución subterránea en media tensión: La red de distribución subterránea en media tensión está compuesta por los transformadores y las líneas primarias que alimentan los transformadores, las cuales pueden ser monofásicas o trifásicas. Su distribución se hace por medio de ductos a instalar PVC pesado o PVC corrugado tipo pared doble, la misma pasara por n cajas de paso de 80 x80x80 hasta llegar a su lugar al sitio donde seguramente alimentara un transformador tipo Pad Mounted. El transformador será conectado al sistema de distribución mediante líneas suministradas e instaladas por la Empresa.

b) Redes de distribución Aéreas media tensión: Sólo se aceptarán acometidas aéreas en media tensión, en aquellos sectores donde las calles no estén pavimentadas o existan en ellas zanjas para drenajes y las aceras no hayan sido construidas por regeneración urbana. Para la bajante de los conductores se utilizará tubería metálica rígida para uso eléctrico de 3” de diámetro en redes con dos conductores (incluyendo el neutro) monofásicas y de 4”de diámetro en redes de más de dos conductores trifásicas.

c) Medición en Media Tensión: La medición en media tensión se efectuará cuando las demandas sean superiores a 300 kilovatios (800 amperios) e inferiores a 1.000 kilovatios. El equipo de medición será instalado en un poste que contenga las líneas primarias aéreas de distribución, o en cuartos de transformadores, previa aprobación de la Empresa, para lo cual se utilizará transformadores de potencial y de corriente, además del medidor adecuado. Se suministrará un equipo de medición en media tensión para demandas menores a 300 kilovatios por razones técnicas y por disposición de la Empresa.

d) Ubicación del Equipo de Medición de Media Tensión en Postes: Los postes que soporten el equipo de medición de media tensión contendrán también el módulo individual para medición indirecta, el cual deberá instalarse a una altura de 1,80 m con respecto al piso, protegido contra las aguas lluvias por medio de una cubierta o techo.

Cuando la alimentación en media tensión se la realice por medio de un primario particular, el equipo de medición se instalará en el primer poste ubicado dentro del predio, el mismo que se colocará a una distancia máxima de 7 metros, medidos desde la línea de cerramiento y se preverá una estructura de doble retención en dicho poste.

El medio de protección y seccionamiento, es decir, las cajas porta-fusible de la acometida en media tensión o primario particular, deberá estar instalado en un poste en la vía pública, lo más cercano al predio, de tal forma que pueda ser libremente operado por el personal de esta Empresa.

e) Ubicación del Equipo de Medición de Media Tensión en Cuartos: En los cuartos de transformadores que contengan equipos de medición en media tensión, el módulo individual del medidor deberá instalarse en el lado exterior de una de sus paredes y a una distancia tal, que el recorrido lineal de la

trayectoria de la canalización de los conductores de señal del equipo de medición no exceda de 8 metros.

El medio de protección y seccionamiento, es decir, la caja porta-fusible de la acometida en media tensión o primario particular, deberá estar instalado en un poste en la vía pública, lo más cercano al predio, de tal forma que pueda ser libremente operado por el personal de esta Empresa.⁸

5.1.7. Puesta a tierra.- Deberán conectarse a tierra los transformadores o los bancos de transformadores cuando las conexiones del diseño así lo requieran. Los circuitos que deben tener conexión a tierra son los siguientes:

- Circuito monofásico de dos conductores para servicio a 120 voltios.
- Circuito monofásico de tres conductores para servicios de fase a neutro y de fase a fase de 120/240 voltios.
- Circuito trifásico de cuatro conductores conexión en estrella para servicios a 120/208 voltios.
- Circuito trifásico de cuatro conductores conexión delta para servicios a 120/240 voltios.

Asimismo, deberán conectarse a tierra los pararrayos, los tanques y gabinetes de transformadores, las tuberías metálicas de acometida, las cajas metálicas de derivación, los tableros de medidores, y en general todas las cubiertas metálicas que contengan equipos eléctricos. No deberá conectarse el sistema de puesta a tierra a tuberías que se utilizan para transportar gas o cualquier otro tipo de combustible.

a) Electrodo: Los electrodos de puesta a tierra serán varillas de cobre o Cooperweld de 5/8” de diámetro, con una longitud mínima de 6 pies.

⁸ <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/123456789/1722/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-14.pdf>

b) Conductores: El conductor de puesta a tierra será de cobre, macizo o cableado, desnudo o aislado. Su sección mínima estará de acuerdo con la sección del conductor mayor de la acometida en la siguiente relación:

- No. 8 AWG para conductor de acometida hasta No. 2 AWG.
- No. 6 AWG para conductor de acometida hasta No. 1/0 AWG.
- No. 4 AWG para conductores de acometida hasta No. 2/0 AWG.
- No. 2 AWG para conductor de acometida hasta 350 MCM.
- No. 1/0 AWG para conductor de acometida hasta 600 MCM.
- No. 2/0 AWG para conductor de acometida mayor a 600 MCM.

En inmuebles de interés social y viviendas suburbanas, la sección mínima del conductor de puesta a tierra será No. 10 AWG, cobre.

c) Trayectoria: El conductor de puesta a tierra se podrá instalar directamente en paredes, estructuras o postes; si estuviera expuesto a daños mecánicos, se lo protegerá con un tubo metálico.

d) Conexión: El conductor de puesta a tierra se conectará al electrodo utilizando abrazaderas o conectores. En los tableros de medidores, la conexión a tierra de la barra del neutro se hará mediante terminales, que se utilizarán exclusivamente para el sistema de aterrizamiento.

e) Resistencia: La resistencia eléctrica del sistema de puesta a tierra deberá ser inferior a 20 ohmios; si fuera mayor, deberán utilizarse 2 o más electrodos de puesta a tierra en paralelo.⁹

5.1.8. Transformadores.- La Empresa suministrará e instalará sus transformadores en su sistema de distribución, para Consumidores con una demanda de hasta 30 KW. Si la demanda excede de 30 KW, el Consumidor

⁹ repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/.../1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-23.pdf

suministrará e instalará sus propios transformadores dentro de un cuarto habilitado para el efecto.

Si se prevé la instalación de un sólo transformador monofásico, éste será de hasta de 100 KVA y podrá ser del tipo convencional o auto protegido; pero si se considera la instalación de un banco de transformadores, cada unidad monofásica que lo conforma será del tipo convencional y apropiado para ser utilizado en un sistema de 13200/7620 voltios en el lado primario y 120/240 voltios en el lado secundario, con derivaciones de 2,5 % arriba y abajo de su voltaje nominal.

Cuando se considere el uso de transformadores tipo Patmounted, deberá ubicárselo en un espacio comprendido entre la línea del cerramiento frontal y la línea de construcción del inmueble, con una separación mínima de 1,5 m. desde la línea de cerramiento frontal al lado más cercano del transformador y a 0,5 m tanto del lindero lateral, como de la línea de construcción del inmueble (fachada). En caso de que se instale el transformador en un área donde haya movimiento vehicular, se deberá colocar una barrera de protección.

El transformador Patmounted se montará sobre una base de hormigón de 15 cm. respecto al nivel del piso terminado; debajo del compartimiento de primario y secundario se construirá una caja de paso de hormigón, con una abertura que se ajuste a las dimensiones del mismo y de 80 cm. de profundidad. En dicho compartimiento se acoplarán las tuberías de entrada de primario y de salida del secundario. Estas tuberías serán del tipo metálico rígido para uso eléctrico.

Los transformadores Patmounted monofásicos tendrán un voltaje en el lado primario de 13.200/ 7.620 voltios y en el lado secundario 120/240 voltios con derivaciones de 2,5 % arriba y abajo de su voltaje nominal. Cuando se trate de un servicio individual el módulo para medición indirecta, se instalará en el lado exterior del cerramiento, en tanto que los módulos para los transformadores de

corriente y el disyuntor general se instalarán cerca del transformador, esto es, en el cerramiento lateral del inmueble o en el lado interior del cerramiento frontal.

Cuando la demanda sea mayor a 1.000 KW y la Empresa suministre el servicio a un nivel de tensión de 69 KV, el Consumidor instalará la subestación de reducción a esta tensión, cuyas características técnicas, detalles constructivos y de montaje serán puestos a consideración de la Empresa para su análisis respectivo.

a) **Tipo de transformador a utilizar:** Los tipos de transformadores que se instalan por lo general en áreas donde se realiza la regeneración urbana son de tipo pedestal o PadMounted.

- **Transformador tipo Patmounted tipo malla:** Los Transformadores Patmounted o tipo pedestal monofásico y trifásico se fabrican especialmente para aquellos sitios donde la distribución de la media tensión es subterránea como edificios, urbanizaciones, centros comerciales, regeneraciones urbanas etc. Es apto para las aplicaciones que requieran una unidad de transformación compacta y auto protegida, que armonice con el medio ambiente, sin necesidad de construir una caseta y constituyendo una alternativa de menor costo que una subestación del mismo tamaño.

Configuración general: Todo tipo de transformador tipo Patmounted tiene una configuración tipo malla o radian de acuerdo a la demanda del consumidor.

Potencia general: Transformadores monofásicos hasta 100 KVA auto protegidos. En la configuración tipo malla el primario se cierra para formar un anillo.¹⁰

5.1.9. Canalizaciones.- Las canalizaciones subterráneas requieren, previo a iniciar el proceso de excavación, la autorización de la Empresa, Municipalidad y otras empresas de servicios básicos, la misma que deberá ser solicitada con una

¹⁰ <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/123456789/1722/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-14.pdf>

anticipación de al menos 72 horas. Las canalizaciones en aceras y cruces de calles estarán conformadas por 4 ductos de 10 cm. (4") de diámetro cada uno, de material PVC de presión; sin embargo, en los lugares donde la Empresa por razones técnicas lo requiera, podrá exigir un número mayor de ductos.

La canalización de entrada de acometida en media tensión que se instale junto al poste y las que ingresan al cuarto de transformadores se construirán utilizando tubería metálica rígida aprobada para uso eléctrico. Similares características tendrán las canalizaciones que se deriven desde el cuarto eléctrico que contiene la protección principal del inmueble a los diferentes cuartos de transformadores del mismo.

a) Trayectoria: La trayectoria de la canalización estará conformada por tramos rectos, debiéndose prever la construcción de cajas de paso en los puntos donde se cambie de dirección, se intercepte la canalización existente y al pie del poste donde el primario subterráneo o acometida se incorpore a la red aérea del sistema. La longitud máxima entre cajas de paso será de 30 m.

b) Cajas de paso: Las cajas de paso o revisión se construirán de hormigón simple o de hormigón armado con varillas de 3/8" espaciadas 15 cm. en ambos sentidos de acuerdo a su ubicación, ya sea en la acera o en la calle respectivamente. Las dimensiones interiores de la caja no podrán ser menores a 80x80x80 cm. Aquellas cajas que se construyan en las aceras para el cruce de calles deberán dimensionarse con una profundidad de 100 cm. y las cajas con derivaciones en sistemas de media tensión tendrán dimensiones de 160x80x100 cm., con tapa de doble hoja.

Las tapas de las cajas de paso se construirán de hormigón armado, en las aceras con ángulo de 2"x 1/4" reforzado con varilla de 1/2" espaciadas cada 20 cm en ambos sentidos y en las calles, con ángulo de 5"x 1/4" reforzado con varillas de

5/8" espaciadas cada 20 cm en ambos sentidos. Dichas tapas estarán provistas de dos agarraderas que permitan su remoción.

- c) **Zanjas:** La excavación de la zanja para la canalización tendrá una profundidad de por lo menos 50 cm. por debajo de la del banco de ductos requeridos, con una amplitud de 15 cm. a cada lado del referido banco. El relleno se realizará con material pétreo y compactándolo en capas de 10 cm. hasta alcanzar bajo el banco de ductos un espesor mínimo de 30 cm. en aceras y 50 cm. en cruce de calles.
- d) **Disposición de Ductos:** La tubería se colocará en la zanja con una separación de 10 cm. entre tubos, tanto en sentido horizontal como vertical, incrementando niveles cada dos ductos. En caso de requerirse uno o dos ductos, se mantendrá la disposición del nivel inferior.
- e) **Recubrimientos:** El espesor de las capas de hormigón, medido desde el nivel superior de la calle o acera hasta la cara superior del primer nivel de tubos, no será menor a 40 cm y 30 cm. respectivamente. El espesor de las capas de hormigón medido desde la cara inferior del tubo más profundo hasta la superficie del terreno compactado no será inferior a 20 cm. en ambos casos, y cuando el terreno sea demasiado flojo (fangoso) deberá colocarse en la parte superior de los ductos una malla de armadura metálica con varillas de hierro corrugado de 3/8" y resistencia a la tracción de 1.200 Kg/cm², espaciadas cada 15 cm en ambos sentidos.¹¹

5.1.10. Ventajas y desventajas de las redes subterráneas.- Las redes de distribución son empleadas en zonas en donde por razones de urbanismo, estética, congestión o condiciones de seguridad no es aconsejable el sistema aéreo. Actualmente el sistema subterráneo es competitivo frente al sistema aéreo en zonas urbanas céntricas. Este tipo de modelo es mucho más confiable ya que la

¹¹ <ftp://200.93.225.162/.../INSTALACIONES/ELECTRICOS/Memoria>

mayoría de las contingencias mencionadas en las redes aéreas no afectan a las redes subterráneas.

a) Ventajas

Son más estéticas, pues no están a la vista, por lo que sirven para realzar la arquitectura de la ciudad en centros urbanísticos o en donde se quiere focalizar o explotar el turismo. Sumando a lo citado anteriormente no está demás recalcar que son mucho más seguras y una ventaja importante es que no se encuentran expuestas al vandalismo muy común en las ciudades principales del país.

En la actualidad las zonas más urbanizadas de las ciudades a nivel mundial cuentan con un suministro de energía eléctrica basado en redes de distribución subterráneas debido a sus indudables ventajas con respecto a las redes aéreas.

Mayor confiabilidad.

Mayor seguridad.

Mejor imagen urbana.

Menor impacto medio ambiental.

b) Desventajas

- Su alto costo de inversión inicial.
- Se dificulta la localización de fallas.
- El mantenimiento es más complicado que el que se realiza en las distribuciones aéreas por lo que las reparaciones toman más tiempo.
- Están expuestas a la humedad y a la acción de los roedores.
- Los conductores utilizados son aislados de acuerdo al voltaje de operación y conformados por varias capas aislantes y cubiertas protectoras. Estos cables están directamente enterrados o instalados en bancos de ductos (dentro de las excavaciones), con cajas de inspección en intervalos regulares.¹²

5.2. SEGURIDAD ENERGÉTICA.

¹² <http://es.slideshare.net/toni120411/redes-de-distribucion>

Durante la última década se ha difundido ampliamente el término “seguridad” alcanzando también al ámbito socioeconómico y al campo energético, de modo tal que se perfila la expresión “Seguridad Energética” con nuevas connotaciones implícitas.

Definida como la capacidad de un país para satisfacer la demanda nacional de energía con suficiencia, oportunidad, sustentabilidad y precios adecuados, en el presente y hacia un futuro. La visión clásica se ha centrado en la protección física de las infraestructuras y la garantía de la continuidad del suministro. Destaca el elemento físico y territorial sobre instalaciones y conexiones así como las relaciones comerciales y de política económica respecto de los suministradores.¹³

Desde una óptica moderna, el enfoque es integrado y multidimensional. Predominan los elementos funcionales sobre el físico-territorial, y su consideración sistémica. Busca la salvaguarda de la independencia, reducción de la vulnerabilidad y sensibilidad del sector energético.

El valor estratégico del recurso energético en la sociedad actual se hace más evidente día a día, afectando desde el sector empresarial hasta el doméstico. La influencia de la energía en cuestiones como la competitividad industrial, el bienestar o el propio confort social en la ciudad y en el hogar es indiscutible.

No obstante, un conjunto de impactos de envergadura a nivel global como el cambio climático, la contaminación ambiental o la geopolítica. La lógica aspiración a un acceso universal a la energía y a su suministro continuado, debe poder equilibrarse adecuadamente con la necesidad de encontrar mecanismos que eviten el deterioro medioambiental, el calentamiento global, y la proliferación de conflictos.

¹³ <http://www.ieee.es/Galerias/fichero/>

5.2.1. Importancia.- La importancia y transcendencia económico-social de la energía es hoy día incuestionables, la óptima gestión de la misma y la seguridad del abastecimiento son factores clave para la competitividad y sostenibilidad de países, empresas y hogares. Las recientes condiciones adoptadas para mitigar el cambio climático, así como el impacto medioambiental derivado de las diferentes fuentes energéticas, han otorgado mayor importancia si cabe, a la gestión de este recurso esencial para la vida y el desarrollo.

Teniendo en cuenta la compleja distribución internacional de los recursos energéticos, su fuerte componente geoestratégico, las muchas visiones e intereses contrapuestos que coexisten y la perentoria necesidad de energía por parte de la humanidad; el control y garantía de la misma se convierte en un objetivo de primera magnitud, tanto a corto como a largo plazo.

El estudio de la seguridad energética integra, por tanto, factores como la disponibilidad de los recursos energéticos, la seguridad de abastecimiento, la dependencia internacional y geopolítica, los riesgos inherentes a las tecnologías, la interrelación entre la explotación energética y las actividades humanas, las tendencias, amenazas y oportunidades asociadas al sector, etc.¹⁴

La seguridad energética tiene distintas dimensiones, la falta de seguridad energética implica importantes costes para la economía de un país. Por ello, a la hora de definir una política energética es necesario tener en cuenta las repercusiones económicas que implica la seguridad energética.

Otra de los aspectos fundamentales de la seguridad energética son los precios, y más concretamente las fluctuaciones en los mismos. El consumo energético representa un porcentaje considerable del total, tanto para las empresas como para los hogares.

¹⁴ http://www.fcirce.es/static/Tit_Seg-Energetica-baja.pdf

5.2.2. La electricidad es un bien energético.- En nuestra sociedad la electricidad es un bien energético de primera necesidad. Al contrario que otras fuentes de energía (gas, petróleo, carbón...) esta energía no puede almacenarse en grandes cantidades. Por ello, es necesario establecer un permanente equilibrio entre generación y consumo.

Comprende el conjunto de medios y elementos útiles para la generación, el transporte y la distribución de la energía eléctrica, donde destaca un aumento significativo de las energías renovables. Este conjunto está dotado de mecanismos de control, seguridad y protección.

Constituye un sistema integrado que además de disponer de sistemas de control distribuido, está regulado por un sistema de control centralizado que garantiza una explotación racional de los recursos de generación y una calidad de servicio acorde con la demanda de los usuarios, compensando las posibles incidencias y fallas producidas.

Con esa finalidad hay que trasladarla desde el punto de producción al de consumo mediante un adecuado y complejo sistema de redes de transporte y de distribución de la electricidad. Las empresas eléctricas han optado por un sistema de transporte y distribución fundamentalmente aéreo de la principal red de energía que transcurre por suelo no urbanizable. Únicamente, en las áreas urbanas la planificación urbanística ha ido imponiendo la necesidad de canalizar de manera subterránea las redes de energía.

Los principales criterios seguidos para elegir un modelo de transporte y distribución se han basado en el cumplimiento de las normas que regulan el sector eléctrico y el de garantizar el suministro a un precio adecuado. En ese orden de cosas, la Ley del sector eléctrico, recoge como premisa básica una adecuada planificación eléctrica entre generación, transporte y distribución a los destinatarios finales.

Para ello, la ordenación del sector debe pretender la garantía del suministro eléctrico, su calidad, y el menor costo posible para los consumidores, procurando que sea compatible con la protección del medio ambiente. No establecen ningún modelo concreto para las instalaciones de transporte y distribución de la energía eléctrica, únicamente se refieren a que las instalaciones cumplan con criterios de eficacia, seguridad y economicidad del servicio eléctrico.

En cualquier caso, las instalaciones eléctricas deberán ajustarse a las normas técnicas de seguridad y calidad industriales. Esas normas tienen entre sus objetivos proteger a las personas y la integridad de los bienes que puedan resultar afectados por las instalaciones y proteger el medio ambiente y los derechos e intereses de los consumidores y usuarios.¹⁵

5.2.3. Mejorar la seguridad energética.- El impacto económico de la seguridad energética es muy considerable. Por ello, es recomendable valorar aquellas políticas que permitan aumentar la seguridad energética. Algunas de estas políticas pueden favorecer la obtención de otros objetivos energéticos, como la competitividad y la sostenibilidad.

La oferta ininterrumpida de energía es un aspecto especialmente importante en el suministro eléctrico. En los últimos años se ha observado como interrupciones en el suministro eléctrico han ocasionado enormes pérdidas económicas, tanto a la industria como a las familias. La volatilidad e incertidumbre en los precios energéticos es un aspecto más relacionado con los combustibles fósiles. Los cambios repentinos en los precios energéticos crean distorsiones y desincentivan la inversión.

La eficiencia energética es una política fundamental para la mejora de la seguridad energética. Reducir el consumo energético manteniendo el bienestar de

¹⁵ http://www.ararteko.net/RecursosWeb/DOCUMENTOS/1/1_937_3.pdf

los hogares y la producción industrial beneficia a la seguridad pero también a la competitividad y la sostenibilidad.

Las medidas para la mejora en eficiencia energética tienden a reducir el consumo de petróleo, gas y electricidad. El menor consumo eléctrico debería ayudar a evitar las interrupciones en el suministro, siempre y cuando se mantuviera la capacidad instalada. Por otra parte, la menor dependencia de los combustibles fósiles, reduciría los efectos negativos causados por la alta volatilidad en sus precios.

La promoción de las energías renovables también debería tener un efecto final positivo sobre la seguridad energética. Una mayor proporción de estas fuentes de energía en el mix eléctrico podría servir para reducir la dependencia en los combustibles fósiles.

Hoy en día el coste de producción eléctrica mediante fuentes renovables sigue siendo superior a otras tecnologías convencionales. Sin embargo, su coste no es tan variable, lo que evita los costes derivados de la volatilidad e incertidumbre en los precios.¹⁶

Uno de los inconvenientes de las energías renovables es la variabilidad en la producción, lo que podría ocasionar interrupciones en el suministro. Este posible riesgo podría ser mitigado con una mejora en la tecnología de almacenamiento y una buena política de interconexiones. Por tanto, además de los efectos positivos sobre la sostenibilidad, las energías renovables afectan positivamente sobre la seguridad energética.

5.2.4. Sistema Nacional de Distribución Eléctrica del Ecuador.- Dentro de los objetivos del Plan Nacional para el Buen Vivir (PNBV) 2013-2017, se contempla la implementación de reformas e inversiones para la transformación de la matriz

¹⁶ <http://economicsforenergy.blogspot.com/2012/10/como-podemos-mejorar-la-seguridad.html>

energética, y que incluye: el incremento del uso de las fuentes renovables de energías; la reducción de las importaciones de derivados de petróleo; y el fomento del uso eficiente de la energía.

Para apoyar lo anterior el Gobierno de la República del Ecuador preparó el nuevo Plan Maestro de Electrificación 2013-2022, a través del cual se busca dar continuidad al desarrollo eficiente del subsector eléctrico, enfatizando su planificación en el corto, mediano y largo plazos, sobre la base de la soberanía y eficiencia energética.

El Plan Maestro de Electrificación plantea la necesidad de un servicio eléctrico confiable y de calidad, lo que implica impulsar el uso de fuentes renovables y tecnologías más eficientes para la generación eléctrica sostenible, el fomento del uso de sistemas modernos de protección, medición y comunicaciones, así como la automatización de las redes eléctricas de distribución. Todo esto con la finalidad de incrementar la confiabilidad y seguridad del sistema eléctrico, que respondan a los requerimientos de infraestructura que implica el Cambio de la Matriz Energética.

El Cambio de la Matriz Energética implica el contar con un Sistema Nacional de Transmisión (SNT) y de un Sistema Nacional de Distribución (SND) robustos y modernos. Actualmente el Sistema Nacional de Generación cuenta con una capacidad total instalada de 5.063 MW. El SNT cuenta con 1.841 kilómetros (km) de Línea de Transmisión (L/T) a 230 kilovoltios (kV) y 1.718 km a 138 kV.

La infraestructura actual del Sistema Nacional de Distribución cuenta con una potencia total instalada en transformadores de distribución del orden de 8.113 Megavoltio Amperio (MVA) que de acuerdo con lo descrito en el Plan Maestro de Electrificación es suficiente para responder a la demanda actual, pero insuficiente para la demanda proyectada.

Cambios importantes en el Sistema Nacional de Distribución implican obras en: acometidas, medidores y redes de distribución secundarias; transformadores de distribución; alimentadores primarios; ampliación de Subestaciones Eléctricas (S/E); y líneas de subtransmisión.

El Programa de Reforzamiento de las Líneas de Distribución II busca dar continuidad al Programa de Reforzamiento del Sistema Nacional de Distribución (PRSND), facilitando la transformación de la matriz energética y la provisión de un servicio eléctrico de calidad a través de: el apoyo al reforzamiento y expansión de la infraestructura eléctrica en MT y BT; la contribución a la modernización y eficiencia en la gestión de la demanda en el Sistema Nacional de Distribución; y el mejoramiento de los niveles de confiabilidad del servicio eléctrico.¹⁷

Los proyectos para el reforzamiento de la red nacional de distribución en el Ecuador se implantarán en áreas intervenidas, aprovechando corredores preexistentes de la infraestructura de transmisión existente o aquéllos establecidos por vías urbanas y rurales en servicio, calles, cercas y otras estructuras lineales.

Debido a lo anterior, estos proyectos casi no requerirán del desbroce de vegetación salvo en casos muy puntuales en los que se requiera algún tipo de poda para evitar interferencias con los cables conductores; tampoco se requerirán de reasentamiento alguno de la población ni generarán su desplazamiento económico.

Los proyectos para el reforzamiento de la red nacional de subtransmisión están relacionados con la construcción y puesta en marcha de líneas de subtransmisión, construcción de subestaciones de transmisión o reducción, repotenciación de salidas subterráneas alimentadores primarios, repotenciación de subestaciones, construcción para energizar nuevas subestaciones, suministro y montaje de equipos de interconexión y repotenciación de infraestructura civil y eléctrica

¹⁷ www.iadb.org/Document.cfm?id=39519970

Los proyectos de extensión de líneas de subtransmisión o de construcción de nuevas líneas de subtransmisión son esenciales, dado que son los enlaces de las redes principales y las zonas urbanas y rurales que demandan de un mejor servicio de energía eléctrica. Éstos generalmente atravesarán zonas rurales con un considerable grado de intervención humana, especialmente por actividades agrícolas y pecuarias. Unos pocos, sin embargo podrían intervenir parcialmente zonas de amortiguamiento de áreas naturales protegidas o ubicarse dentro de los límites estas áreas.

5.2.5. Inseguridad en redes eléctricas aéreas obsoletas.- Son el conjunto de conductores que transportan la energía eléctrica, montados a cierta altura sobre el terreno; estos conductores están montados en crucetas u otro tipo de soporte debidamente aislado de estos, a su vez van montados sobre un Postes, cuya misión primordial es mantener separado los conductores del suelo.

Es común ver que las ciudades se encuentran invadidas de cables aéreos. Se observan frente a fachadas maravillosas, en edificios contemporáneos que albergan ricos corporativos. También los hay en barrios humildes, en modernos distritos financieros, en callejuelas remotas o en los bulevares donde encontramos la moda y el glamour de la ciudad.

Las condiciones en la que se encuentran las redes eléctricas aéreas son obsoletas y tienen altos índices de pérdidas de energía por conexiones ilegales, mucha gente está pegada al cableado eléctrico y no cuentan con medidor lo que provocaba bajos voltajes que afectaban la calidad del servicio eléctrico.

Aunque las redes eléctricas aéreas son inevitables para la vida actual arruinan la vista de esas fachadas. Los cables aéreos cruzan la calle, formando no sólo ríos a lo largo de la calle, sino verdaderas telarañas que cruzan el cielo. Los hay simples

y otros, que son verdaderos nudos de veinte o treinta cables que se retuercen unos sobre los otros.

Los cables que abundan en los postes de alumbrado público, cables de energía eléctrica, de telefonía y de internet, conocidos popularmente como tallarines, es un problema que afecta, sobre todo, a la imagen de las calles de la ciudad ocasionando accidentes.

Las redes aéreas obsoletas a más causar impacto visual negativo y dificultar el mantenimiento de las redes eléctricas, ha causado en varias ocasiones la rotura de los postes. Además, se torna difícil controlarlos porque los cables no tienen la identificación de la empresa a la que pertenecen.¹⁸

Los principales perjuicios de cables aéreos son el aumento de costos en el mantenimiento preventivo de las redes y de la tasa de accidentes por colisión con postes de hormigón, de electrocuciones, el mal estado de la iluminación y por lo tanto la seguridad, se aumentan los daños por causas climáticas e incremento de costos por poda de árboles, se pierde el diseño ambiental del espacio urbano

5.2.6. Las redes eléctricas subterráneas son más seguras.- Las redes eléctricas subterráneas son más seguras para el usuario y de menor impacto visual por la disminución de cables aéreos. La instalación de redes eléctricas subterráneas mejora la seguridad de las redes ya que ocupará menos espacio que las estructuras con conductores desnudos y que evitará electrocuciones, disminuirá el impacto visual con una técnica de compactación de cables de telefonía y retiro del cableado no utilizado.

El cambio de postes de hormigón deteriorados también es necesario, ya que debido al excesivo peso que los postes soportan por los cables de telefonía y otros,

¹⁸ <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=89234336>

ponen en peligro la seguridad de los transeúntes por la caída de postes y por enderecortes del suministro eléctrico.

Con las redes de distribución eléctrica subterráneas, las veredas de las ciudades del país podrán poblarse con frondosos árboles, sin necesidad de ser drásticamente podados, pues ya no habrá riesgo de que los árboles caigan sobre el tendido eléctrico o que sus ramas provoquen un cortocircuito. Con redes subterráneas ganaremos en ciudades más arboladas y frescas en el verano.

La planeación, conexión y protección de las instalaciones subterráneas no son cosa sencilla, sin embargo, reportan muchos beneficios, como la seguridad en caso de huracanes o terremotos, o que los aislantes no se contaminen con sal en la franja costera, además de las ventajas que reporta estéticamente (de ahí su uso en zonas residenciales o centros históricos).

El incremento en la construcción de redes subterráneas de distribución en los últimos años obedece principalmente a las necesidades impuestas por la densidad de carga, flexibilidad, confiabilidad, estética, así como al desarrollo de nuevas tecnologías, materiales y equipo para la construcción de estos sistemas.

A lo anterior se unen los costos de materiales, equipo, operación, mantenimiento, los cuales han disminuido, el precio de la energía eléctrica, y las estadísticas de fallas, que enfatizan la necesidad de reevaluar permanentemente los parámetros de diseño.¹⁹

En las zonas donde cuentan con redes eléctricas subterráneas, los principales beneficios son:

- a)** La disminución de costos en el mantenimiento preventivo de las redes.
- b)** Baja la tasa de accidentes por colisión con postes de hormigón y de electrocuciones.

¹⁹ <http://electronica.mx/redes-de-distribucion-subterranea/>

- c) Mejora la iluminación y por lo tanto la seguridad.
- d) Se reducen daños por causas climáticas.
- e) Menores costos por poda de árboles.
- f) Mejora en el diseño ambiental del espacio urbano e incremento al valor de la propiedad pública y privada, entre otros.²⁰

En las redes aéreas los alimentadores primarios, ramales, transformadores, interruptores, seccionalizadores y demás componentes están soportados por estructuras que los mantienen separados de tierra a la altura establecida por las normas, mientras que en las redes soterradas los componentes se hallan bajo tierra, los conductores pueden hallarse situados en conductos o directamente enterrados y los transformadores, interruptores, seccionalizadores, etc. se hallan en cámaras que pueden encontrarse en edificios o comercios existentes o bien bajo tierra.

Un sistema de redes eléctricas aéreo es más propenso a sufrir mayor número de averías como consecuencia del viento, las lluvias o accidentes de todo tipo, aunque la reparación y localización de averías es mucho más sencilla que en un sistema eléctrico soterrado.

La densidad de carga es lógicamente mayor en los centros de las ciudades que en la periferia de las mismas, por lo que se requiere una mejor regulación de voltaje, mayor seguridad de la continuidad en el servicio y menor por ciento de pérdidas, por ello, cuando se trata de grandes centros urbanos, zonas industriales densas o distancias muy cortas, es práctica normal utilizar las líneas subterráneas.

La elección de uno u otro sistema depende de un gran número de factores, las consideraciones económicas son el principal factor de decisión, pues el costo de un sistema soterrado puede alcanzar de 5 a 10 veces el costo de un sistema aéreo,

²⁰ <http://villahermosa.ec/noticia/redes-electricas-son-mas-seguras-con-el-soterramiento-de-cables/>

pero un sistema aéreo puede tener una vida útil de 25 años, mientras que un sistema soterrado puede alcanzar los 50 años.

Es importante resaltar que el costo de las instalaciones subterráneas ha disminuido de manera importante a lo largo de los años, debido a la aparición de nuevos productos y equipos y aunque este suele ser superior al de un sistema aéreo, el costo anual de operación puede ser inferior. La distribución subterránea tiene tradición histórica, técnica y económica. De modo general, los sistemas de distribución se instalan bajo tierra cuando se puede justificar el costo adicional de una instalación subterránea. Por eso tienen aplicación en el servicio a:

- Principales zonas comerciales de las grandes ciudades situadas en zonas céntricas, donde la congestión y amontonamiento, originados por los sistemas de distribución aéreos, facilitó la instalación de redes subterráneas desde las primeras décadas del siglo XX.
- Grandes cargas concentradas, que incluyen comercios e instituciones tales como centros comerciales, hospitales, edificios de oficinas, de viviendas, etc. En estas instalaciones existe gran densidad de cargas lo que origina una gran congestión, si son servidas mediante distribución aérea.
- Nuevas zonas residenciales, donde a partir de 1970 la preocupación por el aspecto de las mismas, ha encontrado eco en las leyes de zonificación locales, estas exigen la distribución residencial subterránea para todas las nuevas urbanizaciones que sobrepasan un cierto número de viviendas.²¹

5.2.7. Instalaciones subterráneas de servicio público.- La instalación subterránea de servicios públicos ha adquirido notoriedad por ser un método seguro, eficaz y eficiente para instalar servicios en áreas residenciales, comerciales y muy congestionadas.

Cuando se aplican las mejores prácticas, se preserva la seguridad de los servicios públicos y se reducen los riesgos tanto para los trabajadores de la construcción

²¹ <http://www.redalyc.org/pdf/1813/181320170009.pdf>

como para los bienes y los usuarios en general. Todo debe ser confeccionado bajo estrictas normas de seguridad y normativas de diseño.

Para ello las compañías que se encargan de las instalaciones eléctricas subterráneas, cuentan con el personal capacitado, y con los elementos para hacer este tipo de instalaciones. En este tipo de proyectos, se deben detallar el tipo de cables que se usarán para las conexiones, los cálculos teóricos para la selección del material que será el que se colocará, se hacen evaluaciones y clasificaciones de centros de carga, y de uso de equipos para llevar a cabo las instalaciones eléctricas subterráneas.²²

Las instalaciones subterráneas son empleadas en zonas donde por razones de urbanismo, estética, congestión o condiciones de seguridad no es aconsejable el sistema aéreo. Actualmente el sistema subterráneo es competitivo frente al sistema aéreo en zonas urbanas céntricas.

5.2.8. Seguridad eléctrica en nuevas urbanizaciones.- El Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER) emitió el 30 de julio del 2013 el Acuerdo Ministerial N° 211, que es de cumplimiento obligatorio para todas las distribuidoras eléctricas del país. En el artículo 1 dispone que los nuevos diseños de las redes eléctricas en urbanizaciones y lotizaciones sean del tipo subterráneo. El artículo 2 dispone que los diseños presentados con anterioridad al presente acuerdo deberán ser actualizados a lo dispuesto en el artículo anterior, es decir, si fueron diseñados inicialmente con redes del tipo aéreo deberán rediseñarse para redes subterráneas.

Según Calderón, el Gobierno, los municipios y la empresa privada han proyectado la construcción de muchas lotizaciones dirigidas a personas de bajos recursos económicos con redes del tipo aéreo, desde antes de la emisión del Acuerdo Ministerial N° 211.

²² <http://www.constructorabuenaosaires.com/electricidad/instalaciones-electricas-subterranas.html>

El concepto urbanístico con redes aérea y subterránea es totalmente diferente, por ejemplo, las aéreas necesitan aceras de aproximadamente 1 m de ancho, en cambio las subterráneas para dar cabida a la ductería de electricidad, telefonía, aguas servidas, aguas lluvias, agua potable, cable y otras señales, requieren no menos de 2,50 m de ancho.

En estas condiciones, desarrollar una lotización de interés social con redes subterráneas, que ya ha sido programada con redes aéreas, significa elaborar otro proyecto urbanístico con los requerimientos que demanda la red subterránea; tenemos como resultado que disminuye el número de solares y aumenta el costo de cada uno de ellos.

El costo de la red eléctrica subterránea es aproximadamente cinco o seis veces más que el valor de la aérea, con tendencia a subir debido a las nuevas normas y redes eléctricas en edificios, industrias y urbanizaciones, y reglamentos de homologación de las redes eléctricas que ya están aplicando las empresas distribuidoras de energía eléctrica. Tampoco se ha reparado en los robos sin control de los cables instalados en la ductería subterránea. El constructor de la obra eléctrica considerará esta realidad y se protegerá con un incremento porcentual en el costo de la vivienda.

Por los motivos indicados, no hace falta ningún esfuerzo para asegurar que la vivienda de interés social demandará un gran esfuerzo económico a las personas que aspiran a tener vivienda propia, para muchas de ellas será solo un sueño. Los inspiradores y el MEER están obligados a revisar el contenido del decreto ministerial, especialmente el artículo 2, la necesidad del buen vivir está sobre su argumento de la contaminación visual.²³

²³ <http://www.eluniverso.com/opinion/2013/11/08/nota/1694796/redes-electricas-nuevas-urbanizaciones>

CAPÍTULO II

6. HIPÓTESIS.

El diseño de redes eléctricas subterráneas incide en la seguridad energética en la calle principal de la ciudadela Divino Niño del Cantón Tosagua, durante el segundo semestre del 2015.

6.1. VARIABLES.

6.1.1. Variable Independiente.

Diseño de redes eléctricas subterráneas.

6.1.2. Variable Dependiente.

Seguridad energética.

6.1.3. Término de Relación.

Incide.

CAPÍTULO III

7. METODOLOGÍA.

7.1. Tipos de investigación.

Se aplicó la investigación de campo ya que permitió ir al lugar de los hechos y de esta forma poder comprender y resolver alguna situación, necesidad o problema en un contexto determinado, además la investigación descriptiva porque permitió identificar y analizar de manera minuciosa las relaciones que existen entre las dos variables a tratar en el problema.

7.2. Niveles de la Investigación.

El diseño de este trabajo se basó en la investigación transversal porque esta se llevó a cabo en un punto determinado en el tiempo, pues los datos obtenidos serán solamente en un momento de la vida de la institución con el propósito de describir las variables establecidas y analizar su incidencia en ese momento.

7.3. Métodos.

- a) **Analítico - Sintético.-** Consideró al fenómeno estudiado en partes para analizar y conocer cada una de ellas y luego reconstruir en un todo lógico y concreto los elementos de la teoría del tema.
- b) **Estadístico.-** Se lo utilizó en el procesamiento de la información, es decir en el ordenamiento, tabulación, representación gráfica e interpretación estadística de los resultados.
- c) **Bibliográfico.-** Se lo utilizó en la recolección y selección del material bibliográfico requerido en la fundamentación del marco teórico.

d) Webgrafía.- Fue necesario concurrir a otras fuentes ya que ayudó a la búsqueda de referencias que permitieron estar al tanto de como ha venido evolucionando el problema en torno al tema estudiado.

7.4. Técnicas de recolección de Información.

7.4.1. Primarias

- **Encuesta:**

Este tipo de técnica permitió obtener toda la información adecuada a través de los usuarios.

7.4.2. Secundarias.

- **Análisis de documentos:**

Este tipo de técnica permitió examinar, distinguir y separar cada una de las partes del documento, y determinar a la categoría que pertenece.

7.5. Población y muestra.

7.5.1. Población.- En esta investigación se consideró como población a 69 usuarios de la calle Divino Niño entre calle San Pedro y Paso Lateral del cantón Tosagua.

7.5.2. Muestra.- Se consideró el 100% de la población constituida por 69 usuarios de la calle Divino Niño entre calle San Pedro y Paso Lateral del cantón Tosagua.

8. MARCO ADMINISTRATIVO.

8.1. Recursos Humanos.

- Investigador: Ponce Álava Mario Hernán.
- Tutor: Ing. Ángel José Loor Marcillo.
- Usuarios de la Calle Divino Niño del cantón Tosagua.

8.2. Recursos Financieros.

CANT	DESCRIPCIÓN	U. DE MEDIDA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
1750	Fotocopiados	U	\$0,03	\$52,50
6	Servicio de Internet	Meses	\$30,00	\$180,00
10	Ploteo de archivos AutoCAD, ArcGIS.	U	\$2,00	\$20,00
2	Alquiler de equipos topográficos	Días	\$200,00	\$400,00
2	Instalación de software de diseños AutoCAD, ArcGIS.	U	\$150,00	\$300,00
1200	Impresiones	U	\$0,15	\$180,00
12	Encuadernación y empastado	U	\$15,00	\$180,00
	Imprevistos 10%			\$131,25
COSTO TOTAL DE RECURSOS FINANCIEROS				\$1443,75

Los recursos económicos utilizados en la investigación son autofinanciados por el investigador.

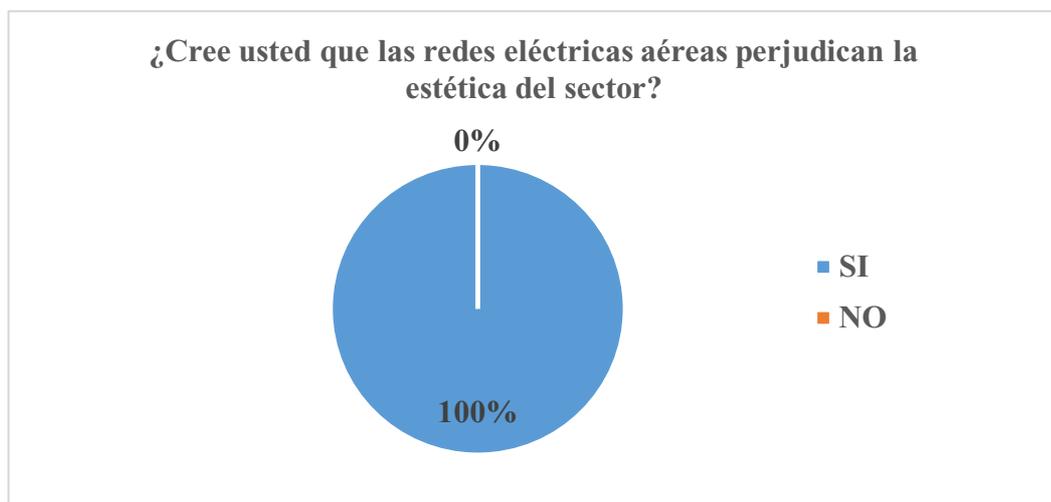
CAPÍTULO IV

9. RESULTADOS OBTENIDOS Y ANÁLISIS DE DATOS.

9.1. ¿Cree usted que las redes eléctricas aéreas perjudican la estética del sector?

N° 1

ALTERNATIVAS	F	%
Si	69	100
No	0	0
TOTAL	69	100 %



Análisis:

FUENTE: Usuarios de la calle Divino Niño del cantón Tosagua.

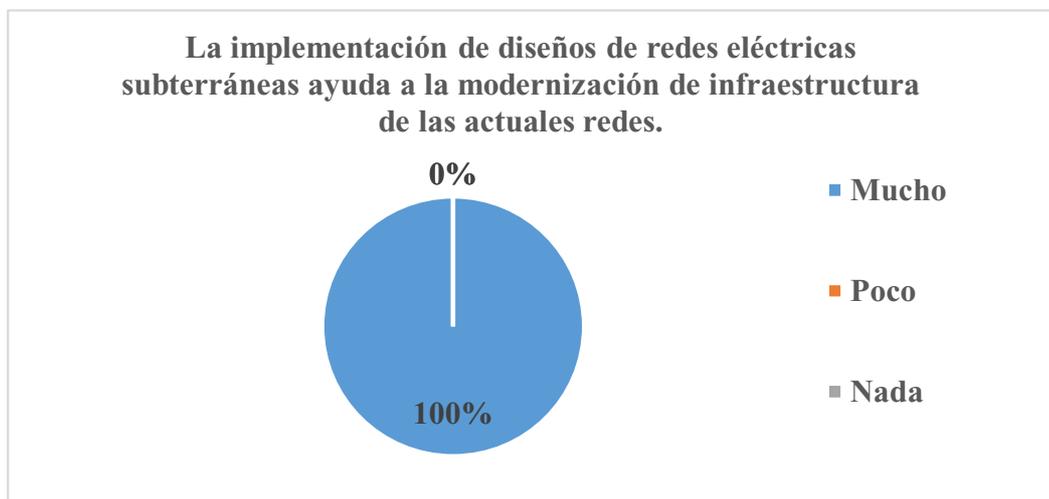
ELABORACIÓN: Ponce Álava Mario Hernán

El 100 % de la muestra seleccionada considera que las redes eléctricas aéreas perjudican la estética del sector.

9.2. La implementación de diseños de redes eléctricas subterráneas ayuda a la modernización de infraestructura de las actuales redes.

N° 2

ALTERNATIVAS	F	%
Mucho	69	100
Poco	0	0
Nada	0	0
TOTAL	69	100 %



FUENTE: Usuarios de la calle Divino Niño del cantón Tosagua.

ELABORACIÓN: Ponce Álava Mario Hernán

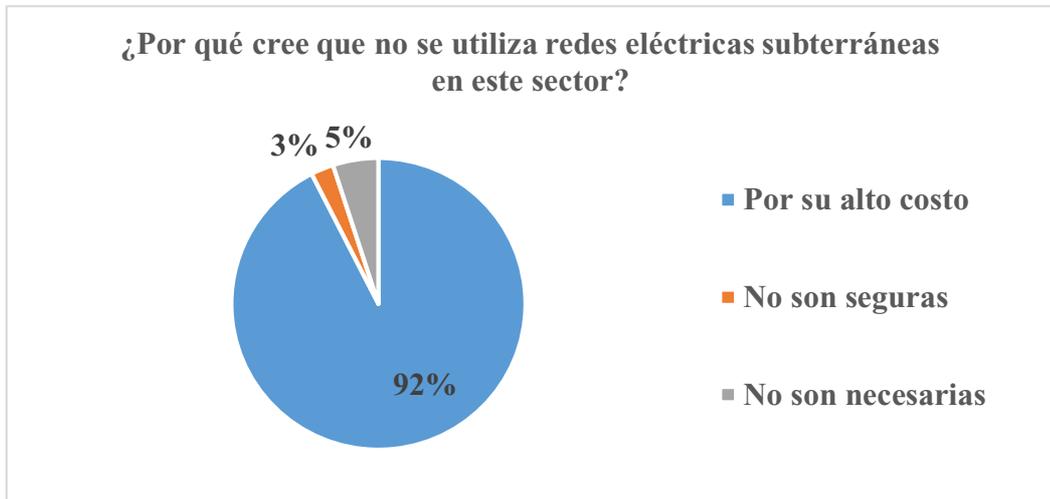
Análisis:

El 100 % de la muestra seleccionada considera que la implementación de diseños de redes eléctricas subterráneas ayuda a la modernización de infraestructura de las actuales redes.

9.3. ¿Por qué cree que no se utiliza redes eléctricas subterráneas en este sector?

N° 3 Análisis:

ALTERNATIVAS	F	%
Por su alto costo	63	92
No son seguras	2	3
No son necesarias	4	5
TOTAL	69	100 %



FUENTE: Usuarios de la calle Divino Niño del cantón Tosagua.

ELABORACIÓN: Ponce Álava Mario Hernán

El 92 % de la muestra seleccionada cree que no se utiliza redes eléctricas subterráneas en este sector por su alto costo.

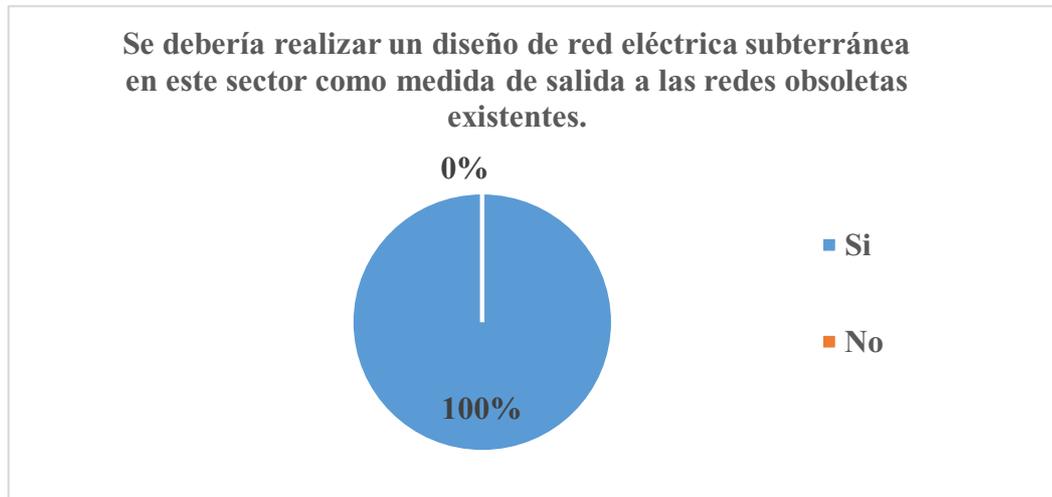
El 5 % de la muestra seleccionada cree que no se utiliza redes eléctricas subterráneas en este sector porque no son necesarias.

El 3 % de la muestra seleccionada cree que no se utiliza redes eléctricas subterráneas en este sector porque no son seguras.

9.4. Se debería realizar un diseño de red eléctrica subterránea en este sector como medida de salida a las redes obsoletas existentes.

N° 4

ALTERNATIVAS	F	%
Si	69	100
No	0	0
TOTAL	69	100 %



Análisis:

FUENTE: Usuarios de la calle Divino Niño del cantón Tosagua.

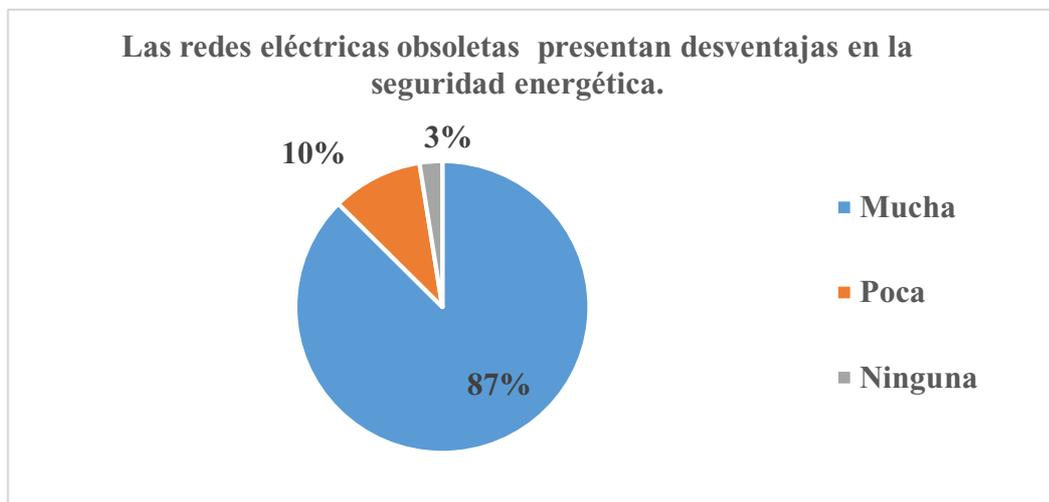
ELABORACIÓN: Ponce Álava Mario Hernán

El 100 % de la muestra seleccionada considera que sí se debería realizar un diseño de red eléctrica subterránea en este sector como medida de salida a las redes obsoletas existentes.

9.5. Las redes eléctricas obsoletas presentan desventajas en la seguridad energética.

N° 5

ALTERNATIVAS	F	%
Mucha	60	87
Poca	7	10
Ninguna	2	3
TOTAL	69	100 %



FUENTE: Usuarios de la calle Divino Niño del cantón Tosagua.

ELABORACIÓN: Ponce Álava Mario Hernán

Análisis:

El 87% de la muestra seleccionada considera que las redes eléctricas obsoletas presentan muchas desventajas en la seguridad energética.

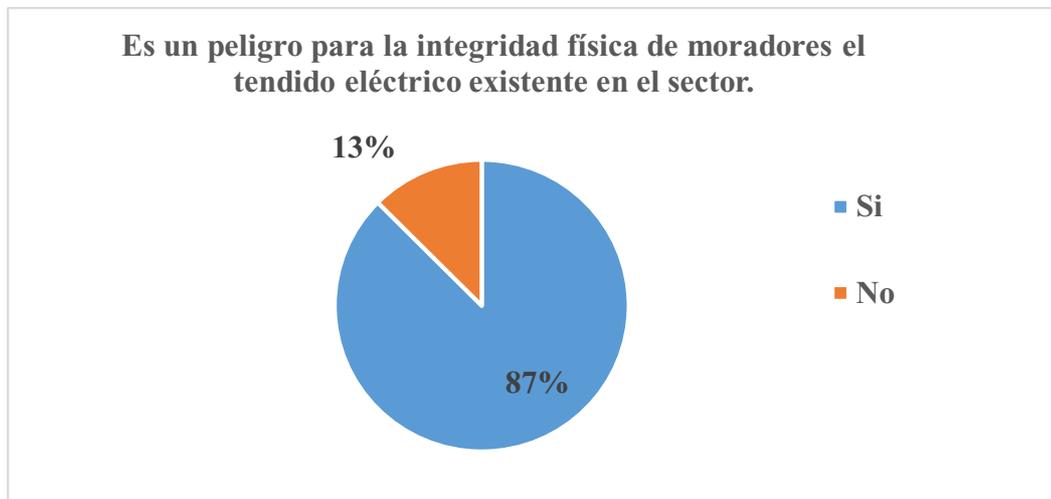
El 10% de la muestra seleccionada considera que las redes eléctricas obsoletas presentan pocas desventajas en la seguridad energética.

El 3% de la muestra seleccionada considera que las redes eléctricas obsoletas presentan ninguna desventaja en la seguridad energética.

9.6. Es un peligro para la integridad física de moradores el tendido eléctrico existente en el sector.

N° 6

ALTERNATIVAS	F	%
Si	60	87
No	9	13
TOTAL	69	100 %



FUENTE: Usuarios de la calle Divino Niño del cantón Tosagua.

ELABORACIÓN: Ponce Álava Mario Hernán

Análisis:

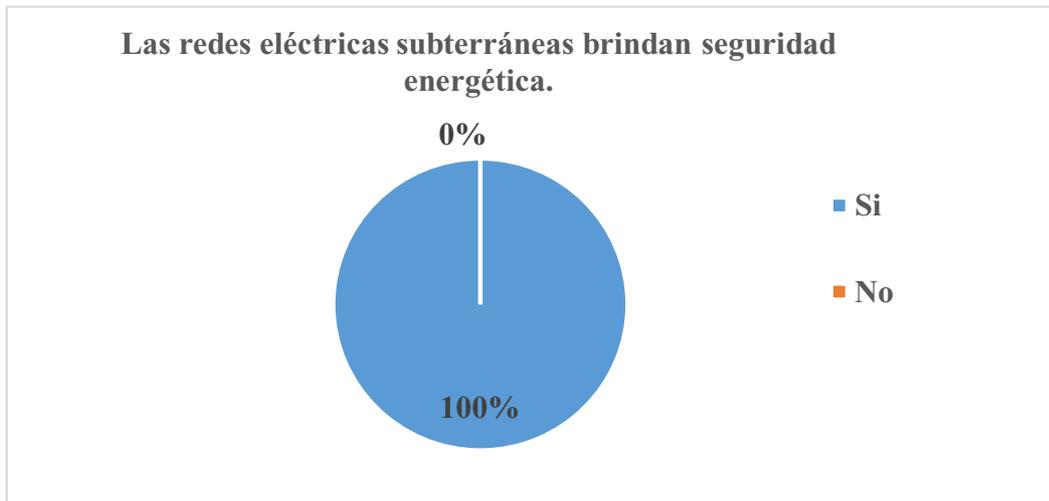
El 87% de la muestra seleccionada cree que sí es un peligro para la integridad física de moradores el tendido eléctrico existente en el sector.

El 13% de la muestra seleccionada cree que no es un peligro para la integridad física de moradores el tendido eléctrico existente en el sector.

9.7. Las redes eléctricas subterráneas brindan seguridad energética.

N° 7

ALTERNATIVAS	F	%
Si	69	100
No	0	0
TOTAL	69	100 %



FUENTE: Usuarios de la calle Divino Niño del cantón Tosagua.

ELABORACIÓN: Ponce Álava Mario Hernán

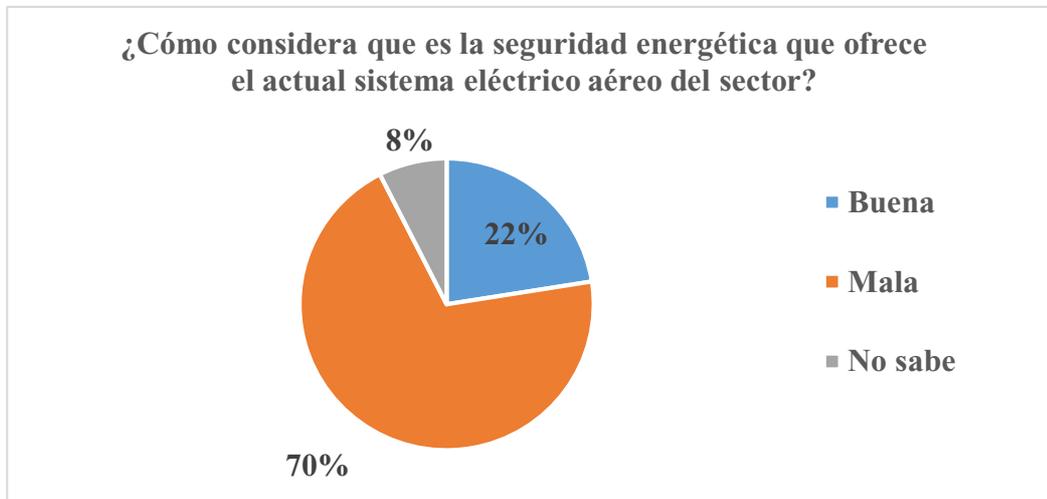
Análisis:

El 100 % de la muestra seleccionada considera que las redes eléctricas subterráneas sí brindan seguridad energética.

9.8. ¿Cómo considera que es la seguridad energética que ofrece el actual sistema eléctrico aéreo del sector?

N° 8

ALTERNATIVAS	F	%
Buena	15	22
Mala	48	70
No sabe	6	8
TOTAL	69	100 %



FUENTE: Usuarios de la calle Divino Niño del cantón Tosagua.

ELABORACIÓN: Ponce Álava Mario Hernán

Análisis:

El 70 % de la muestra seleccionada considera que es mala la seguridad energética que ofrece el actual sistema eléctrico aéreo del sector.

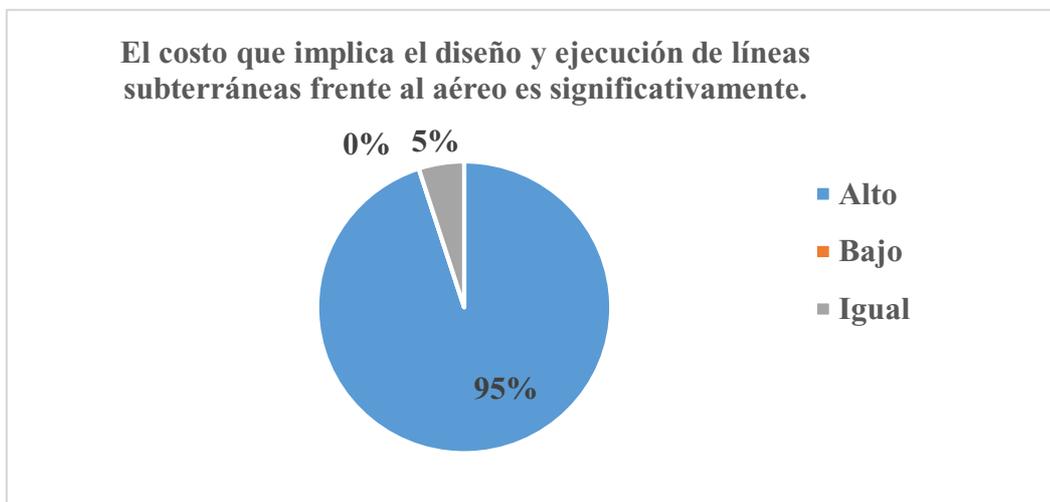
El 22 % de la muestra seleccionada considera que es buena la seguridad energética que ofrece el actual sistema eléctrico aéreo del sector.

El 8 % de la muestra seleccionada no sabe cómo es la seguridad energética que ofrece el actual sistema eléctrico aéreo del sector.

9.9. El costo que implica el diseño y ejecución de líneas subterráneas frente al aéreo es significativamente.

N° 9

ALTERNATIVAS	F	%
Alto	66	95
Bajo	0	0
Igual	3	5
TOTAL	69	100 %



FUENTE: Usuarios de la calle Divino Niño del cantón Tosagua.

ELABORACIÓN: Ponce Álava Mario Hernán

Análisis:

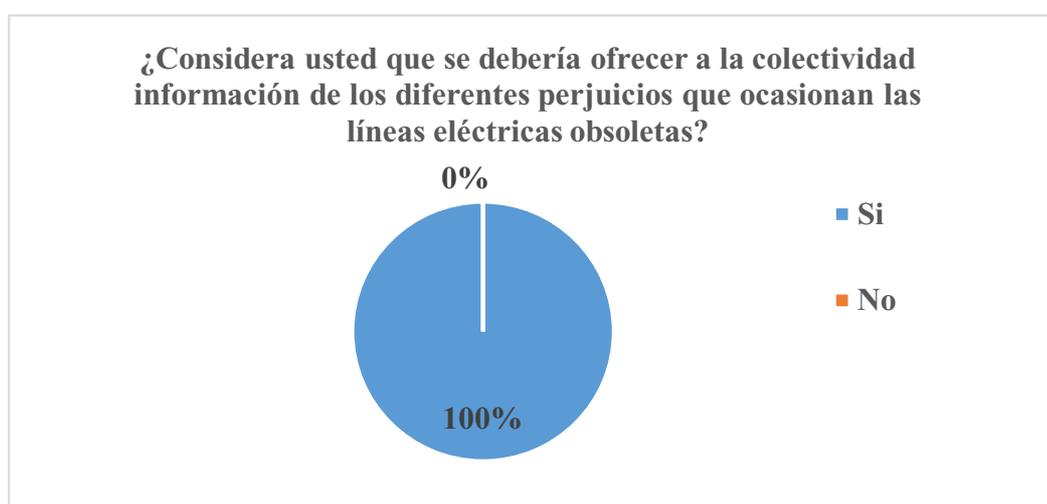
El 95 % de la muestra seleccionada considera que el costo que implica el diseño y ejecución de líneas subterráneas frente al aéreo es significativamente alto.

El 5 % de la muestra seleccionada considera que el costo que implica el diseño y ejecución de líneas subterráneas frente al aéreo es significativamente igual.

9.10. ¿Considera usted se debería ofrecer a la colectividad información de los diferentes perjuicios que ocasionan las líneas eléctricas obsoletas?

N° 10

ALTERNATIVAS	F	%
Si	69	100
No	0	0
TOTAL	69	100 %



FUENTE: Usuarios de la calle Divino Niño del cantón Tosagua.

ELABORACIÓN: Ponce Álava Mario Hernán

Análisis:

El 100 % de la muestra seleccionada considera que sí se debería ofrecer a la colectividad información de los diferentes perjuicios que ocasionan las líneas eléctricas obsoletas.

10. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS.

Con el objeto de verificar la hipótesis establecida en el trabajo de investigación y después que ha sido formulada y valorada se procede a la comprobación. Por medio de los métodos de investigación y los resultados obtenidos en las encuestas se consiguió confirmar que el diseño de redes eléctricas subterráneas incide en la seguridad energética.

En el cuadro N° 1 se aprecia que el 100 % de la muestra seleccionada considera que las redes eléctricas aéreas perjudican la estética del sector.

En el cuadro N° 2 se aprecia que el 100 % de la muestra seleccionada considera que la implementación de diseños de redes eléctricas subterráneas ayuda a la modernización de infraestructura de las actuales redes.

En el cuadro N° 3 se aprecia que el 92 % de la muestra seleccionada cree que no se utiliza redes eléctricas subterráneas en este sector por su alto costo.

En el cuadro N° 4 se aprecia que el 100 % de la muestra seleccionada considera que sí se debería realizar un diseño de red eléctrica subterránea en este sector como medida de salida a las redes obsoletas existentes.

En el cuadro N° 5 se aprecia que el 87% de la muestra seleccionada considera que las redes eléctricas obsoletas presentan muchas desventajas en la seguridad energética.

En el cuadro N° 6 se aprecia que el 87% de la muestra seleccionada cree que sí es un peligro para la integridad física de moradores el tendido eléctrico existente en el sector.

En el cuadro N° 7 se aprecia que el 100 % de la muestra seleccionada considera que las redes eléctricas subterráneas sí brindan seguridad energética.

En el cuadro N° 8 se aprecia que el 70 % de la muestra seleccionada considera que es mala la seguridad energética que ofrece el actual sistema eléctrico aéreo del sector.

En el cuadro N° 9 se aprecia que el 95 % de la muestra seleccionada considera que el costo que implica el diseño y ejecución de líneas subterráneas frente al aéreo es significativamente alto.

En el cuadro N° 10 se aprecia que el 100 % de la muestra seleccionada considera que sí se debería ofrecer a la colectividad información de los diferentes perjuicios que ocasionan las líneas eléctricas obsoletas.

De acuerdo a los resultados obtenidos se acepta como efectiva y acorde la hipótesis planteada; se consiguió verificar los resultados por medio de los usuarios de la calle Divino Niño entre calle San Pedro y Paso Lateral del cantón Tosagua.

CAPÍTULO V

11. CONCLUSIONES.

Una vez culminado con el trabajo investigativo se puede concluir lo siguiente:

- Las redes eléctricas aéreas afectan la contaminación visual, la estética, protecciones, seguridad y hurto de energía eléctrica.
- La construcción del método de distribución eléctrica subterránea es más costoso en porcentaje de inversión.
- La instalación de redes eléctricas subterráneas mejora la seguridad de las redes ya que ocupa menos espacio que las estructuras con conductores desnudos y evita electrocuciones, disminuye el impacto visual con una técnica de compactación de cables de telefonía y retiro del cableado no utilizado.
- La seguridad que ofrece el actual sistema eléctrico aéreo en la calle Divino Niño es un peligro para la integridad física de los moradores.
- El gobierno en su propósito de mejorar el sistema eléctrico ha solicitado a las diferentes empresas eléctricas del país comenzar a implantar el sistema eléctrico subterráneo ya que tiene muchas ventajas.

12. RECOMENDACIONES.

Considerando las conclusiones, se puede recomendar que:

- Mejorar el sistema de distribución eléctrico en media y baja tensión y conseguir ciudades con lugares turísticos sin contaminación visual por cables aéreos.
- Establecer estrategias, planes, programas y proyectos que involucren a todos los actores públicos y privados para así lograr estandarizar el tipo de instalaciones con acciones efectivas.
- Instalar redes eléctricas subterráneas en zonas donde por razones de urbanismo, estética, congestión o condiciones de seguridad no es aconsejable el sistema aéreo.
- Es necesario para los usuarios de la calle Divino Niño la implementación de diseños de redes eléctricas subterráneas en la modernización de infraestructura de las actuales redes.
- Es importante que las diferentes empresas eléctricas del país comiencen a implantar el sistema eléctrico subterráneo.

13. BIBLIOGRAFIA

- CARRERA, Luís, Evolución técnica económica del cambio de red aérea a subterránea en sectores de la ciudad de Quito.
- CONELEC, Estadística del sector eléctrico ecuatoriano.
- FINK, Donald y WAYNE, H, Manual de ingeniería Eléctrica
- ENDARA, Carlos, Redes subterráneas de Distribución.
- HERRERA, Javier, Redes Aéreas y Subterráneas
- POVEDA, Mentor, Ingeniería de Distribución Eléctrica Planificación Diseño y Operación, Facultad de Ingeniería Eléctrica, EPN, Quito.
- Regulación 004/01 Conelec, calidad del servicio de distribución

14. WEBGRAFÍA.

- <http://www.abc.com.py/edicion-impresaeconomia/>
- <http://www.energia.gob.ec/>
- <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/123456789/1722/1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-14.pdf>
- <http://www.redalyc.org/pdf/1813/181320170009.pdf>
- <http://www.ensys.pe/articulos/conector/conectores13distsub.html>
- <http://docplayer.es/5177767-Facultad-de-educacion-tecnica-para-el-desarrollo-carrera-de-ingenieria-electrico-mecanica.html>
- repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/.../1/T-UCSG-PRE-TEC-IEM-23.pdf
- <ftp://200.93.225.162/.../INSTALACIONES/ELECTRICOS/Memoria>
- <http://es.slideshare.net/toni120411/redes-de-distribucion>
- <http://www.ieee.es/Galerias/fichero/>
- http://www.fcirce.es/static/Tit_Seg-Energetica-baja.pdf
- http://www.ararteko.net/RecursosWeb/DOCUMENTOS/1/1_937_3.pdf
- <http://economicsforenergy.blogspot.com/2012/10/como-podemos-mejorar-la-seguridad.html>

- www.iadb.org/Document.cfm?id=39519970
- <http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?p=89234336>
- <http://electrica.mx/redes-de-distribucion-subterranea/>
- <http://villahermosa.ec/noticia/redes-electricas-son-mas-seguras-con-el-soterramiento-de-cables/>
- <http://www.constructorabuenaosaires.com/electricidad/instalaciones-electricas-subterraneas.html>
- <http://www.eluniverso.com/opinion/2013/11/08/nota/1694796/redes-electricas-nuevas-urbanizaciones>

Anexos



UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
EXTENSIÓN CHONE

Encuesta dirigida a: Moradores de la ciudadela Divino Niño del cantón Tosagua.

OBJETIVO: Establecer el diseño de redes eléctricas subterráneas y su incidencia para la seguridad energética en la calle Divino Niño entre calle San Pedro y Paso Lateral del cantón Tosagua., durante el segundo semestre del 2015.

INSTRUCCIONES: Mucho agradeceré se sirva contestar las siguientes preguntas marcando con (x) en la, o las opciones que usted crea pertinente.

1. DATOS INFORMATICOS

- 1.1. Lugar y fecha:
- 1.2. Ubicación: Rural () Urbana (x) Urbana marginal ()
- 1.3. Parroquia:.....
- 1.4. Autor: Mario Ponce.

2. CUESTIONARIO

2.1. ¿Cree usted que las redes eléctricas aéreas perjudican la estética del sector?

Si ()

No ()

2.2. La implementación de diseños de redes eléctricas subterráneas ayuda a la modernización de infraestructura de las actuales redes.

Mucho ()

Poco ()

Nada ()

2.3. ¿Por qué cree que no se utiliza redes eléctricas subterráneas en este sector?

Por su alto costo ()

No son seguras ()

No son necesarias ()

2.4. Se debería realizar un diseño de red eléctrica subterránea en este sector como medida de salida a las redes obsoletas existentes

Si ()

No ()

2.5. Las redes eléctricas obsoletas presentan desventajas en la seguridad energética

Mucha ()

Poca ()

Ninguna ()

2.6. Es un peligro para la integridad física de moradores el tendido eléctrico existente en el sector.

Si ()

No ()

2.7. Las redes eléctricas subterráneas brindan seguridad energética.

Si ()

No ()

2.8. ¿Cómo considera que es la seguridad energética que ofrece el actual sistema eléctrico aéreo del sector?

Buena ()

Mala ()

No sabe ()

2.9. El costo que implica el diseño y ejecución de líneas subterráneas frente al aéreo es significativamente.

Alto ()

Bajo ()

Igual ()

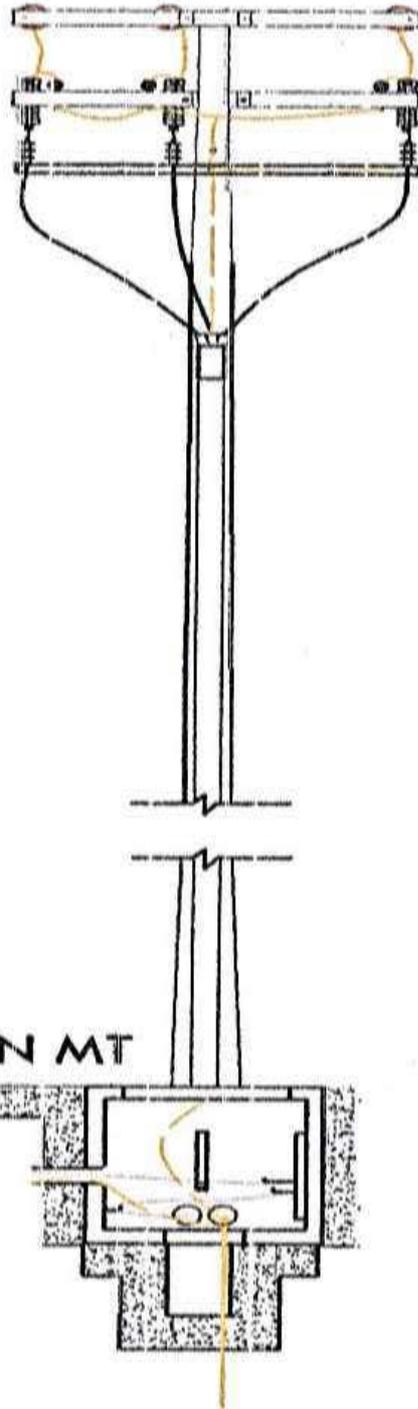
2.10. ¿Considera usted que se debería ofrecer a la colectividad información de los diferentes perjuicios que ocasionan las líneas eléctricas obsoletas?

Si ()

No ()

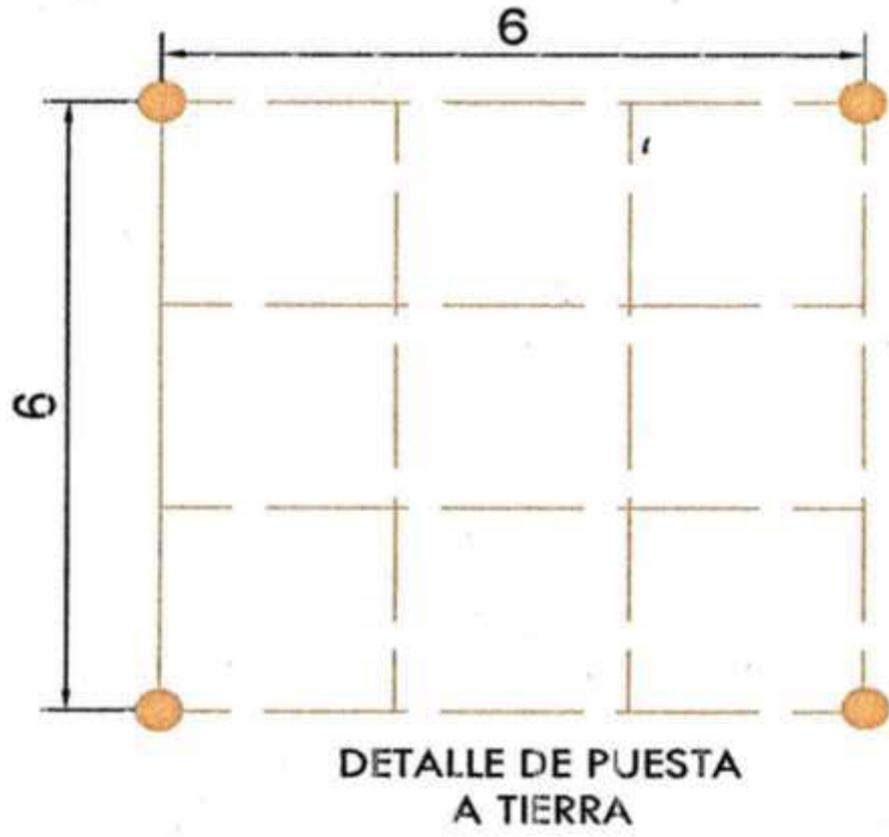
Gracias por su colaboración.

Transición en MT



TRANSICION EN MT

Puesta a tierra





ENCUESTANDO A UNA MORADORA DE LA CALLE DIVINO NIÑO



ENCUESTANDO A UN MORADOR DE LA CALLE DIVINO NIÑO



CALLE DIVINO NIÑO



CALLE DIVINO NIÑO