



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Estudio de factibilidad para la utilización de cable aéreo protegido en la red de distribución de energía eléctrica ubicada en la Colonia El Encinal, zona 7 del Municipio de Mixco, Departamento de Guatemala

David Enrique Chajón Ramos
Asesorado por Ing. Edwin Obdulio Castillo Palma

Guatemala, enero de 2011.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA UTILIZACIÓN DE CABLE AÉREO
PROTEGIDO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA UBICADA
EN LA COLONIA EL ENCINAL, ZONA 7 DEL MUNICIPIO DE MIXCO,
DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

DAVID ENRIQUE CHAJÓN RAMOS
ASESORADO POR ING. EDWIN OBDULIO CASTILLO PALMA
AL CONFERIRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2011.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



NOMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	ING. MURPHY OLYMPO PAIZ RECINOS
VOCAL I	ING. ALFREDO ENRIQUE BEBER ACEITUNO
VOCAL II	INGA. ALBA MARITZA GUERRERO SPINOLA DE LÓPEZ
VOCAL III	ING. MIGUEL ANGEL DÁVILA CALDERÓN
VOCAL IV	BR. LUIS PEDRO ORTIZ DE LEÓN
VOCAL V	P.A. JOSÉ ALFREDO ORTIZ HERINCX
SECRETARIO	ING. HUGO HUMBERTO RIVERA PÉREZ

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	ING. MURPHY OLYMPO PAIZ RECINOS
EXAMINADORA	INGA. HELEN ROCÍO RAMÍREZ LUCAS
EXAMINADOR	ING. EDWIN DANILO GONZÁLEZ TREJO
EXAMINADOR	ING. JAVIER REYES
SECRETARIA	INGA. MARCIA IVÓNNE VÉLIZ VARGAS

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento de los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA UTILIZACIÓN DE CABLE AÉREO PROTEGIDO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA UBICADA EN LA COLONIA EL ENCINAL, ZONA 7 DEL MUNICIPIO DE MIXCO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Mecánica Industrial con fecha 19 de mayo de 2009.

David Enrique Chajón Ramos

Guatemala 16 de julio de 2010

Ingeniero
Cesar Ernesto Urquizú Rodas
Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Ingeniero Urquizú:

Atentamente me dirijo a usted para someter a su consideración el trabajo de graduación ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA UTILIZACIÓN DE CABLE AÉREO PROTEGIDO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA UBICADA EN LA COLONIA EL ENCINAL, ZONA SIETE DEL MUNICIPIO DE MIXCO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA, elaborado por el estudiante David Enrique Chajón Ramos.

He asesorado y revisado el trabajo y considero que llena satisfactoriamente los requisitos, por lo que recomiendo su aprobación.

Agradeciendo su atención a la presente, me suscribo.

Atentamente



Ing. Edwin Obdulio Castillo Palma

Colegiado No. 5904

Asesor

Edwin O. Castillo P.
INGENIERO INDUSTRIAL

Col: 5904



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA UTILIZACIÓN DE CABLE AÉREO PROTEGIDO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA UBICADA EN LA COLONIA EL ENCINAL, ZONA 7 DEL MUNICIPIO DE MIXCO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **David Enrique Chajón Ramos**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, octubre de 2010.

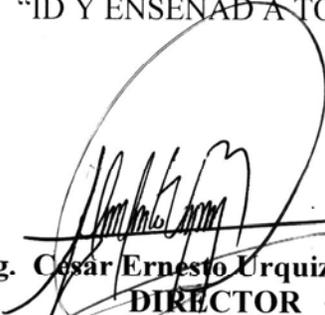
/mgp



REF.DIR.EMI.007.011

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA UTILIZACIÓN DE CABLE AÉREO PROTEGIDO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA UBICADA EN LA COLONIA EL ENCINAL, ZONA 7 DEL MUNICIPIO DE MIXCO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **David Enrique Chajón Ramos**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”


Ing. César Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, enero de 2011.

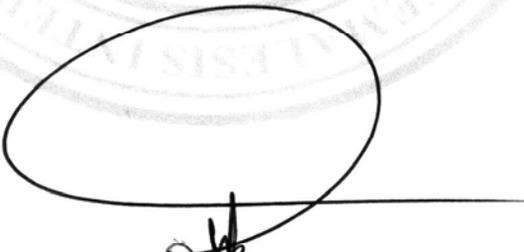
/mgp



DTG. 014.2011.

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA UTILIZACIÓN DE CABLE AÉREO PROTEGIDO EN LA RED DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA UBICADA EN LA COLONIA EL ENCINAL, ZONA 7 DEL MUNICIPIO DE MIXCO, DEPARTAMENTO DE GUATEMALA**, presentado por el estudiante universitario **David Enrique Chajón Ramos**, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
Decano

Guatemala, 25 de enero de 2011.

/gdech



AGRADECIMIENTOS A:

DIOS, Creador de vida y quién me ha proporcionado razonamiento e inteligencia.

MI PADRE, Carlos Leonel Chajón Pérez, quién a lo largo de mi formación profesional me ha apoyado moral y económicamente, y quién me ha enseñado por medio de su ejemplo y sus palabras a nunca darme por vencido.

MI MADRE, Mayra Elizabeth Ramos Valdez, quién me brindo todo su apoyo por medio de su amor, atenciones y preocupaciones.

MIS HERMANOS, Carlos Leonel Chajón Ramos y Mayra Patricia Chajón Ramos, por convertir esta travesía en toda una aventura y llenar mis días de sonrisas.

MIS AMIGOS, Juan Pablo López Guillén y Carlos Alberto Fagiani Ramírez, por brindarme todo su apoyo durante el transcurso de la carrera y no abandonarme en los momentos difíciles.

MI ASESOR, por el tiempo personal dedicado para apoyarme con la elaboración de este trabajo de graduación.

FAMILIA, COMPAÑEROS DE ESTUDIO Y CATEDRÁTICOS, a quienes no menciono, pero sin duda son grandes guatemaltecos que ayudaron a mi formación académica.

DEDICATORIA A:

MI NOVIA, Jenny Lourdes Palacios García, quien ha despertado en mi interior un sentimiento tan grande e indescifrable que se traduce en la palabra amor y quien ha sido una inspiración que me motivo a culminar los últimos pasos de esta carrera profesional.

MIS ABUELITAS, Fidelia del Carmen Pérez y María Elena Valdéz, mujeres que me demostraron coraje y fortaleza; quienes me enseñaron que, a pesar de que nada es fácil de conseguir, los resultados de la lucha son grandes maravillas.

ÍNDICE GENERAL

	Página
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	VII
GLOSARIO	XI
RESUMEN	XIII
OBJETIVOS	XV
INTRODUCCIÓN	XVII
1. ESTUDIO DE MERCADO.....	1
1.1. Análisis de la demanda	1
1.2. Calidad del servicio	1
1.2.1. Causas de interrupciones.....	2
1.2.2. Registro de interrupciones en la red de distribución...	5
1.2.3. Percepción de la población con respecto al servicio eléctrico	5
1.2.3.1. Cálculo de la muestra	6
1.2.3.2. Encuesta	7
1.2.3.3. Tabulación de datos	9
1.2.3.4. Resultados	12
1.3. Análisis de precios	13
1.3.1. Precios máximos de distribución	13
1.3.1.1. Cálculo y aplicación de la tarifa base	13
1.3.1.1.1. Cargo fijo por cliente	14
1.3.1.1.2. Tarifa de baja tensión	14
1.3.2. Cálculo de facturación a usuario	15

2. ESTUDIO TÉCNICO	19
2.1. Definición de red eléctrica	19
2.2. Descripción de la red eléctrica en Guatemala	19
2.2.1. Generación	20
2.2.1.1. Combustibles fósiles	21
2.2.1.2. Hidroeléctricas	22
2.2.2. Transporte	24
2.2.3. Distribución	26
2.2.4. Comercialización	26
2.3. Estudio del área	27
2.3.1. Ubicación	27
2.3.2. Accesibilidad	28
2.3.3. Infraestructura	29
2.3.3.1. Postes instalados	30
2.3.3.2. Herrajes instalados	30
2.4. Construcción de líneas aéreas	30
2.4.1. Estructuras	31
2.4.1.1. Postes	31
2.4.1.1.1. Postes de concreto	32
2.4.1.2. Pruebas	33
2.4.1.2.1. Ensayo de trabajo	34
2.4.1.2.2. Ensayo de ruptura	35
2.4.2. Herrajes	36
2.4.3. Factores de carga	38
2.4.3.1. Velocidad del viento sobre las instalaciones de distribución	40
2.4.3.2. Factores de sobrecarga	41
2.4.3.3. Factores de resistencia	42

2.4.3.4.	Carga aplicada a las instalaciones de EI Encinal	42
2.5.	Estudio del cable de aluminio	44
2.5.1.	Descripción	44
2.5.1.1.	Propiedades eléctricas	45
2.5.1.2.	Propiedades térmicas	46
2.5.1.3.	Propiedades mecánicas	46
2.5.2.	Descripción de instalación del cable de aluminio	47
2.5.2.1.	Herramientas y materiales utilizados	48
2.5.3.	Beneficios del cable de aluminio	49
2.6.	Estudio del cable protegido	49
2.6.1.	Descripción	50
2.6.1.1.	Propiedades eléctricas	51
2.6.1.2.	Propiedades aislantes	52
2.6.1.3.	Propiedades térmicas	52
2.6.1.4.	Propiedades mecánicas	52
2.6.2.	Herramientas y materiales utilizados	53
2.6.3.	Beneficios	55
2.6.4.	Ensayos de laboratorio	55
2.7.	Análisis de comparación de los cables	57
2.7.1.	Características físicas	57
2.7.2.	Propiedades eléctricas	58
2.7.3.	Calidad del servicio	59
3.	ESTUDIO ECONÓMICO	61
3.1.	Capital disponible	61
3.2.	Costos de instalación	61
3.2.1.	Mano de obra	62
3.2.2.	Materiales	63

3.2.2.1.	Cable protegido	63
3.2.2.2.	Herrajes	64
3.2.3.	Administrativos	64
3.2.3.1.	Costo por descargo	64
3.2.4.	Mantenimiento de la instalación	66
3.2.5.	Interrupciones en la red	68
3.3.	Inversión inicial	70
3.4.	Mantenimiento	71
4.	ESTUDIO FINANCIERO	73
4.1.	Escenario 1: Instalaciones de distribución con cable desnudo	73
4.2.	Escenario 2: Instalaciones de distribución con cable protegido	76
4.3.	Evaluación económica	80
4.3.1.	Valor Presente Neto (VPN)	80
4.3.2.	Tasa Interna de Retorno (TIR)	83
4.3.3.	Análisis marginal	85
4.3.4.	Análisis costo-beneficio	87
5.	ESTUDIO ADMINISTRATIVO	91
5.1.	Marco legal	91
5.1.1.	Norma Técnica de Diseño y Operación en las Instalaciones de Distribución (NTDOID)	91
5.1.1.1.	Requisitos técnicos a cumplir en las líneas aéreas	92
5.1.1.1.1.	Ruta	92
5.1.1.1.2.	Accesibilidad a líneas aéreas	93
5.1.1.1.3.	Aislamiento de la línea	94
5.1.1.1.4.	Conductores	94
5.1.1.2.	Distancias mínimas de seguridad	95

5.1.1.2.1.	Distancias de seguridad sobre el nivel del suelo	95
5.1.1.2.2.	Distancias de seguridad de conductores a edificios y otras instalaciones	96
5.1.1.2.3.	Aplicación de las distancias mínimas de seguridad en la Colonia El Encinal	98
5.1.1.3.	Cargas mecánicas	99
5.2.	Reglamento de la Ley General de electricidad de la República de Guatemala	100
5.2.1.	Calidad del servicio de distribución	100
5.3.	Análisis de las instalaciones de distribución que actualmente utilizan cable protegido	103
5.3.1.	Descripción del proceso	103
5.3.2.	Resultados en la calidad del servicio	105
5.3.3.	Beneficio económico	106
5.4.	Control de la calidad del servicio de distribución	106
5.4.1.	Registro de interrupciones en el Centro de Operaciones de Información	107
6.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL	109
6.1.	Descripción del medio ambiente	109
6.1.1.	Descripción del entorno	109
6.1.1.1.	Geografía	109
6.1.1.2.	Topografía	110
6.1.1.3.	Meteorología	112
6.1.1.4.	Flora	113
6.1.1.5.	Fauna	114

6.1.1.6.	Patrimonios culturales	115
6.1.1.7.	Áreas protegidas	115
6.1.1.8.	Aspecto socio-económico	116
6.1.1.9.	Aspecto estético	117
6.1.2.	Predicción de la evolución del medio ambiente sin su aplicación	118
6.2.	Descripción del proyecto	119
6.2.1.	Objetivo	119
6.2.2.	Características	120
6.2.2.1.	Instalaciones físicas	121
6.3.	Identificación de impactos ambientales potenciales	121
6.3.1.	Identificación de impactos positivos	121
6.3.2.	Identificación de impactos negativos	122
6.4.	Predicción e interpretación de impactos	123
6.5.	Medidas de control ambiental	123
6.6.	Evaluación de impacto ambiental	124
6.7.	Entidades protectoras del medio ambiente	125
6.7.1.	Municipalidad de Mixco	125
6.7.2.	Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP)	125
6.7.3.	Instituto Nacional de Bosques (INAB)	127
6.7.4.	Servicio de Protección a la Naturaleza (SEPRONA) .	127
CONCLUSIONES		129
RECOMENDACIONES		133
BIBLIOGRAFÍA		135
ANEXOS		137

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1	Modelo de la encuesta	8
2	Percepción de la continuidad del servicio eléctrico en El Encinal	9
3	Percepción de la continuidad del servicio eléctrico en el Departamento de Guatemala	10
4	Porcentaje de clientes que conocen número de atención a consumidor	10
5	Porcentaje de usuarios que utilizan el sistema de emergencia	11
6	Porcentaje de conocimiento respecto de la responsabilidad de la empresa distribuidora	12
7	Generación eléctrica por combustibles fósiles	21
8	Generación eléctrica por hidroeléctricas	22
9	Líneas y subestaciones de transmisión eléctrica	25
10	Vista satelital de la Colonia El Encinal	28
11	Carretera de acceso a la Colonia El Encinal	29
12	Herrajes utilizados para instalación monofásica de 13.8 kV	36
13	Fuerzas que producen cargas sobre estructuras	39
14	Distribución de zonas para velocidad mínima del viento	40
15	Cable de aluminio desnudo	45
16	Cable ecológico o protegido	50
17	Herramienta de corte para cable protegido	53

18	Poleas para instalación de cables aéreos	54
19	Flujo monetario por instalación de cable de aluminio	82
20	Flujo monetario por instalación de cable protegido	82
21	Flujo monetario de proyecto marginal	86
22	Instalaciones de distribución con cables y herrajes protegidos	104
23	Instalaciones de distribución con cable protegido y herrajes comunes	105
24	Elevación sobre el nivel del mar de El Encinal	111

TABLAS

I	Registro de interrupciones en la red de distribución de la Colonia El Encinal	4
II	Detalle de herrajes utilizados para instalación monofásica de 13.8 kV	37
III	Factores de sobrecarga para estructuras, cruceros, retenidas, cimientos y anclas	41
IV	Factores de resistencia para estructuras, cruceros, retenidas, cimientos y anclas	42
V	Propiedades eléctricas del cable de aluminio	45
VI	Propiedades mecánicas del cable de aluminio	46
VII	Flechas para conductores eléctricos	48
VIII	Propiedades eléctricas del cable protegido	51
IX	Propiedades mecánicas del cable protegido	53
X	Comparación de propiedades mecánicas de cables	58
XI	Comparación de propiedades eléctricas de cables	58
XII	Precios de trabajos en líneas eléctricas	62

XIII	Costo anual por desramado de árboles en El Encinal	67
XIV	Límite de interrupciones permitidas por la CNEE en la red de Distribución	69
XV	Costo por interrupciones en El Encinal	70
XVI	Costo total por instalación de cable aéreo protegido en la Colonia El Encinal	71
XVII	Costo por instalación de cable de aluminio en El Encinal	73
XVIII	Costo a largo plazo utilizando cable de aluminio en El Encinal ...	74
XIX	Costos a treinta años utilizando cable de aluminio	75
XX	Promedio de interrupciones en El Encinal	76
XXI	Costos de interrupciones en El Encinal con cable protegido	77
XXII	Costos a largo plazo utilizando cable protegido en El Encinal	78
XXIII	Costos a treinta años utilizando cable protegido	79
XXIV	Distancias mínimas de seguridad respecto al nivel del suelo	96
XXV	Distancias de seguridad respecto a edificios, anuncios y chimeneas	97
XXVI	Distancias mínimas de seguridad verticales en El Encinal	98
XXVII	Distancias de seguridad horizontales en El Encinal	99
XXVIII	Índice de Desarrollo Humano para los períodos 1,994 y 2,002 ...	116
XXIX	Situación de pobreza en el Municipio de Mixco	117

GLOSARIO

Cable de guarda	Cables conectados a tierra y colocados sobre los conductores energizados para interceptar las descargas electroatmosféricas.
Centro de operaciones	Área de la empresa distribuidora en donde se tiene el registro y control de toda la red de distribución eléctrica.
Descargo	Momento en que los cables de la red de distribución no conducen corriente de energía eléctrica debido a la apertura de fases.
Desequilibrio de fases	Ocurre cuando el voltaje entre dos o más conductores eléctricos de una misma instalación no es igual en magnitud, lo que da como resultado el aumento de temperatura de los conductores y por ende la disminución de su vida útil.
Evapotranspiración	Pérdida de humedad de una superficie por evaporación directa junto con la pérdida de agua por transpiración de la vegetación.

Generador síncrono	Máquina rotativa capaz de transformar energía mecánica en energía eléctrica, la cual esta compuesta por una parte móvil (rotor) y una parte fija (estator)
Perturbaciones	Alteración de las condiciones eléctricas de suministro que pueden ocasionar el mal funcionamiento o daño de equipos electrónicos.
Potencia eléctrica	Velocidad a la cual se consume la energía eléctrica, expresado en Joule sobre segundo.
Precipitación	Agua caída de las nubes como lluvia, rocío, nieve, aguanieve y granizo.
Rugosidad	Velocidad del agua de un río en función de la fricción que ejercen los materiales que se encuentran en el suelo, como piedras, madera, arena, entre otros materiales.
Tensión	Voltaje o diferencia de potencial efectiva entre dos conductores o entre un conductor y tierra.

RESUMEN

La colonia El Encinal es un área residencial que se ubica en el área protegida del Cerro Alux. Actualmente, la calidad del servicio de distribución de energía eléctrica dentro de esta colonia es aceptable. Sin embargo, existen algunos inconvenientes. El contacto de ramas de árboles con el cable produce fuga de corriente y, como resultado, se produce la interrupción del servicio eléctrico; lo que se traduce en servicio deficiente y gasto por indemnizaciones para los usuarios. Además, provoca impactos ambientales negativos, pues se ven afectados: flora, fauna, cuencas de agua y aspectos económicos del área.

Mediante el estudio de mercado se comprobó que existen interrupciones en la red eléctrica. Durante el año 2008 se produjeron un total de 166.17 horas de interrupciones, lo que produjo un costo de Q.12,199.95. Las causas de interrupciones del servicio se debieron principalmente al contacto de ramas de árboles con el cable conductor. Esta situación es difícil de controlar debido a que entidades de protección del medio ambiente, no permiten realizar el mantenimiento de poda de árboles en el sector, por ser un área protegida.

En el estudio técnico se analizó la posibilidad de utilizar cable protegido, conocido también como cable ecológico. El cable protegido consiste en un cable de aluminio forrado con varias capas de polietileno químicamente reticulado, lo cual proporciona al cable propiedades aislantes en el momento del contacto con ramas de árboles, así como una mayor resistencia mecánica.

En el momento en que las ramas de los árboles hacen contacto con el cable protegido no existe corriente de fuga y, por lo tanto, no habrá interrupciones en la red eléctrica de distribución. Ésto mejora la calidad del servicio, disminuye los gastos de indemnizaciones para los usuarios, y disminuiría también, la frecuencia de poda de árboles en El Encinal.

En el estudio financiero se analizaron los costos a corto y largo plazo en los que se incurría para la instalación del cable protegido, con el propósito de fijar la inversión inicial que es necesario realizar. Se determinó que el costo de instalación del cable protegido es mayor al del cable de aluminio. Sin embargo, a largo plazo, el costo de operación y mantenimiento del cable protegido es menor al del cable de aluminio.

En el estudio económico se determinó que la instalación de cable protegido conllevará mejores resultados financieros, con un mejor costo-beneficio, por lo que se demuestra que, en el aspecto monetario, es viable y más confiable el cable protegido.

En el estudio de impacto ambiental, se concluyó que el cable protegido es una medida de mitigación contra los impactos ambientales negativos que generan las instalaciones de distribución con cable de aluminio, por lo que representa mayores beneficios para la protección del ambiente.

OBJETIVOS

General:

Desarrollar un estudio de factibilidad de utilización del cable protegido en la construcción de la red aérea de distribución de energía eléctrica ubicada en la Colonia El Encinal.

Específicos:

1. Analizar la calidad del servicio de distribución de energía eléctrica prestado a los consumidores de la Colonia El Encinal.
2. Analizar el área donde se instalará el cable protegido para conocer las características de terreno y medio ambientales que pueden afectar la operación de la red de distribución de energía eléctrica.
3. Corroborar que el cable protegido posea las propiedades y cualidades necesarias para ser utilizado en las instalaciones de distribución de energía eléctrica.
4. Evaluar económicamente la factibilidad de utilizar cable aéreo protegido en sustitución del cable de aluminio.

5. Comprobar que las leyes, reglamentos y normas para la construcción de líneas de distribución serán cumplidas al instalar el cable aéreo protegido.
6. Desarrollar medidas de mitigación de los impactos ambientales ocasionados por la instalación de redes de distribución de energía eléctrica en El Encinal.
7. Analizar los beneficios técnicos, ambientales y económicos derivados de la instalación de cable protegido en zonas ecológicas.

INTRODUCCIÓN

La importancia de la energía eléctrica es indiscutible; actualmente, sería imposible realizar innumerables actividades si no se contara con este tipo de energía, ya que se ha convertido en una necesidad básica de los seres humanos. La energía eléctrica permite realizar una gran diversidad de actividades de la vida cotidiana; brinda iluminación, calefacción, refrigeración y otros beneficios que el ser humano requiere.

La red de distribución eléctrica es el conjunto de instalaciones físicas que se encargan de transportar y distribuir energía eléctrica. En Guatemala, al construir redes de distribución eléctrica se debe considerar aspectos geográficos y meteorológicos, ya que su variabilidad repercute, en algunas ocasiones, en daños físicos de los cables aéreos. Estos daños pueden ocasionar fallas en el servicio de distribución y, por ende, mala calidad del servicio prestado a los consumidores.

El cable protegido se ha elaborado con la intención de evitar interrupciones en la red de distribución eléctrica ocasionadas por fallas temporales, las cuales son generadas, muchas veces, por el contacto de ramas de árboles con las líneas de distribución. La importancia de utilizar el cable protegido en El Encinal surge de la necesidad de proteger las líneas aéreas contra tensiones e impactos ocasionados por árboles, proteger la flora y la fauna del área y reducir las interrupciones del servicio en la comunidad.

1. ESTUDIO DE MERCADO

1.1. Análisis de la demanda

La demanda corresponde a los usuarios del servicio de energía eléctrica ubicados en la Colonia El Encinal, zona 7 del Municipio de Mixco, Departamento de Guatemala.

En la actualidad, los usuarios de este servicio consumen una cantidad mensual máxima de 430,876 kWh, teniendo la Colonia El Encinal una cantidad total de 1421 usuarios. Es decir, que en promedio, un usuario consume 303 kWh mensuales.

1.2. Calidad del servicio

De acuerdo con los reglamentos y normas que rigen el sistema de distribución guatemalteco, todas las empresas distribuidoras de energía eléctrica deben de garantizar la calidad del servicio proporcionado a sus usuarios.

1.2.1. Causas de interrupciones

Las interrupciones en la red son una de las principales causas que afectan la calidad del servicio de distribución de energía eléctrica proporcionado a la colonia. Las interrupciones en la red eléctrica varían en tiempo, dependiendo de la gravedad de la falla en las instalaciones de distribución, por lo que las interrupciones de larga duración repercuten tanto a nivel de usuarios, quienes dejan de recibir energía eléctrica, como en la empresa distribuidora, que está obligada a indemnizar a los usuarios afectados y, además, tiene pérdidas por concepto de energía no vendida.

La mayoría de las interrupciones, que se producen en la red de distribución de energía eléctrica, duran unos pocos segundos y son denominadas “fallas temporales”; las cuales generan un alto costo de mantenimiento, ya que al detectarse la falla en el Centro de Operaciones, se hace necesario verificar físicamente si la instalación ha sufrido daños en su infraestructura.

Las interrupciones son ocasionadas por diversos factores, entre los más comunes se encuentran:

- **Árboles:** El contacto de ramas de árboles con los cables de distribución eléctrica provoca una de las principales causas de fallas temporales. Ésto se debe a que las ramas de los árboles conducen a tierra la energía eléctrica al momento en que existe contacto con los conductores. Además, las ramas que caen de los árboles, dependiendo su tamaño, pueden llegar a romper un cable y ocasionar la interrupción del servicio.

- **Descargas electroatmosféricas:** Las instalaciones de distribución cuentan con pararrayos que las protegen contra descargas electroatmosféricas. Sin embargo, este tipo de descargas en ocasiones supera el voltaje que un pararrayos puede soportar, lo que ocasiona que se genere una interrupción por exceso de voltaje en los conductores eléctricos.
- **Tempestades:** Durante la temporada de invierno ocurren fallas en la red de distribución ocasionadas principalmente por tempestades. La velocidad del viento ejerce presión sobre las ramas de los árboles lo que causa que estos caigan sobre los conductores eléctricos y provoquen la interrupción del servicio.
- **Accidentes:** Trabajos que se realizan cerca de conductores eléctricos, en especial de albañilería y pintura, ocasionan muchas veces accidentes e interrupción del servicio eléctrico. Estos accidentes se deben a la construcción de edificios, sin consideración de las distancias mínimas de seguridad estipuladas en la Norma Técnica de Diseño y Operación en las Instalaciones de Distribución. También se consideran los accidentes de tránsito en contra de la infraestructura de distribución de energía eléctrica.

Tabla I. Registro de interrupciones en la red de distribución de la colonia El Encinal

Causa	JULIO A DICIEMBRE 2007		ENERO A JUNIO 2008		JULIO A DICIEMBRE 2008		ENERO A JULIO 2009	
	Cantidad	Duración	Cantidad	Duración	Cantidad	Duración	Cantidad	Duración
Acometida dañada	5	09:19:00	7	13:26:00	7	12:20:00	4	09:53:00
Aislador estallado	1	02:29:00	1	03:21:00	0	00:00:00	0	00:00:00
Animales toparon la línea	1	02:02:00	0	00:00:00	0	00:00:00	0	00:00:00
Árbol caído	4	09:54:00	3	07:04:00	5	12:20:00	1	02:22:00
Causa no establecida	1	01:47:00	1	05:07:00	4	07:02:00	3	07:10:00
Cortocircuito	1	02:21:00	2	08:11:00	2	03:15:00	4	08:54:00
Conexiones flojas	1	01:08:00	1	02:49:00	0	00:00:00	0	00:00:00
Desbalance de carga	0	00:00:00	0	00:00:00	1	01:11:00	0	00:00:00
Fusible dañado	0	00:00:00	0	00:00:00	1	01:31:00	0	00:00:00
Poste chocado	0	00:00:00	0	00:00:00	1	01:45:00	1	01:10:00
Tempestad	4	10:00:00	1	01:14:00	2	02:07:00	2	03:31:00
Ramas cayeron sobre la línea	16	42:21:00	7	16:54:00	18	47:46:00	11	20:09:00
Recloser dañado	1	04:10:00	0	00:00:00	0	00:00:00	0	00:00:00
Servicio normal	3	05:28:00	2	02:16:00	3	08:26:00	6	06:45:00
Tranformador dañado	1	01:55:00	3	06:22:00	1	01:43:00	0	00:00:00
TOTAL	39	92:54:00	28	66:44:00	45	99:26:00	32	59:54:00

1.2.2. Registro de interrupciones en la red de distribución

En la Colonia El Encinal se registra un promedio de 36 interrupciones anuales de la red eléctrica de distribución. La tabla I muestra las causas que provocan las interrupciones, su cantidad y la duración de tiempo que el servicio eléctrico se deja de recibir por parte del usuario final. Se puede observar además en dicha tabla, que la principal causa de interrupciones del servicio de distribución eléctrica se debe al contacto de ramas de árboles con los conductores.

En el Anexo 1, se muestra de manera más detallada las interrupciones en la red de distribución eléctrica, y en el mismo se pueden observar direcciones, fechas y duración de cada interrupción.

1.2.3. Percepción de la población respecto al servicio eléctrico

La percepción de los usuarios respecto del servicio eléctrico resulta ser de importancia, ya que conocer su satisfacción o insatisfacción respecto de la prestación del servicio de distribución de energía eléctrica, ayuda a determinar si las instalaciones físicas cumplen con los requerimientos necesarios para proporcionar un servicio final de calidad. Además, la Comisión Nacional de Energía Eléctrica exige a todas las empresas distribuidoras que anualmente se realice una encuesta a los usuarios finales para determinar que el servicio que se presta es de alta calidad.

1.2.3.1. Cálculo de la muestra

Para determinar el número de encuestas a realizar y obtener un porcentaje representativo de la población, se utilizará la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Npq [Z_{\alpha/2}]^2}{pq [Z_{\alpha/2}]^2 + (N - 1)E^2}$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

p = probabilidad de aceptación, para ello se elegirá el 95% puesto que provee un buen balance entre precisión y confiabilidad.

q = Probabilidad de rechazo, la cual es 1-p, siendo el valor de 5%

E = El margen de error aceptable, el cual será de más menos 2 puntos porcentuales.

$Z_{\alpha/2}$ = Valor de tabla de valores de probabilidad acumulada para la distribución normal estándar, el cual es de 1.96.

N = Universo, el cual es la cantidad de usuarios en la red de El Encinal, siendo esta de 1421.

$$n = \frac{(1421)(0.95)(0.05)[1.96]^2}{(0.95)(0.05)[1.96]^2 + (1421 - 1)(0.02)^2}$$

$$n = \frac{259.298396}{0.182476 + 0.568}$$

$$n = 346$$

En total se debe de realizar una cantidad de 346 encuestas, las cuales representan el 24.35% de los usuarios de la Colonia El Encinal.

1.2.3.2. Encuesta

Con la encuesta a realizar se intentará verificar la percepción de los clientes respecto del servicio eléctrico, enfocado principalmente en el servicio que se presta en la Colonia El Encinal.

Con la encuesta se corroborará el conocimiento que los clientes tienen respecto a la responsabilidad de la empresa distribuidora en el suministro de energía eléctrica, para determinar si las fallas por parte de las empresas de generación y transmisión afectan la imagen de la empresa distribuidora.

La encuesta se realizará a los usuarios de la Colonia El Encinal, siendo ésta la que se muestra en la Figura 1.

Figura 1. Modelo de la encuesta

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO TÉCNICO
Interrupciones del Suministro de Energía Eléctrica

Encuesta: Por favor, sería tan amable de responder las siguientes preguntas.

1 Lugar o zona donde usted vive _____

2 Lugar o zona donde usted trabaja _____

3 Como califica la continuidad del servicio de energía eléctrica en su casa, es decir, que no existan apagones?

Excelente	_____	Bueno	_____
Regular	_____	Malo	_____

4 Como califica la continuidad del servicio de energía eléctrica en el lugar donde usted trabaja, es decir, que no existan apagones?

Excelente	_____	Bueno	_____
Regular	_____	Malo	_____

5 Conoce usted si la empresa que le presta el servicio de energía eléctrica cuenta con un número telefónico de atención al consumidor?

Si	_____	No	_____
----	-------	----	-------

Si su respuesta es afirmativa, por favor responda la siguiente pregunta:

6 Ha utilizado usted el sistema de emergencias de su empresa distribuidora?
(Reparación de daños en el suministro de energía eléctrica)

Si	_____	No	_____
----	-------	----	-------

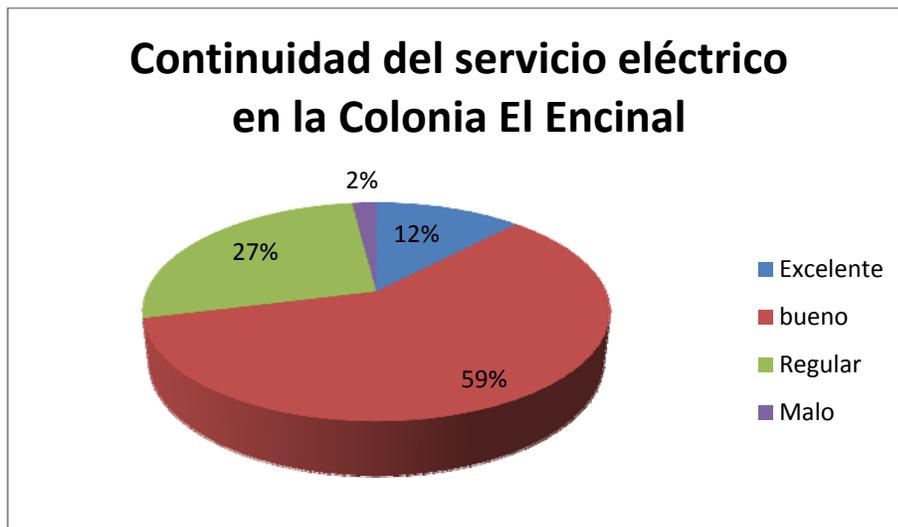
7 Sabe usted hasta donde llega la responsabilidad de su empresa distribuidora en el punto de suministro de energía eléctrica?

Si	_____	No	_____
----	-------	----	-------

1.2.3.3. Tabulación de datos

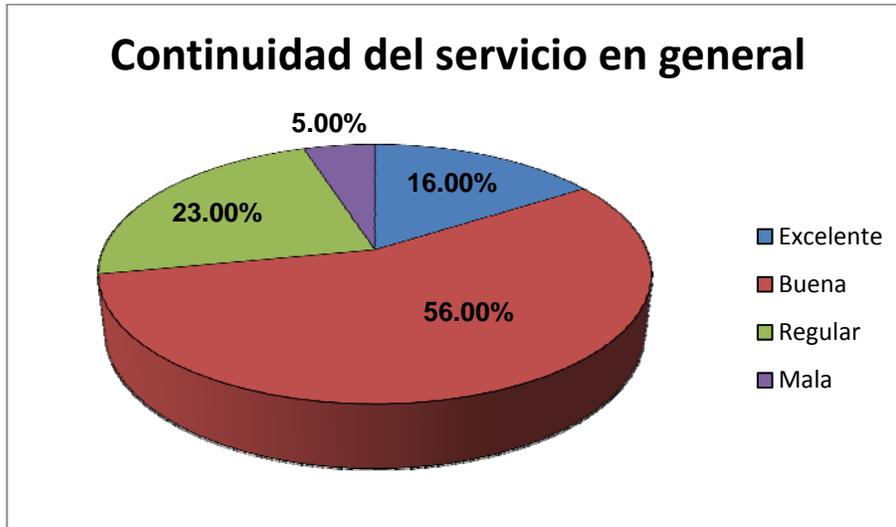
De acuerdo a los resultados obtenidos en la pregunta número tres de la encuesta, se observa que la percepción de los usuarios que residen en la Colonia El Encinal respecto de la calidad del servicio eléctrico es buena (Ver Figura 2).

Figura 2. Percepción de la continuidad del servicio eléctrico en la Colonia El Encinal



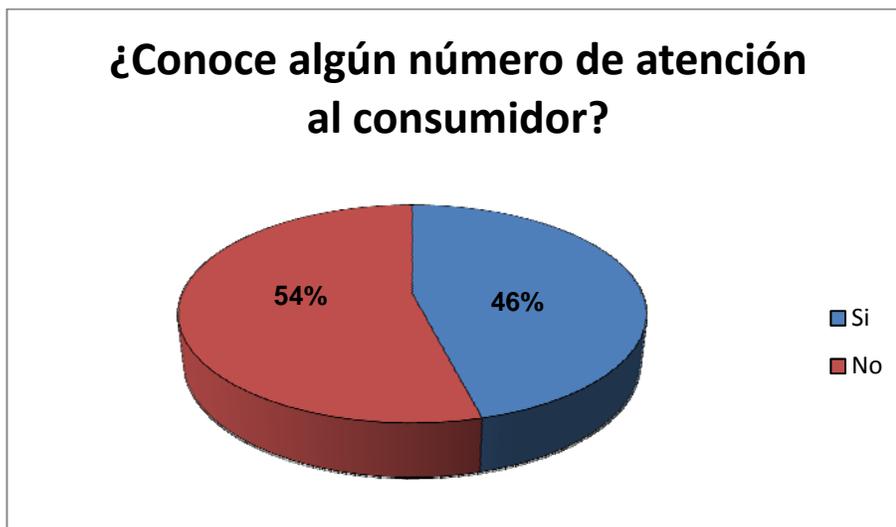
De acuerdo a los resultados de la pregunta 4 de la encuesta, se observa que un amplio porcentaje de personas opina que la calidad en la continuidad del servicio de distribución eléctrica en el Departamento de Guatemala es excelente (Ver Figura 3).

Figura 3. Percepción de la continuidad del servicio eléctrico en el Departamento de Guatemala



De acuerdo a la pregunta cinco de la encuesta, más de la mitad de los entrevistados mostraron desconocimiento en cuanto a si la empresa que les proporciona el servicio de energía eléctrica cuenta con un número telefónico de atención al consumidor (Ver figura 4).

Figura 4. Porcentaje de clientes que conocen número de atención al consumidor



Según los resultados obtenidos por medio de la pregunta seis de la encuesta, se observa que casi tres cuartas partes de los entrevistados que conocen un número telefónico para atención al consumidor, han utilizado el sistema de emergencias de su empresa distribuidora. Esto quiere decir, que 118 usuarios entrevistados han reportado algún tipo de emergencia de la red de distribución eléctrica (Ver Figura 5).

Figura 5. Porcentaje de usuarios que utilizan el sistema de emergencia



Se puede observar por medio de la pregunta siete de la encuesta, que los consumidores no conocen el punto de suministro de energía eléctrica a partir de la cual la empresa distribuidora tiene responsabilidad. Esto quiere decir, que una interrupción del servicio eléctrico, la verá el usuario final como un servicio de mala calidad proporcionado por la empresa distribuidora, aún si esta interrupción es causada por la empresa generadora, la transportista o el mismo usuario final (Ver Figura 6).

Figura 6. Porcentaje de conocimiento respecto de la responsabilidad de la empresa distribuidora



1.2.3.4. Resultados

De acuerdo a los resultados obtenidos, se observa que un porcentaje alto de usuarios entrevistados opina que la calidad del servicio eléctrico proporcionado por la empresa distribuidora es muy buena.

Se verifica que los usuarios desconocen la existencia del servicio para atención al consumidor, el cual es de importancia que sea dado a conocer para atender problemas en la red de forma inmediata y así disminuir el tiempo de interrupciones en la red. El desconocimiento de la integración de la red eléctrica causa que los usuarios finales, culpen en la mayoría de los casos, a la empresa distribuidora por interrupciones en el servicio eléctrico, cuando realmente son interrupciones ocasionadas en otro punto fuera de la red de distribución; esto daña la imagen de la empresa distribuidora pues en ella recae toda la responsabilidad.

1.3. Análisis de precios

Los precios que la empresa distribuidora cobrará a los usuarios del servicio eléctrico serán conforme a lo establecido en el Reglamento de la Ley General de Electricidad

1.3.1. Precios máximos de distribución

Para la Colonia El Encinal, los precios máximos de distribución se calcularán para el nivel de baja tensión, ya que por ser un área protegida únicamente cuenta con residencias que consumen baja potencia eléctrica. El precio a facturar al usuario se compone de los siguientes rubros:

- Tarifa base.
- Impuesto al Valor Agregado (IVA): Que es el 12% del valor calculado para la tarifa base.
- Tasa Municipal: Esta consiste en el 13% del valor de la tarifa base calculada sin IVA.

1.3.1.1. Cálculo y aplicación de la tarifa base

La tarifa base en la Colonia El Encinal se compone de los siguientes cargos:

- Cargo fijo por cliente
- Tarifa de baja tensión

La tarifa base será ajustada trimestralmente por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) mediante la aplicación de fórmulas que reflejen la variación de los costos de distribución.

1.3.1.1.1. Cargo fijo por cliente

Es la relación entre los costos de consumidores y el número promedio anual de consumidores del distribuidor. Este valor es reajustado cada tres meses por la CNEE y es proporcionado a cada una de las empresas distribuidoras por medio del Pliego Tarifario (ver anexo 2). Este cargo se aplica mensualmente a cada consumidor.

1.3.1.1.2. Tarifa de baja Tensión

La tarifa de baja tensión se calcula para clientes con consumo menor a 11 kWh diarios. Según la potencia consumida por el cliente, ésta se divide en las siguientes tarifas:

- Tarifa Social: Tarifa que aplica a clientes que tienen un consumo máximo de 300 kW mensuales. Para este caso, a los primeros 100 kW consumidos se les proporciona un descuento y para la diferencia entre 300 y 100 kW consumidos se aplica la Tarifa Simple sin Demanda proporcionada por la CNEE.

- Tarifa simple sin demanda. Tarifa que aplica a clientes que consumen más de 300 kWh al mes o en promedio un máximo de 11 kWh diarios.

1.3.2. Cálculo de facturación a usuario

Ejemplo 1. Un usuario ha consumido durante un mes la cantidad de 0 kWh. El monto a facturar al usuario, se calcula así:

Paso 1. Primeramente se considera el cargo fijo por cliente, cuyo valor es de 8.575223 (ver anexo 2), por lo que el valor a consignar en factura será de Q.8.58.

Paso 2. Se procede a calcular la tarifa base. Dado que el consumo es menor a 300 kWh al mes se utiliza la tarifa social cuyo valor es de 1.296141. El valor de la tarifa social debe de multiplicarse por la cantidad de kWh consumidos en el mes.

$$\text{Tarifa base} = \text{Tarifa social} * \text{Consumo}$$

$$\text{Tarifa base} = Q1.296141 * 0 \text{ kWh}$$

$$\text{Tarifa base} = Q0.00$$

Por lo que el precio por consumo de energía eléctrica es de Q.0.00, esto se debe a que no existió consumo durante el mes. El total del cargo a facturar es la sumatoria del cargo fijo por cliente más la tarifa base.

$$\text{Total Cargo} = \text{Cargo Fijo por Cliente} + \text{Tarifa base}$$

$$\text{Total Cargo} = Q8.58 + Q0.00$$

$$\text{Total Cargo} = Q8.58$$

Por lo que el precio por prestación del servicio de energía eléctrica asciende a un valor de Q.8.58.

Paso 3. Se procede a calcular el total del cargo con IVA incluido. Este impuesto es el 12% del total del cargo.

$$\text{Total Cargo (Con IVA)} = \text{Total Cargo} * 1.12$$

$$\text{Total Cargo (Con IVA)} = Q8.58 * 1.12$$

$$\text{Total Cargo (Con IVA)} = Q9.61$$

Paso 4. Se procede a calcular la tasa municipal la cual es el 13% del total del cargo (sin IVA), para luego incluirlo al total del cargo (con IVA) y obtener el total del cargo del mes.

$$\text{Total Cargo Mes} = \text{Tasa Municipal} + \text{Total Cargo (Con IVA)}$$

$$\text{Total Cargo mes} = (\text{Total cargo} * 0.13) + \text{total Cargo (Con IVA)}$$

$$\text{Total Cargo mes} = (Q8.58 * 0.13) + Q9.61$$

$$\text{Total Cargo mes} = Q1.12 + Q9.61$$

$$\text{Total Cargo mes} = Q10.73$$

Por lo que el usuario debe pagar la cantidad de Q.10.73 por prestación de servicio de energía eléctrica.

Ejemplo 2. Un usuario promedio en la Colonia El Encinal consume durante un mes la cantidad de 303 kWh. El monto a facturar para el usuario, se calcula así:

Paso 1. Primeramente se considera el cargo fijo por cliente cuyo valor es de 8.575223 (ver anexo 2), por lo que el valor a consignar en factura será de Q.8.58.

Paso 2. Se procede a calcular la tarifa base. Dado a que el consumo es mayor a los 300 kWh al mes se utiliza la tarifa simple sin demanda cuyo valor es de 1.769354. El valor de la tarifa simple sin demanda debe de multiplicarse por la cantidad de kWh consumidos en el mes.

$$\text{Tarifa base} = \text{Tarifa simple} * \text{Consumo}$$

$$\text{Tarifa base} = Q1.77 * 303 \text{ kWh}$$

$$\text{Tarifa base} = Q536.31$$

Por lo que el precio por consumo de energía eléctrica es de Q.536.31. El total del cargo a facturar es la sumatoria del cargo fijo por cliente más la tarifa base.

$$\text{Total Cargo} = \text{Cargo Fijo por Cliente} + \text{Tarifa base}$$

$$\text{Total Cargo} = Q8.58 + Q536.31$$

$$\text{Total Cargo} = Q544.89$$

Por lo que el precio por prestación del servicio de energía eléctrica asciende a un valor de Q.544.89.

Paso 3. Se procede a calcular el total del cargo con IVA incluido. Este impuesto es el 12% del total del cargo.

$$\text{Total Cargo (Con IVA)} = \text{Total Cargo} * 1.12$$

$$\text{Total Cargo (Con IVA)} = Q544.89 * 1.12$$

$$\text{Total Cargo (Con IVA)} = Q610.28$$

Paso 4. Se procede a calcular la tasa municipal la cual es el 13% del total del cargo (sin IVA), para luego incluirlo al total del cargo (con IVA) y obtener el total del cargo del mes.

$$\text{Total Cargo Mes} = \text{Tasa Municipal} + \text{Total Cargo (Con IVA)}$$

$$\text{Total Cargo mes} = (\text{Total cargo} * 0.13) + \text{total Cargo (Con IVA)}$$

$$\text{Total Cargo mes} = (Q544.89 * 0.13) + Q610.28$$

$$\text{Total Cargo mes} = Q70.84 + Q610.28$$

$$\text{Total Cargo mes} = Q681.12$$

Por lo que el usuario debe de pagar la cantidad de Q.681.12 por prestación de servicio de energía eléctrica.

2. ESTUDIO TÉCNICO

2.1. Definición de red eléctrica

La red eléctrica es aquella conformada por generadores eléctricos, transformadores, líneas de transmisión y líneas de distribución, que se usan para llevar la electricidad a los usuarios. El sistema utiliza diferentes voltajes. El más alto se utiliza en las distancias más largas y básicamente en las líneas de transmisión. El voltaje se va reduciendo a medida que la energía se acerca a las instalaciones del usuario.

2.2. Descripción de la red eléctrica en Guatemala

Los componentes de una red eléctrica en Guatemala se dividen en cuatro tipos de actividades, siendo estos: Generación, transporte, distribución y comercialización, las cuales se explican más adelante. Según la Ley General de Electricidad, no pueden existir empresas que realicen dos o más de estas actividades.

2.2.1. Generación

La generación eléctrica constituye el primer escalón del sistema de suministro eléctrico. Consiste en transformar alguna clase de energía no eléctrica (nuclear, térmica, mecánica, solar, hídrica o eólica) en energía eléctrica. Para la generación industrial de energía eléctrica se requiere de instalaciones denominadas centrales eléctricas, las cuales se encargan de la transformación de energía en grandes cantidades.

La demanda de energía eléctrica en el país varía a lo largo del día, en función de varios factores, entre los que destacan: los tipos de industrias y los turnos que realizan en su producción, climatología, la hora en que se considera la demanda y eventos estacionales como la navidad. La generación de energía eléctrica debe de seguir la curva de la demanda y a medida que aumenta la potencia demandada, se debe de incrementar el suministro. Esto conlleva a iniciar la generación con unidades adicionales ubicadas en la misma central o en unidades ubicadas en otras centrales.

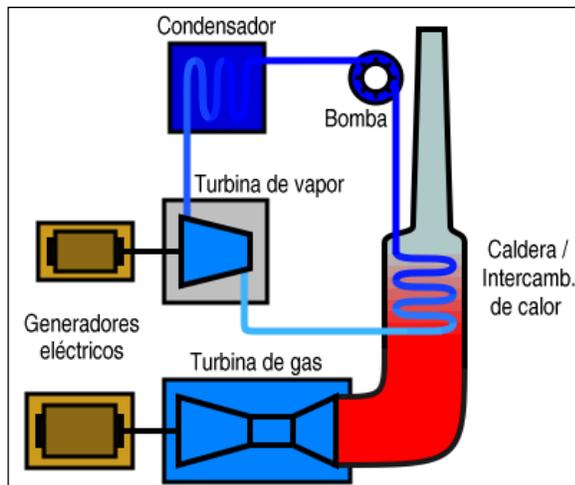
En Guatemala, la generación de energía eléctrica se realiza principalmente mediante la transformación de energía térmica por medio de combustibles fósiles, la transformación de energía cinética por medio de hidroeléctricas y la cogeneración por medio de la quema del bagazo de caña de azúcar.

2.2.1.1. Combustibles fósiles

Los combustibles fósiles son empleados en centrales termoeléctricas para producir calor y transformarlo en energía eléctrica. Los principales combustibles utilizados en Guatemala son el búnker y el diesel.

Las centrales termoeléctricas consisten en una caldera en la que se quema el combustible para generar calor el cual se transfiere a unos tubos por donde circula agua, la cual se evapora. El vapor obtenido, a una alta presión y temperatura, se expande a una turbina de vapor, cuyo movimiento impulsa un alternador que genera la electricidad. Luego el vapor es enfriado en un condensador por medio de tubos en donde circula agua fría o por torres de refrigeración (Ver Figura 7).

Figura 7. Generación eléctrica por combustibles fósiles

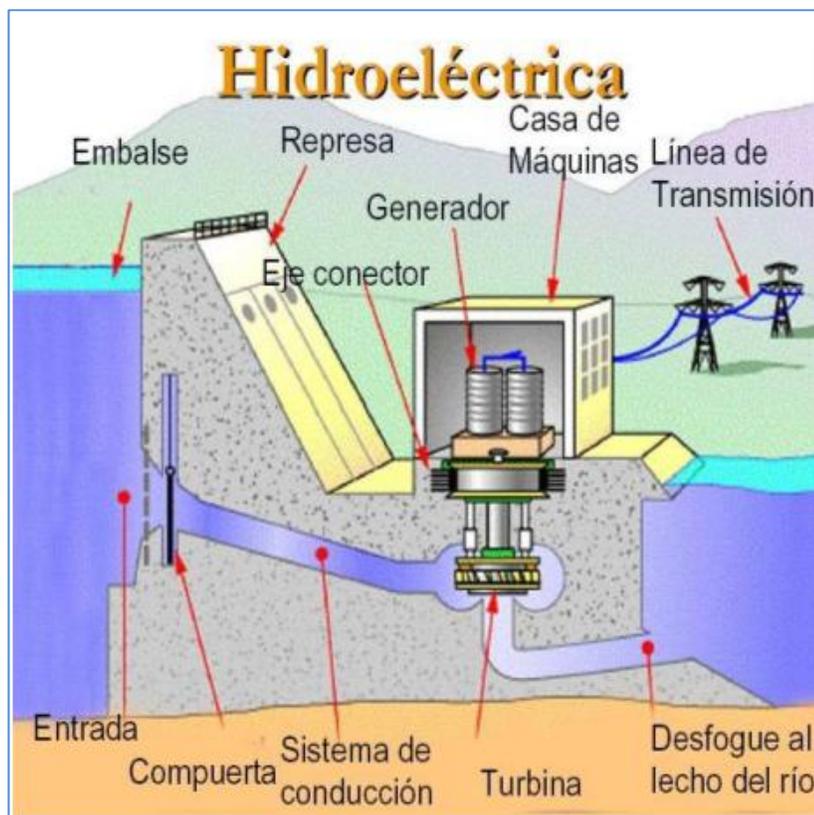


Al utilizar combustibles fósiles se libera a la atmósfera dióxido de carbono, el que se considera como el gas responsable del calentamiento global. También puede emitir otros contaminantes como óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno y partículas sólidas (polvo).

2.2.1.2. Hidroeléctricas

Una central hidroeléctrica es un conjunto de máquinas motrices, generadores, aparatos de maniobra y protección, entre otros, que tiene el propósito de convertir la energía mecánica en energía eléctrica (Ver Figura 8).

Figura 8. Generación eléctrica por hidroeléctricas



Se aprovecha la energía cinética del agua que corre sobre la superficie de la tierra en los ríos. Esta energía cinética depende de la pendiente de un río y de la rugosidad del cauce.

En muchos casos, se reduce la rugosidad desviando el caudal mediante un canal de derivación de menor pendiente que el río, de forma que se aumenta la diferencia de nivel entre las aguas del canal y el cauce del río.

El desnivel también puede aumentarse, aumentando el nivel del agua por atajamiento de la corriente en un embalse resultante de la construcción de una presa. La superficie del embalse no es horizontal y se denomina “curva de remanso” que es tangencial a la superficie de las aguas en la parte del cauce no afectada por el remanso.

Al final del canal de derivación existe una cámara de presión y a continuación el salto de agua de mayor pendiente en el cual el agua se encausa en un canal denominado “tubería de presión”. El diámetro de la tubería de presión se reduce a medida que se acerca a la casa de máquinas, en donde se encuentra la turbina hidráulica, que convierte el movimiento lineal del agua en movimiento giratorio, entregando energía mecánica al generador síncrono. Este se encarga de transformar la energía mecánica en energía eléctrica, la cual es transportada a los centros de consumo.

Dependiendo de la potencia a transmitir y de la distancia a la cual se encuentren los centros de consumo, el voltaje se eleva a valores adecuados por medio de transformadores. Al finalizar el proceso, el agua que impulsa a la turbina se devuelve al río por la tubería de desagüe.

2.2.2. Transporte

El servicio de transporte de electricidad, es la actividad que tiene por objeto vincular a los generadores con los distribuidores y grandes usuarios, y puntos de interconexión con los sistemas eléctricos de países vecinos.

El sistema de transporte está conformado por:

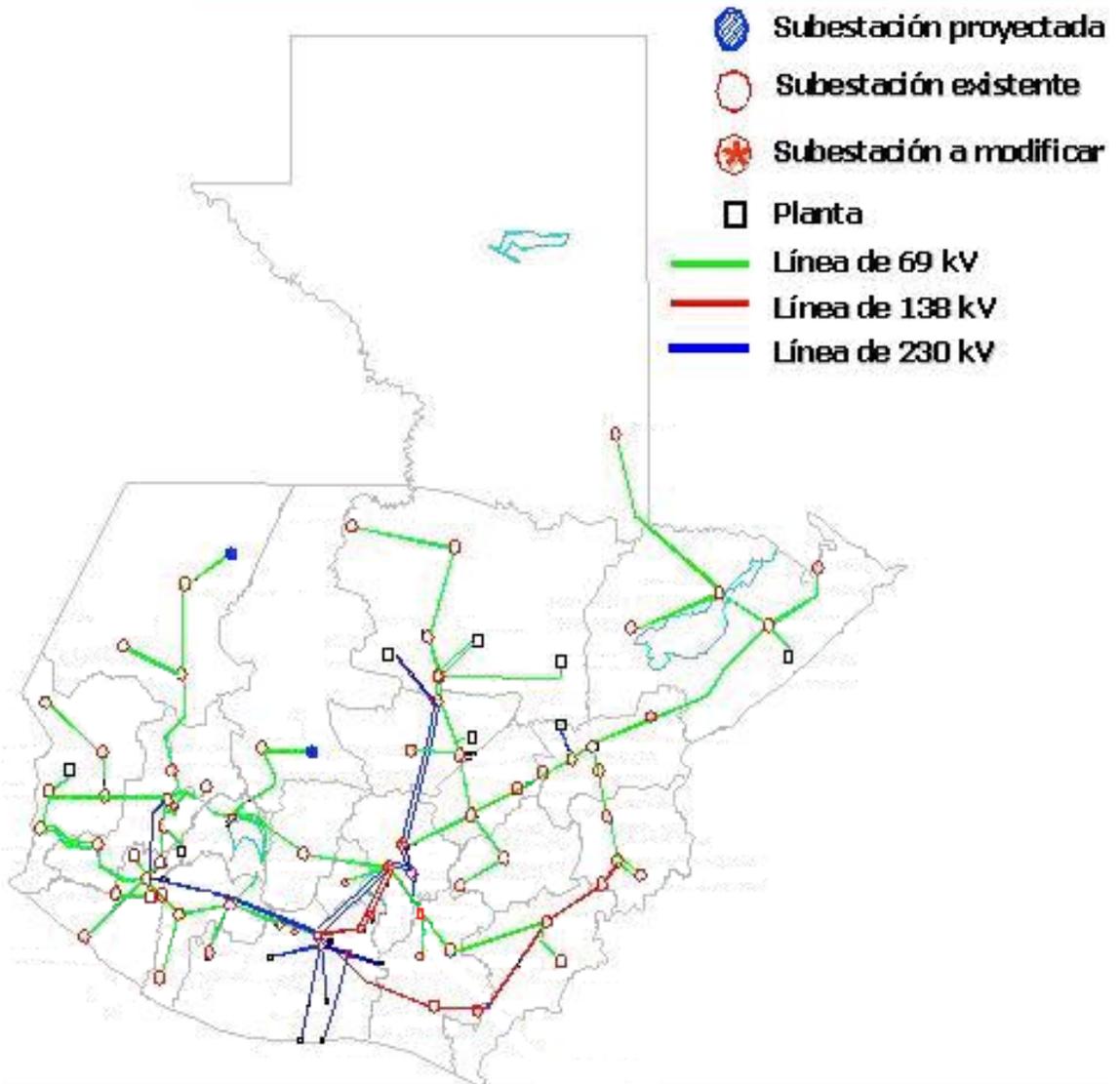
- Sistema principal: Es el sistema compartido por los generadores y las interconexiones a otros países, operando básicamente en tres niveles de voltaje: 230, 138 y 69 kV
- Sistema secundario: Es el medio de interconexión de un generador a la red principal.

A la fecha, las instalaciones de transporte en Guatemala están conformadas por 3,656 kilómetros en líneas de transmisión, distribuidos de la siguiente manera: 2,643 Km en 69 kV, 276 Km en 138 kV y 737 Km en 230 kV.

Se cuenta también con 64 subestaciones de transformación, distribuidos de la siguiente manera: 50 de 69 kV, 6 de 138 kV y 8 de 230 kV, con una capacidad total instalada de 3,602 MVA de transformación.

La Figura 9 muestra un mapa con las líneas de transmisión y subestaciones que componen el servicio de transporte.

Figura 9. Líneas y subestaciones de transmisión eléctrica



2.2.3. Distribución

La red de distribución de energía eléctrica tiene la función de suministrar energía desde la subestación hasta los usuarios finales. En Guatemala, este sistema opera para tensiones menores a los 34.5 kV. Los elementos que conforman la red de distribución de energía eléctrica son los siguientes:

- Subestaciones de distribución: Conjunto de elementos (transformadores, interruptores, seccionadores, etc.) cuya función principal es la de reducir los niveles de alta tensión de las líneas de transmisión a niveles de media tensión.
- Circuito primario: Líneas eléctricas de media tensión que comprenden los voltajes de 13.2 y 34.5 kV.
- Circuito secundario: Líneas eléctricas de baja tensión que comprenden los voltajes de 120, 208, 240 y 480 V.

2.2.4. Comercialización

A las empresas de comercialización de Guatemala, les corresponde comercializar bienes, productos y servicios que se compran y venden en el mercado mayorista nacional e internacional, tales como: Comercializar potencia eléctrica, energía eléctrica, servicios complementarios, importaciones y exportaciones, entre otros.

Las empresas comercializadoras en Guatemala actualmente venden más de 85 MW de potencia mensual a las industrias y comercios. Asimismo, se vende mensualmente una energía asociada de 60 GWh/mes a grandes usuarios.

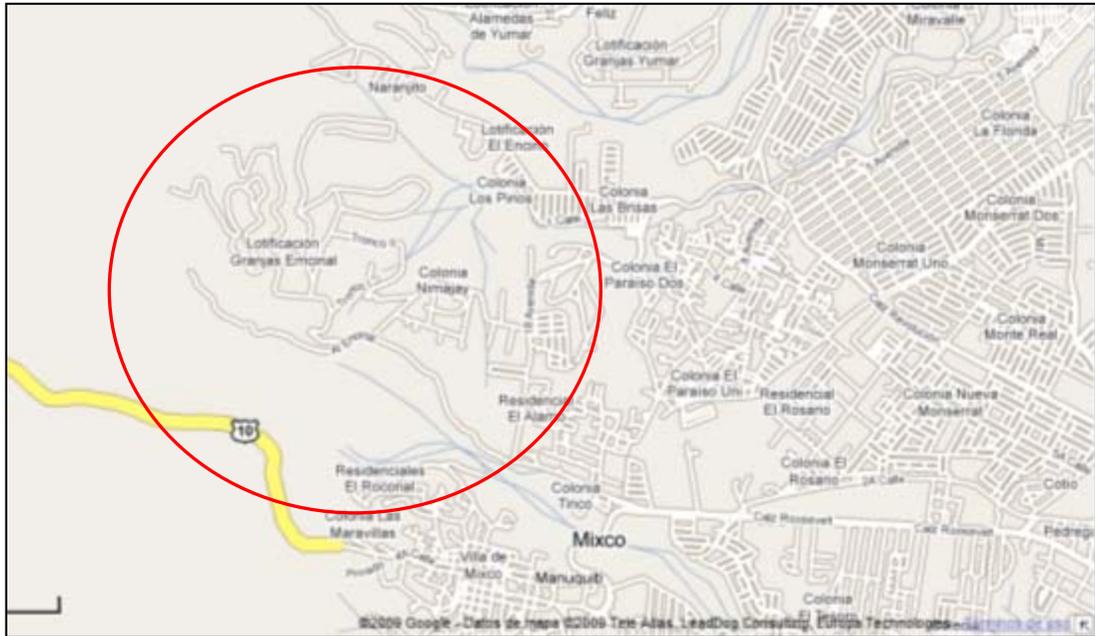
2.3. Estudio del área

Se realiza el análisis del área para conocer las condiciones actuales que pueden afectar el desarrollo del proyecto.

2.3.1. Ubicación

La Colonia El Encinal se encuentra ubicada en la zona 7 del Municipio de Mixco, en el Departamento de Guatemala. En la Figura 10 se puede observar la vista satelital del lugar en donde se puede apreciar la cantidad de árboles que se encuentran en el área.

Figura 11. Carretera de acceso a la Colonia El Encinal



2.3.3. Infraestructura

Actualmente se cuenta con infraestructura de distribución de energía eléctrica instalada en la Colonia El Encinal, la cual consiste en una línea primaria monofásica de 13.8 kV. Dicha infraestructura está compuesta básicamente de los siguientes componentes:

- Postes.
- Cables de aluminio desnudo para voltajes de media tensión.
- Herrajes.
- Transformadores.
- Aisladores para 15 kV.
- Cable entorchado forrado para líneas de baja tensión.

2.3.3.1. Postes instalados

Los postes que forman parte de la infraestructura de distribución de energía eléctrica en la Colonia El Encinal, tienen una altura de 35 pies (10.70 metros) y el material del cual están elaborados es de concreto reforzado.

2.3.3.2. Herrajes instalados

Los herrajes que se encuentran en la red de distribución eléctrica corresponden a los normados para utilizar cable de aluminio desnudo, los cuales se componen de: aisladores, amarradores, conectores, grapas, tornillos, varillas para conexión a tierra, abrazaderas, cruceros, entre otros.

2.4. Construcción de líneas aéreas

Para la construcción de líneas aéreas de distribución deben de tomarse en cuenta los factores climáticos y ambientales que pueden afectar la infraestructura. La construcción de líneas aéreas se divide en dos clases, denominadas B y C. La construcción del tipo B soporta una mayor resistencia mecánica y llena los requisitos más exigentes, por lo que se considera necesaria en lugares de mayor riesgo. La construcción tipo C tiene menor resistencia mecánica que la construcción tipo B, sin embargo llena los requisitos que se consideran necesarios para lugares de menor riesgo.

En la Colonia El Encinal se utilizará la construcción tipo B, ya que las cargas a soportar por las instalaciones eléctricas son considerables al existir gran cantidad de árboles en el lugar.

2.4.1. Estructuras

Las estructuras de las líneas aéreas deben de ser construidas para que tengan la capacidad de soportar las cargas mecánicas siguientes:

- Estáticas: Estas son cargas aplicadas bajo un valor constante. Como ejemplo podemos mencionar la tensión que ejercen los cables sobre los postes.
- Dinámicas: Estas son cargas que por alguna razón varían. Ejemplo: La velocidad del viento aplicada sobre la infraestructura de distribución de energía eléctrica.

2.4.1.1. Postes

En las instalaciones de distribución de energía eléctrica se utilizan postes de distintos materiales, siendo estos:

- Postes de concreto: Los cuales son de concreto reforzado o pretensados por los procesos de centrifugado y/o vibrado.

- Postes de madera: Los cuales son de madera seleccionada, libre de cualquier defecto que pueda disminuir la resistencia mecánica del poste y tratado con una solución preservadora para aumentar su tiempo de vida.
- Postes de acero: Son de aleaciones de acero resistentes a la corrosión con un espesor no menor a 4 milímetros y protegidos con pintura o metal galvanizado para aumentar su tiempo de vida.

2.4.1.1.1. Postes de concreto

Los postes de concreto son utilizados en líneas aéreas de baja, media y alta tensión; siendo utilizados en lugares de fácil acceso. Existen postes de diferentes longitudes, siendo estos los siguientes: 25, 30, 35, 40 y 45 pies, además de 18, 21, 24, 27 y 30 metros. Los postes de 35 pies (10.70 metros) y los de mayor longitud, son empleados para soportar transformadores monofásicos.

Los postes de concreto normados deben de cumplir con las características de diseño y medición siguientes:

- Deben ser de hormigón reforzado con forma troncocónica hueca, su eje longitudinal centrado y fabricado por los procesos de centrifugado, armado y pretensado.

- Los postes deberán ser acabados para presentar el color natural del concreto en toda su superficie, la cual deberá estar libre de porosidades e imperfecciones originadas por deficiencias en la fabricación, tales como escoriaciones producidas por la mala fluidez del concreto, burbujas producidas por la mala compactación de los materiales, grietas no capilares y desprendimiento del concreto.
- Serán fabricados de concreto premezclado y soportar una resistencia mínima a la compresión de 3.45 kN/cm^2 (5000 lb/pulg^2) después de 28 días de fabricado el poste.
- El recubrimiento mínimo medio entre la superficie de concreto y la armazón de hierro mas externa no deberá ser menos de 25 milímetros.
- El coeficiente de sobrecarga de diseño debe de ser factor de seguridad 2.
- Las distancias de altura, diámetros, pesos y otros datos de los postes de concreto normados por la empresa distribuidora se muestran en el anexo 3.

2.4.1.2. Pruebas

Los postes de concreto deben de ser sometidos a las siguientes pruebas de laboratorio:

- Ensayo de trabajo
- Ensayo de ruptura

Los ensayos de laboratorio deben de ser realizados una vez al año, a un mínimo de dos postes de cada medida de los comprendidos entre 25 pies y 98 pies (30 metros).

Los ensayos se realizarán 28 días después de fabricado el poste, en la mesa de prueba de cada fábrica. Los postes se ensayan en posición horizontal y deben quedar sujetos por medios apropiados que fijen la sección del empotramiento (la cual debe ser de una longitud igual del 10% de la longitud total del poste más 50 centímetros) y el tramo correspondiente a la altura útil del poste debe apoyarse sobre rodillos que eviten esfuerzos por fricción o flexión debidos al mismo peso del poste.

La carga se aplicará a 30 Centímetros de la punta del poste y en dirección normal del eje longitudinal del mismo. Las deformaciones se medirán a partir de dicho eje longitudinal y se anotarán en la hoja de ensayos que se muestra en el anexo 4. Los proveedores cuyos postes de concreto no aprueben los ensayos de laboratorio, deben ser descartados de las órdenes de compra de la empresa distribuidora.

2.4.1.2.1. Ensayo de trabajo

Para realizar el ensayo de trabajo en los postes de concreto se debe seguir el siguiente procedimiento:

- Se aplica una carga igual al 20% de la resistencia de diseño y a los dos minutos de aplicada la carga se anota la deformación producida en el poste. Se descarga lentamente y a los cinco minutos de relevada la carga se anota la deformación permanente.

- Se carga nuevamente el poste con una carga del 20% mayor a la carga anterior (es decir, 40% de la resistencia de diseño) y a los dos minutos de aplicada la carga se anota la deformación producida en el poste. Se descarga lentamente y a los cinco minutos de relevada la carga se anota la deformación permanente.
- El procedimiento se repite, aumentando la carga en incrementos del 20% de la resistencia de diseño, hasta llegar al 120%.

La prueba de trabajo se considera satisfactoria si la deformación permanente, una vez relevada la carga del 120%, es menor al 20% de la deformación máxima con carga y si las grietas capilares que aparecen durante el ensayo cierran claramente al liberar la carga sin que se desprenda el concreto de la zona comprimida.

2.4.1.2.2. Ensayo de ruptura

El ensayo de ruptura se efectúa inmediatamente después de haber sometido el poste al ensayo de trabajo.

El ensayo se realiza aplicando en el poste una carga del 20% de la resistencia de diseño, incrementándola en forma lenta y continua, anotando las deflexiones a intervalos iguales de carga hasta que se produzca la ruptura del poste. Se anota entonces la carga que determinó la ruptura y la deflexión máxima observada.

En caso de que el poste no presente ruptura violenta, se considera que el poste ha llegado a la ruptura cuando las deflexiones en la punta son relativamente grandes y sensiblemente no haya incremento de carga.

Este ensayo de laboratorio se considera satisfactorio si la carga de ruptura es igual o mayor que la resistencia de diseño especificada para el poste, multiplicado por el coeficiente de seguridad.

2.4.2. Herrajes

Los herrajes deben de tener suficiente resistencia mecánica para soportar la tensión máxima resultante de la aplicación de las cargas correspondientes. Es por esta razón que los herrajes a utilizar en las instalaciones de distribución deben de ser preferentemente galvanizados, por inmersión en caliente en zinc fundido. El galvanizado le proporciona a los herrajes protección contra la corrosión debido a las condiciones medio ambientales.

Considerando que en la Colonia El Encinal se cuenta con instalaciones de distribución monofásica de 13.8 kV, se debe de tomar en cuenta los herrajes que se muestran en la Figura 12, el cual corresponde a una instalación de remate sencillo. El detalle de los materiales se detalla en la Tabla II.

Figura 12. Herrajes utilizados para instalación monofásica de 13.8 kV

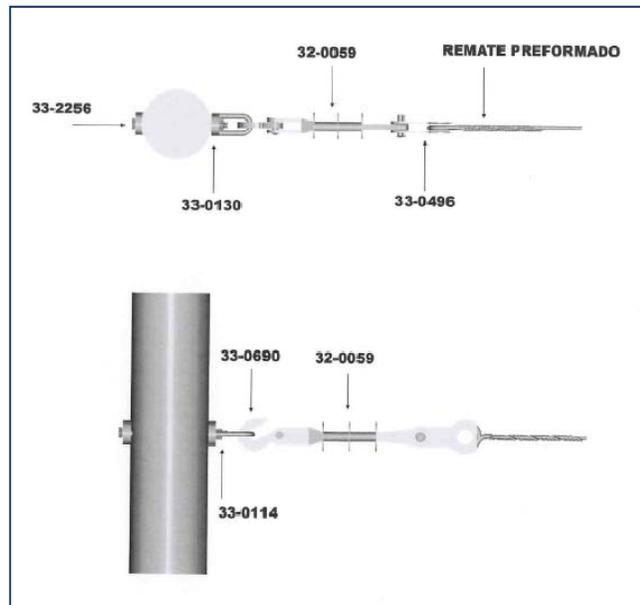


Tabla II. Detalle de herrajes utilizados para instalación monofásica de 13.8 kV

CODIGO	MATERIAL	CANTIDAD
33-2256	Tornillos de máquina de 5/8" x 10"	1
33-0114	Arandela cuadrada galvanizada 11/16"	2
33-0130	Argolla sin rosca 5/8"	1
33-0690	Gancho pasador 5/8"	1
32-0059	Aislador sintético de remate para 15kV	1
33-0496	Guarda cabo para remate preformado. Cable semi-aislado	1
	Remate preformado	1
33-1310	Remate preformado para 1/0 AAC semi-aislado	
33-1312	Remate preformado para 4/0 AAC semi-aislado	
33-1314	Remate preformado para 336.4 MCM AAC semi-aislado	

El anexo 5 detalla los herrajes a utilizar para otro tipo de instalaciones monofásicas de 13.8 kV.

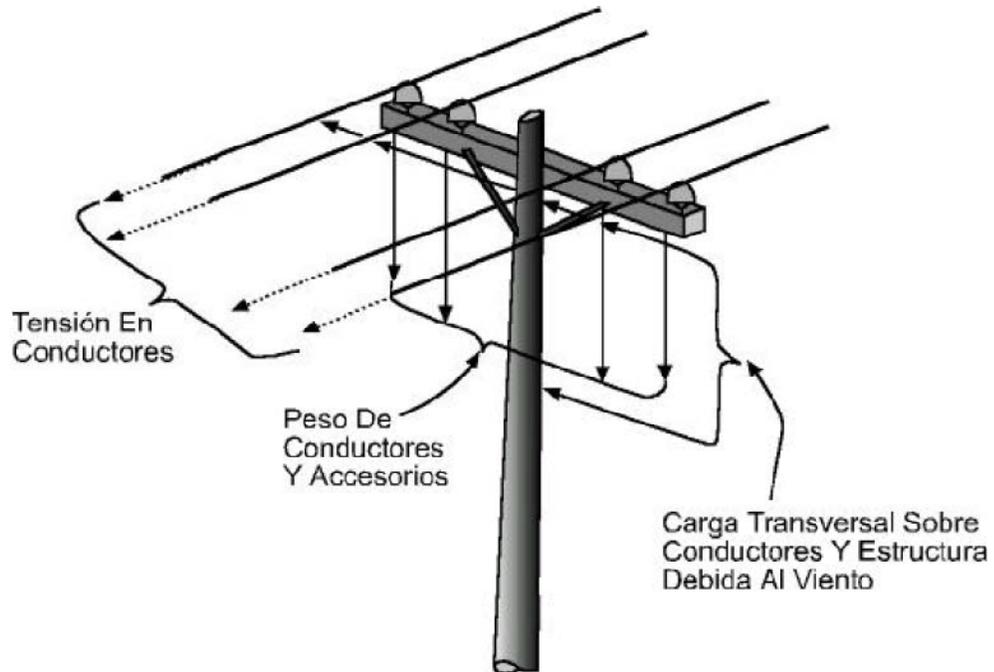
2.4.3. Factores de carga

Las cargas mecánicas que actúan sobre las estructuras de las líneas aéreas de distribución eléctrica son las siguientes:

- Carga vertical: se debe considerar como el peso de los cimientos, postes, torres, crucetas, aisladores, conductores y accesorios de sujeción de los conductores y cables de guarda.
- Carga transversal: Es debida al viento, soplando horizontalmente y en ángulo recto a la dirección de la línea, sobre la estructura, conductores, cables de guarda y accesorios.
- Carga longitudinal: Debida a componentes de tensiones mecánicas máximas de los conductores o cables, ocasionadas por desequilibrio a uno y a otro lado del soporte, ya sea por cambio de tensión mecánica, remate o ruptura de los mismos. Por lo general, no es necesario considerar este tipo de carga para soportes comprendidos en tramos rectos de línea, ya que la tensión mecánica de los conductores y cables de guarda no cambia entre uno y otro lado del soporte.

La Figura 13 muestra las fuerzas que producen cargas sobre las estructuras de distribución de energía eléctrica.

Figura 13. Fuerzas que producen cargas sobre estructuras



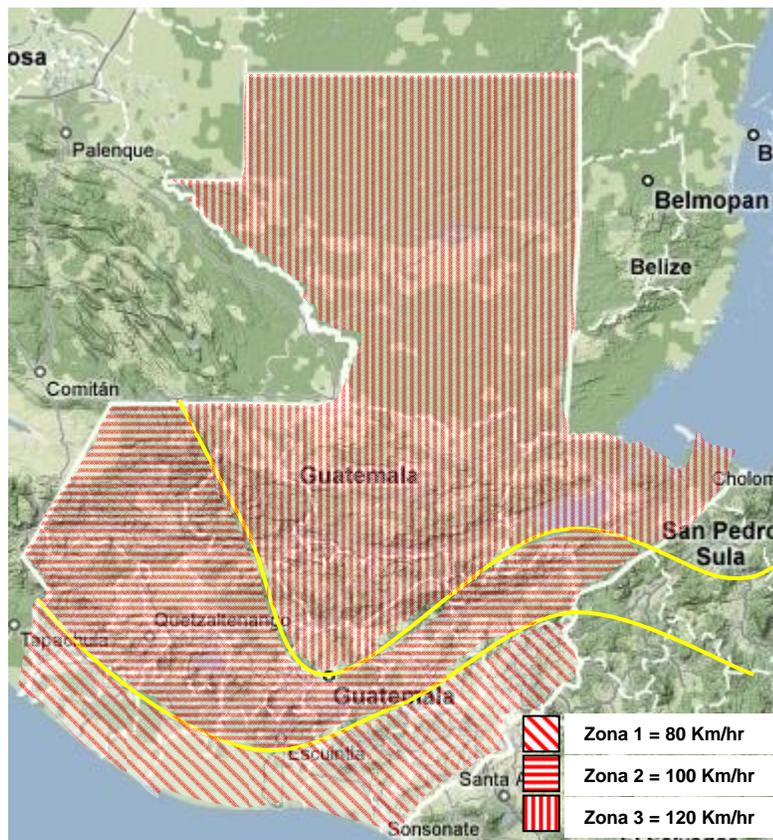
Para calcular la carga que deben de soportar las instalaciones de distribución se deben de considerar tres factores, de los cuales se obtienen diversos valores que deben de multiplicarse para obtener el valor de carga total. Estos factores son:

- Velocidad del viento aplicada sobre las instalaciones de distribución;
- Factores de sobrecarga; y,
- Factores de resistencia.

2.4.3.1. Velocidad del viento sobre las instalaciones de distribución

Las Normas Técnicas de Diseño y Operación de las Instalaciones de Distribución divide el país en tres zonas de carga, en base a la presión que el viento ejerce sobre las instalaciones de distribución. Estas zonas definen la velocidad mínima del viento a tomar en cuenta para las instalaciones de distribución, siendo estas las que se presentan en la Figura 14.

Figura 14. Distribución de zonas para velocidad mínima del viento



Adaptado de Norma NTDOID. Página 28

La presión del viento sobre superficies cilíndricas se debe calcular por medio de la siguiente fórmula:

$$P = 0.00482 V^2$$

Donde:

P = Presión del viento en kilogramos por metro cuadrado

V = Velocidad del viento en kilómetros por hora

2.4.3.2. Factores de sobrecarga

Los factores de sobrecarga a considerar para las instalaciones de distribución de energía eléctrica se muestran en la Tabla III.

Tabla III. Factores de sobrecarga para estructuras, cruceros, retenidas, cimientos y anclas

FACTORES DE SOBRECARGA		
	CLASE B	CLASE C
Cargas verticales	1.50	1.50
Cargas Transversales		
Viento	2.50	2.20
Tensión del conductor	1.65	1.30
Cargas Longitudinales		
En los cruces:		
En general	1.10	No se requiere
En remates	1.65	1.30
En otras partes:		
En general	1.00	No se requiere
En remates	1.65	1.30

Norma NTDOID. Página 33

2.4.3.3. Factores de resistencia

Los factores de resistencia a considerar para las instalaciones de distribución de energía eléctrica se muestran en la Tabla IV.

Tabla IV. Factores de resistencia para estructuras, cruceros, retenidas, cimientos y anclas

	CLASE B	CLASE C
Factores de resistencia		
Estructuras de metal y concreto pretensado	1.0	1.0
Estructuras de madera y concreto reforzado	0.65	0.85
Cable de retenida	0.9	0.9
Ancla de retenida y cimientos	1.0	1.0
Factores de resistencia para estructuras cuyos elementos estén instalados a 18.0 m ó más sobre el nivel del suelo		
Estructuras de metal y concreto pretensado	1.0	1.0
Estructuras de madera y concreto reforzado	0.75	0.75
Cable de retenida	0.9	0.9
Ancla de retenida y cimientos	1.0	1.0

Norma NTDROID. Página 33

2.4.3.4. Carga aplicada a las instalaciones de El Encinal

El factor de carga a soportar por las instalaciones de distribución en la Colonia El Encinal se determina de la siguiente forma:

$$Carga\ soportar = Velocidad\ viento \times Fac.\ sobrecarga \times Fac.\ resistencia \times Fac.\ seguridad$$

Donde:

- La velocidad del viento a considerar es la ubicada dentro de la zona 2 ya que la Colonia El Encinal se encuentra dentro de esta ubicación geográfica. Por lo tanto, teniendo una velocidad del viento de 100 km/hr y utilizando la fórmula para determinar la presión del viento sobre las instalaciones de distribución, se obtiene un valor de presión de 48 kg/m².
- Para el factor de sobrecarga se debe de considerar los factores de cargas verticales y transversales para estructuras de categoría B que se muestran en la Tabla III. El valor de las sobrecargas corresponden a los siguientes valores: verticales de 1.50, transversales ocasionadas por el viento de 2.50 y transversales por tensión del conductor de 1.65
- Para el factor de resistencia se considera el valor para estructuras clase B, para estructuras de metal y concreto pretensado que se muestra en la Tabla IV. Este valor de resistencia es de 1.
- El factor de seguridad, el cual es igual a 2.

$$Carga\ a\ soportar = 48\ Kg/m^2 \times (1.50 \times 2.50 \times 1.65) \times 1 \times 2$$

$$Carga\ a\ soportar = 594\ Kg$$

Por lo que las instalaciones de distribución de la Colonia El Encinal, deben de ser capaces de soportar una carga de 594 Kg.

Para esto, se instalarán postes de concreto pretensado con una longitud de 35 pies (10.70 metros), un diámetro de 210 milímetros en la cima, un diámetro de 370 milímetros en la base y un peso de 1270 Kilogramos, de acuerdo con las especificaciones de los mismos las cuales se pueden observar en el anexo 3.

2.5. Estudio del cable de aluminio

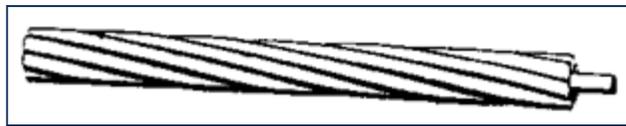
En la red de distribución eléctrica de Guatemala, es común la utilización del cable de aluminio desnudo para los voltajes de media tensión, esto se debe a que tiene un bajo costo y excelentes características en cuanto a conductividad, resistencia mecánica y maniobrabilidad.

2.5.1. Descripción

El aluminio es conocido por ser un metal con alta conductividad eléctrica y una alta resistencia mecánica, lo que lo hace ideal para su utilización en líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica. Además, para efectos de montaje de las líneas de distribución, el aluminio presenta un bajo peso lo cual facilita el manejo de los conductores eléctricos. Se puede encontrar en el mercado diferentes tipos y estilos de cable de aluminio, variando en calibre, capacidad de conducción, resistencia mecánica y propiedades físicas.

En la Colonia El Encinal actualmente se encuentra instalado cable de aluminio desnudo con un calibre de 1/0, el cual es comúnmente utilizado para instalaciones de distribución de 13.8 kV. La Figura 15 muestra la forma física del cable de aluminio desnudo, el cual está compuesto por 6 hilos de aluminio de 3.37 milímetros de diámetro y por 1 hilo de acero del mismo diámetro.

Figura 15. Cable de aluminio desnudo



2.5.1.1. Propiedades eléctricas

La Tabla V muestra la resistencia eléctrica y la capacidad de conducción de los diferentes tipos de cable de aluminio desnudo según su calibre. Para la capacidad de conducción se considera una temperatura del conductor de 75°C, temperatura ambiente de 25°C, y velocidad del viento de 2 pies por segundo.

Tabla V. Propiedades eléctricas del cable de aluminio

Tipo de Conductor	Sección		Diámetro (mm)	Resistencia (Ohm/km)	Capacidad de Conducción (Amp)
	KCM/AWG (Calibre)	mm ²			
ACSR	1/0	62.44	10.11	0.72	242
AAAC	123.3	62.44	10.11	0.64	256
AAC	4/0	107.23	13.26	0.33	383
AAAC	246.9	125.11	14.30	0.32	395
AAC	336.4	170.45	16.92	0.21	513
AAAC	394.5	199.90	18.31	0.20	532
AAC	556.5	281.79	21.79	0.12	704
AAAC	559.5	283.41	21.79	0.14	663
AAAC	740.8	375.37	25.17	0.12	790

Como se mencionó anteriormente, el tipo de conductor que se encuentra instalado en la red de distribución de energía eléctrica de la Colonia El Encinal es el ACSR, el cual tiene un calibre de 1/0, ya que su capacidad de conducción es suficiente para distribuir energía en tensiones de 13.8 kV y la carga en ese sector no excede los 242 amperios.

2.5.1.2. Propiedades térmicas

El cable de aluminio cuenta con una temperatura máxima de operación de 75°C, y trabaja óptimamente cuando existe una temperatura ambiente de 25°C.

2.5.1.3. Propiedades mecánicas

La Tabla VI muestra el peso y la tensión de ruptura de los diferentes tipos de cable de aluminio desnudo según su calibre.

Tabla VI. Propiedades mecánicas del cable de aluminio

Tipo de Conductor	Sección		Diámetro (mm)	Peso (N/m)	Tensión de ruptura (N)
	KCM/AWG (Calibre)	mm ²			
ACSR	1/0	62.44	10.11	2.11	19,422.92
AAAC	123.3	62.44	10.11	1.68	19,774.82
AAC	4/0	107.23	13.26	2.89	17,036.69
AAAC	246.9	125.11	14.30	3.36	38,076.78
AAC	336.4	170.45	16.92	4.61	27,356.56
AAAC	394.5	199.90	18.31	5.38	59,161.35
AAC	556.5	281.79	21.79	7.61	44,215.32
AAAC	559.5	283.41	21.79	7.63	83,626.57
AAAC	740.8	375.37	25.17	10.10	108,536.60

2.5.2. Descripción de instalación del cable de aluminio

Al instalar el cable de aluminio desnudo en las instalaciones de distribución eléctrica, se debe considerar el siguiente procedimiento:

1. Inicialmente, se debe colocar una ménsula con polea en cada poste que sostendrá la línea para deslizar la cuerda de tiro de los conductores.
2. Se disponen en el terreno las bobinas con los cables y se tiran por fases.
3. Se determina el tramo a abarcar en cada sección del tendido verificando que se puedan desenrollar los conductores en forma constante. Para ello, los ángulos del tramo no deben de exceder de 6° y no deben de existir cambios de lado de la línea sobre la misma calle o pendientes abruptas. Si se cumple con estas condiciones el tramo del tendido puede llegar a los 1000 metros.
4. Se ata un conjunto de tres poleas fijas al poste desde donde comienza el tendido, en general dicho poste será un remate convencional. Esto permitirá que los conductores puedan pasar a través de las poleas fijas y alimentar al sistema de poleas móviles en forma apropiada.
5. Se coloca la cuerda de tiro en el extremo de los conductores lo que servirá como guía para instalar el cable de aluminio.

6. Colocar las ataduras preformadas en uno de los extremos y flechar los conductores como se indica en la Tabla VII.

Tabla VII. Flechas para conductores eléctricos

Temperatura (°C)	-5	5	15	25	35
Flecha (Cms)	7	10	12	15	18

7. Una vez flechado todo el tramo, se procede a colocar las ataduras de retención en el otro extremo y luego se retiran una a una las poleas colocando el cable en los separadores.

2.5.2.1. Herramientas y materiales utilizados

Algunas de las herramientas y materiales utilizados para instalar el cable de aluminio, son los siguientes:

- Aisladores. Este material se encarga de sujetar mecánicamente al conductor, manteniéndolo aislado de tierra y de otros conductores. Generalmente, son fabricados con porcelana o polímeros.
- Pernos metálicos para cruceros. Material utilizado para la terminación de líneas en retenidas.
- Remate preformado. Alambre de acero galvanizado utilizado para la sujeción de los conductores.

- Soportes, alambres de atar, perchas y tensores.

2.5.3. Beneficios del cable de aluminio

El cable de aluminio tiene una buena conductividad eléctrica, una alta resistencia mecánica y un bajo peso que le proporciona buena maniobrabilidad al momento de ser instalado. Su costo es bajo en relación a otros tipos de cable lo que lo convierte en una excelente opción para ser utilizado en la red de distribución eléctrica.

2.6. Estudio del cable protegido

El cable ecológico o cable protegido, se ha fabricado con la intención de minimizar las interrupciones de energía eléctrica debido a contactos con árboles o caídas de ramas sobre las líneas de distribución eléctrica, siendo su función principal la eliminación de interrupciones en la red eléctrica ocasionadas por fallas temporales.

El cable protegido puede ser utilizado en:

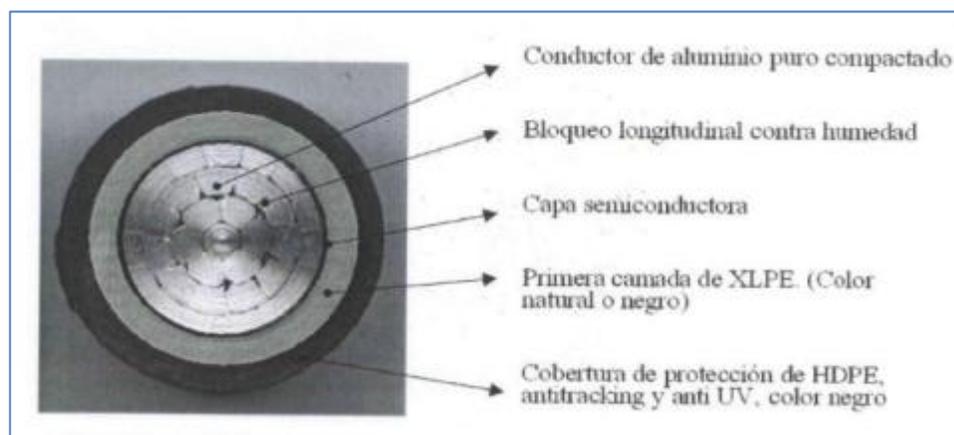
- Parques nacionales
- Lugares donde abundan árboles con ramas secas
- Calles estrechas
- Redes eléctricas con más de un circuito
- Líneas troncales (alimentadores)
- Zonas en donde es necesario podar árboles con bastante frecuencia

- Lugares de alta contaminación
- Líneas de distribución cerca del mar
- Áreas protegidas
- Parques ecológicos
- Granjas
- Fincas
- Zonas donde los árboles constituyen la materia prima

2.6.1. Descripción

El cable ecológico está constituido por conductores de aluminio o de aleación de aluminio protegido con varias capas de polietileno químicamente reticulado (XLPE, cuyo significado en inglés es: *Cross Linked polyethylene*), en tres estratos aplicados simultáneamente por el método de triple extrusión (ver Figura 16).

Figura 16. Cable ecológico o protegido



El XLPE es un material termoestable, esto quiere decir, que los cambios de temperatura no modifican sus propiedades mecánicas.

El recubrimiento de XLPE proporciona al cable resistencia a los rayos ultravioleta del sol, así como resistencia a las condiciones climáticas del ambiente, especialmente a la humedad. La característica de mayor importancia del XLPE es la protección que brinda al cable de aluminio ante la erosión provocada por contacto de ramas de árboles, permitiendo la continuidad del servicio eléctrico.

2.6.1.1. Propiedades eléctricas

La Tabla VIII muestra la resistencia eléctrica y la capacidad de conducción de los diferentes tipos de cable ecológico según su calibre. Para la capacidad de conducción se considera una temperatura del conductor de 75°C y una temperatura ambiente de 25°C.

Tabla VIII. Propiedades eléctricas del cable protegido

Tipo de Conductor	Sección		Diámetro (mm)	Resistencia (Ohm/km)	Capacidad de Conducción (Amp)
	KCM/AWG (Calibre)	mm ²			
ACSR	1/0	60	13.16	0.74	235
AAC	4/0	60	16.31	0.34	370
AAC	336.4	60	19.96	0.22	495

2.6.1.2. Propiedades aislantes

El recubrimiento de XLPE permite que la fuga de corriente del cable sea muy reducida (ver anexo 6).

En pruebas de laboratorio realizadas a cables nuevos, se comprobó que la corriente de fuga es mínima y que el cable protegido se diseñó para mejorar la calidad y confiabilidad del servicio de distribución eléctrica. La propiedad aislante del cable protegido permite que este sea instalado en zonas de arbolado, ya que la poca fuga de corriente al momento de que ramas de árboles contacten o caigan sobre el cable, no permitirá la falla de la red de distribución y consecuentemente la interrupción del servicio eléctrico.

2.6.1.3. Propiedades térmicas

El cable ecológico tiene una temperatura normal de trabajo de 90°C. Al llegar a una temperatura de 130°C se activa el sistema de emergencia y al llegar a una temperatura de 250°C ocurre lo que es un corto circuito.

2.6.1.4. Propiedades mecánicas

La Tabla IX muestra el peso y la tensión de ruptura de los diferentes tipos de cable protegido según su calibre.

Tabla IX. Propiedades mecánicas del cable protegido

Tipo de Conductor	Sección		Diámetro (mm)	Peso (N/m)	Tensión de Ruptura (N)
	KCM/AWG (Calibre)	mm ²			
ACSR	1/0	60	13.16	2.81	19,492.47
AAC	4/0	60	16.31	3.74	16,951.68
AAC	336.4	60	19.96	5.72	26,457.57

2.6.2. Herramientas y materiales utilizados

Para hacer la instalación de cable protegido en la red aérea de distribución de energía eléctrica, se han fabricado herramientas y equipo especiales. Entre estas herramientas y equipo podemos encontrar:

- Herramienta de corte. Esta herramienta es utilizada para retirar el forro aislante (XLPE) y dejar al descubierto el cable de aluminio. Es utilizada cuando se desea realizar cortes del cable de aluminio o empalmes sobre el mismo. (Ver figura 17).

Figura 17. Herramienta de corte para cable protegido



- Poleas. Equipo de aluminio que permite el desplazamiento del conductor. Estas herramientas no deben presentar canaladuras ni asperezas que puedan dañar la superficie del conductor. En la figura 18 se presentan los diferentes tipos de poleas utilizados para la instalación de conductores en la red de distribución.

Figura 18. Poleas para instalación de cables aéreos



2.6.3. Beneficios

Según el fabricante, el recubrimiento de XLPE con el que cuenta el cable protegido le proporciona los siguientes beneficios:

- Mínima fuga de corriente, lo que se traduce en una menor cantidad de interrupciones en la red de distribución al contacto con ramas de árboles y otros cuerpos; mejorando la calidad del servicio de distribución eléctrica.
- El recubrimiento de XLPE no altera las propiedades de conducción eléctrica del cable de aluminio y brinda una mejor resistencia mecánica al cable.
- El recubrimiento de XLPE brinda al cable de aluminio protección contra los rayos ultravioleta del sol, soluciones salinas y humedad, incrementando su tiempo de vida y reduciendo los mantenimientos preventivos.

2.6.4. Ensayos de laboratorio

El cable protegido debe de ser sometido a una prueba de laboratorio que ayude a determinar la corriente de fuga del conductor. Al realizar este ensayo de laboratorio, se simula diferentes condiciones ambientales a las cuales el cable protegido estaría sometido durante su operación en la red de distribución.

Para realizar el ensayo de laboratorio se necesitan de las siguientes muestras:

- 3 muestras nuevas de 3 metros de los calibres a los que se deseen realizar las pruebas.
- 3 muestras envejecidas a 60 kV DC durante 18 horas con una corriente de fuga de 0.4 mA.

El procedimiento a seguir para realizar el ensayo de laboratorio a los conductores es el siguiente:

- Se envuelve una de las muestras con alambre de cobre número 14 awg, en su parte central sobre el aislamiento, cubriendo una distancia de aproximadamente 1 pie.
- Se coloca un miliamperímetro sobre la pantalla y sobre la tierra.
- Se aplica sobre el conductor las tensiones siguientes: 2.5, 5.0, 8.0, 13.2, 16.0 y 17.0 kV. Se registra la corriente para cada tensión.
- Se retira el alambre y se coloca sobre el aislante una cinta de cobre de 0.127 mm de espesor por 38 mm de ancho, cubriendo una distancia de aproximadamente 1 pie en la parte central del conductor. Se aplican las tensiones anteriormente descritas y se registra la corriente para cada nivel de tensión.

- Se coloca un pedazo de tela húmedo sobre la cinta de cobre para humedecer el conductor. Se repite el procedimiento para la aplicación de voltajes y el registro de corrientes.
- Se retira el pedazo de tela húmedo y se coloca en su lugar un pedazo de tela con agua salada (50 gramos de sal en medio litro de agua). Se repite el procedimiento para la aplicación de voltajes y el registro de corrientes.

Para que el cable cumpla satisfactoriamente la prueba de laboratorio debe mostrar una corriente máxima de fuga de 1 mA. En el anexo 6, se muestran los resultados de las pruebas de laboratorio realizadas al cable protegido.

2.7. Análisis de comparación de los cables

Se realiza un análisis técnico comparativo en el que se demuestra que técnicamente el cable protegido es superior al cable de aluminio.

2.7.1. Características físicas

El cable de aluminio y el cable protegido difieren físicamente en lo que es el recubrimiento de XLPE, el cual le brinda una mayor resistencia mecánica al cable ecológico. Considerando que en la Colonia El Encinal será instalado cable de calibre 1/0, en la Tabla X se realiza la comparación de resistencia mecánica entre el cable protegido y el cable de aluminio para este calibre.

Tabla X. Comparación de propiedades mecánicas de cables

	Cable de Aluminio Desnudo	Cable Protegido
Peso (N/m)	2.11	2.81
Tensión de Ruptura (N)	19,422.92	19,942.47

Se puede observar que el peso del cable protegido es ligeramente mayor, esto se debe al recubrimiento de XLPE con el que cuenta el cable. Sin embargo, el incremento del peso no es relevante para efectos de instalación del cable.

Se observa que el cable protegido tiene una mayor resistencia mecánica, lo que le da una mayor confiabilidad ante tensiones aplicadas al cable. Dado que el cable será instalado en la Colonia El Encinal, área que se caracteriza por tener gran cantidad de árboles, resulta beneficioso instalar el cable protegido ya que resistirá de mejor manera las tensiones aplicadas por las ramas de los árboles.

2.7.2. Propiedades eléctricas

La comparación de las propiedades eléctricas del cable protegido y del cable de aluminio, para un calibre de 1/0, se muestran en la tabla XI.

Tabla XI. Comparación de propiedades eléctricas de cables

	Cable de Aluminio Desnudo	Cable Protegido
Resistencia (Ohm/km)	0.72	0.74
Capacidad de Conducción (Amperios)	242	235

La resistencia del cable protegido ante la conductividad eléctrica es levemente mayor debido al recubrimiento de XLPE del cable. Esto por ende, disminuye levemente la capacidad de conducción del cable protegido, sin embargo no altera la calidad del servicio proporcionado al usuario final ya que le amperaje no es reducido en grandes proporciones.

2.7.3. Calidad del servicio

Una de las diferencias más marcadas entre el cable de aluminio desnudo y el cable protegido, es la corriente de fuga. Al momento de que un cuerpo tiene contacto con el cable conductor de energía eléctrica, se produce una fuga de corriente; en el caso del cable de aluminio desnudo, esto ocasiona la falla de la red de distribución y como resultado la interrupción del servicio eléctrico hacia los usuarios finales.

El cable protegido tiene una mínima corriente de fuga al momento de que un cuerpo extraño lo contacta. Esto se debe al recubrimiento de XLPE que aísla el cable de aluminio, lo cual reduce significativamente las fallas temporales en la red de distribución, con lo cual se logra proporcionar una mejor calidad del servicio eléctrico a los usuarios de la Colonia El Encinal, al prestar un servicio de continuidad, dado a que en ésta área es frecuente que ramas de árboles y animales contacten con el cable conductor.

3. ESTUDIO ECONÓMICO

3.1. Capital disponible

La empresa distribuidora debe considerar el capital del cual necesita disponer en base a los costos de mano de obra que realizará la instalación del cable protegido, materiales que se sustituirán en la red eléctrica que actualmente existe y otros costos que se generan al ejecutar el proyecto.

3.2. Costos de instalación

Para determinar el costo de instalación de cable protegido en la red de distribución de energía eléctrica ubicada en la Colonia El Encinal, debe tomarse en cuenta tanto los costos a corto plazo como los costos a largo plazo.

Como costos a corto plazo, se considera toda aquella salida monetaria en la que se incurra en la ejecución de la instalación de cable protegido. Se encuentran los siguientes costos:

- Mano de obra
- Materiales
- Gastos administrativos

Como costos a largo plazo, se considera toda aquella salida monetaria en la que se incurre después de la instalación de cable protegido en la red de distribución. Se encuentran los siguientes costos:

- Mantenimiento en la instalación
- Costo por concepto de interrupciones en la red de distribución

3.2.1. Mano de obra

La instalación de cable aéreo protegido en la Colonia El Encinal se realizará por medio de mano de obra contratada. Debido a la amplia distancia de la red de distribución y al tiempo autorizado de interrupción del servicio eléctrico que permite la Ley General de Electricidad, se contratarán tres empresas. Estas deberán de aportar al personal capacitado y las herramientas y equipo adecuado para la ejecución del trabajo. El costo por mano de obra asciende a Q.129, 723.35, valor que se dividirá entre las empresas contratistas a las cuales se le asignará el proyecto. El detalle de alguno de los costos de mano de obra se pueden observar en la Tabla XII.

Tabla XII. Precios de trabajos en líneas eléctricas

Descripción	Precios
Cambio de conductor en vano	Q1,494.40
Cambio de empalme o conector	Q642.46
Cambio de Herrajes	Q321.24
Cambio de soporte y/o aislador tipo pin	Q289.13
Cambio de extensión primaria	Q96.38
Instalación de pararrayos tipo distribución	Q544.50
Pago por hora de camión con 4 personas	Q1,081.44
Puentes para descargo o para aislar áreas	Q327.17

La empresa distribuidora asignará a un gestor de red para verificar que la instalación del cable protegido se realiza dentro de los tiempos establecidos y de la manera adecuada para evitar futuras fallas a corto plazo que representen una mala calidad del servicio para los usuarios de la Colonia El Encinal.

3.2.2. Materiales

Para realizar la instalación de cable protegido, se utilizará la infraestructura que actualmente se maneja para el cable de aluminio, incurriendo en costos por compra de cable protegido y compra de herrajes para sustituir los que se encuentren en mal estado.

En el anexo 7 se detallan las cantidades y costo de los materiales que son necesarios adquirir para la instalación de cable protegido en la Colonia El Encinal. En los puntos siguientes se resume la cantidad de materiales a adquirir y el costo total de éstos.

3.2.2.1. Cable protegido

La instalación donde inicialmente será sustituido el cable de aluminio desnudo por cable protegido tiene una longitud de 3 kilómetros, rango en donde se encuentran un total de 30 usuarios. Para esto se requiere adquirir un total de 4,784 metros de cable protegido, cuyo valor es de Q.26.63 el metro, lo cual da un costo total de Q.127, 397.92.

3.2.2.2. Herrajes

Se utilizarán las mismas instalaciones de distribución para instalar el cable protegido a excepción de los herrajes, ya que es necesario realizar el cambio de estos materiales para garantizar el funcionamiento adecuado del cable protegido. Algunos de los herrajes pueden encontrarse en mal estado debido al tiempo de uso o a la exposición de los mismos a condiciones ambientales. El costo por compra de herrajes asciende a Q.97, 007.66.

3.2.3. Administrativos

Al instalar el cable protegido, es necesario desinstalar el cable de aluminio que actualmente se encuentra como parte de la infraestructura en la Colonia El Encinal, por lo que será necesario realizar un descargo de toda el área donde será ejecutado dicho trabajo, es decir, eliminar temporalmente la corriente y dejar de proporcionar energía eléctrica al usuario.

3.2.3.1. Costo por descargo

Cuando se realiza un descargo se debe de tomar en cuenta la energía no suministrada (ENS), así como la indemnización individual por tiempo de interrupción para cada usuario (TIU) y la frecuencia de interrupciones por usuario (FIU).

Sin embargo, en la mayoría de los casos la empresa distribuidora de energía eléctrica planifica los descargos de manera que no afecten el TIU y el FIU, por lo que para el caso de la Colonia El Encinal será necesario únicamente calcular la ENS.

Para calcular la ENS se utiliza la siguiente fórmula:

$$ENS = \frac{\text{Costo energía} \times \text{Factor carga} \times \text{Tiempo descargo} \times \text{Demanda máxima de ramal}}{\text{Cantidad de usuarios dentro del circuito}}$$

Donde:

Costo energía = Valor proporcionado trimestralmente por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica dado en quetzales por kilowatt hora.

Factor de carga = se calcula dividiendo la demanda promedio dentro de la demanda máxima del circuito, registrados en un semestre. La demanda promedio del circuito donde será instalado el cable protegido es de 1k2,381 KWh y la demanda máxima registrada es de 14,362 KWh¹.

Tiempo de descargo = Tiempo en que el circuito se encontrará sin corriente eléctrica. Durante la instalación del cable protegido se estima que el circuito no estará energizado por un tiempo máximo de 7 horas.

Demanda máxima ramal = La energía máxima suministrada a un usuario durante un mes, el cual es de 303 kWh².

¹ Demanda promedio y demanda máxima. Registro de Centro de Operaciones de Información de Empresa Eléctrica de Guatemala.

² Estudio de Mercado. Página 1. Punto 1.1.

Por lo que el costo por descargo es el siguiente:

$$ENS = \frac{1.015481 \frac{Q}{kWh} \times 0.862067 \times 7 \text{ horas} \times 303 \text{ kWh}}{30 \text{ Usuarios}}$$

$$ENS = \frac{Q.1713.12}{30 \text{ Usuarios}}$$

$$ENS = Q.57.10$$

Por lo que la empresa dejará de percibir un total de Q.57.10 de cada usuario por el descargo a realizar dentro del circuito donde será instalado el cable protegido. Dado a que el tramo inicial donde se realizará el cambio de cable de aluminio desnudo por cable protegido es de tres kilómetros y que el área es protegida, no se cuenta con una gran cantidad de usuarios a quienes se deba de indemnizar. Se sabe que un aproximado de 30 usuarios no percibirán el servicio eléctrico durante la ejecución de los trabajos, por lo que se debe considerar un costo total de Q.1, 713.12 por concepto de descargo.

3.2.4. Mantenimiento de la instalación

El mantenimiento de las instalaciones de distribución se realizará de manera semestral y consistirá en el desrame de árboles que se encuentren en contacto con los conductores eléctricos, o bien, cercanos a ellos. Para ello, se realizará una inspección visual de los vanos en donde se encuentra instalado el cable protegido.

El costo por inspeccionar y desramar árboles dentro de un vano tiene un valor de Q.14.76, en donde el vano tiene una distancia de 50 metros, habiendo un total de 60 vanos. El costo por desrame es el siguiente:

$$\text{Costo desrame} = Q.14.76 \times 60 \text{ vanos} = Q.885.60$$

En la Tabla XIII se detalla el costo anual en que se incurre por concepto de desrame de árboles para cable de aluminio desnudo y cable protegido.

Tabla XIII. Costo anual por desramado de árboles en El Encinal

	Cable de aluminio desnudo	Cable protegido
Numero de desrames al año	4	2
Costo total	Q3,542.40	Q1,771.20

Es importante resaltar que la Colonia El Encinal es considerada como área protegida y por lo tanto el acceso para realizar poda de árboles en el lugar es difícil, ya que dentro de un área protegida es prohibido realizar actividades de tala y poda de árboles si no se cuenta con las autorizaciones correspondientes otorgadas por las instituciones encargadas legalmente de velar por la conservación de dichas áreas.

3.2.5. Interrupciones en la red

Cuando ocurren interrupciones en la red de distribución, la empresa distribuidora debe de indemnizar a los usuarios por la falta de prestación del servicio eléctrico. El cálculo de la indemnización se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$INII = CENS \times ENS \text{ Usuario}$$

Donde:

INII = Indemnización para ser distribuida individualmente (Q)

CENS = Costo de la energía no suministrada (Q/kWh), el cual es diez veces el valor del cargo unitario de la energía por la tarifa simple para usuarios conectados en baja tensión³.

ENS Usuario = Energía no suministrada al usuario, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$ENS \text{ Usuario} = D \text{ Usuario} [(TIU - TIU \text{ limite}) \div 8760]$$

Donde:

D Usuario = Demanda de energía facturada durante el período de control para cada usuario (kWh), en donde dicho período de control consta de seis meses.

³ Pliego Tarifario. Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

TIU = Tiempo en horas de las interrupciones por usuario en un semestre.⁴

TIU limite = Límites establecidos por la CNEE para las tolerancias de los índices o indicadores. Los valores de tolerancia se observan en la Tabla XIV.

Tabla XIV. Límite de interrupciones permitidas por la CNEE en la red de distribución

	TIU	
	Urbano	Rural
Usuarios en baja tensión	12	14
Usuarios en media tensión	8	10
usuarios en alta tensión	6	

Norma Técnica del Servicio de Distribución. Página 33

En el segundo semestre del año 2007, la energía no suministrada a un usuario por causa de interrupciones en la red de distribución eléctrica fue la siguiente:

$$\begin{aligned}ENS \text{ Usuario} &= D \text{ Usuario} [(TIU - TIU \text{ limite}) \div 8760] \\ENS \text{ Usuario} &= (6 \times 303 \text{ kWh}) [(92.9 \text{ horas} - 12 \text{ horas}) \div 8760] \\ENS \text{ Usuario} &= 16.78952055 \text{ kWh}\end{aligned}$$

Debido a que esta cantidad de energía eléctrica no fue suministrada por la empresa distribuidora, se generó el costo de indemnización siguiente:

$$\begin{aligned}INII &= ENS \text{ Usuario} \times CENS \\INII &= 16.78952055 \text{ kWh} \times 10 \times 1.378382 \text{ Q./kWh} \\INII &= \text{Q.} 231.42\end{aligned}$$

⁴ Estudio de Mercado. Página 5. Punto 1.2.2. Tabla I.

Por lo tanto, por concepto de interrupciones en la Colonia El Encinal, la empresa distribuidora debió de indemnizar Q.231.42 a cada usuario afectado, dinero que dejó de percibir dicha empresa durante el segundo semestre del año 2007 en su facturación. Sabiendo que en el tramo donde se desea instalar el cable ecológico hay un total de 30 usuarios, entonces el costo total por indemnizaciones durante este período fue de Q. 6, 942.60.

Los resultados para períodos posteriores se muestran en la Tabla XV, considerando el tramo en donde se ubican los 30 usuarios donde será instalado el cable protegido.

Tabla XV. Costo por interrupciones en El Encinal

	Segundo semestre 2007	Primer semestre 2008	Segundo semestre 2008	Primer semestre 2009
Interrupción (horas)	92.9	66.73	99.43	59.9
ENS Usuario (kWh)	16.78952055	11.35834932	18.14471918	9.940890411
INII (Q.) por usuario	Q231.42	Q156.56	Q250.10	Q137.02
TOTAL (30 usuarios)	Q6,942.71	Q4,696.84	Q7,503.11	Q4,110.70

3.3. Inversión inicial

En la inversión inicial se considera la cantidad monetaria necesaria para poner en marcha el proyecto, debiéndose tomar en cuenta los costos de mano de obra, de los materiales a utilizar, procesos de desramado de árboles y costos por descargo.

La Tabla XVI muestra el detalle de los costos en los que se incurrirán para la instalación del cable protegido en la Colonia El Encinal.

Tabla XVI. Costo total por instalación de cable aéreo protegido en la Colonia El Encinal

Rubro		
Mano de obra		Q129,723.35
Materiales		
Cable protegido	Q127,397.92	
Herrajes	Q97,007.66	Q224,405.58
Administrativos		Q1,713.12
Desrame de árboles		Q885.60
Total		Q356,727.65

Por lo que será necesario disponer de una cantidad de Q.356, 727.65 para realizar la instalación de cable protegido en la red de distribución eléctrica.

3.4. Mantenimiento

Es responsabilidad de la empresa distribuidora proporcionar el dinero requerido para realizar mantenimientos correctivos y preventivos de la red de distribución de la Colonia El Encinal, ya que dichas erogaciones están consideradas en el valor agregado de distribución (VAD) que se le reconoce por parte de los entes regulatorios.

Para el mantenimiento correctivo debe considerarse el cambio de conductores eléctricos, postes o cualquier otro elemento de la red que resulte dañado por fuerza mayor o accidentes que puedan ocurrir en las instalaciones de distribución.

El mantenimiento preventivo será realizado cada 6 meses y consistirá básicamente en el desrame de árboles que contacten o puedan contactar el cable protegido, como medida preventiva ante posibles interrupciones en la red de distribución.

4. ESTUDIO FINANCIERO

4.1. Escenario 1: Instalaciones de distribución con cable desnudo

Las instalaciones de distribución con cable de aluminio desnudo, tienen un costo de instalación relativamente bajo con respecto a otras opciones (ej. instalación subterránea, cable protegido, etc.), ya que los materiales y procesos de instalación representan un bajo costo. Sin embargo, las interrupciones del servicio eléctrico son constantes y de un período extenso, lo que repercute en altos costos a largo plazo por concepto de mantenimientos e indemnizaciones a los usuarios.

Tabla XVII. Costos por instalación de cable de aluminio en El Encinal

Rubro		
Mano de obra		Q129,723.35
Materiales		
Cable de aluminio	Q40,042.08	
Herrajes	Q97,007.66	Q137,049.74
Administrativos		Q1,713.12
Desrame de árboles		Q885.60
Total		Q269,371.81

La Tabla XVII detalla los costos en los que se incurren en la instalación de cable de aluminio desnudo, suponiendo que se instalan 3 kilómetros de tendido

eléctrico monofásico dentro de la Colonia El Encinal. El precio del metro de cable de aluminio es de Q. 8.37, conociendo que se necesitará un total de 4,784 metros de cable, se determina que el costo total por utilizar cable de aluminio desnudo es de Q.40, 042.08.

El mantenimiento de las instalaciones de distribución que utilizan cable de aluminio desnudo se debe hacer en forma trimestral, debido a la gran cantidad de árboles que existen en el lugar, ya que el contacto de las ramas de un árbol puede causar la interrupción del servicio eléctrico. El valor anual de dicho mantenimiento asciende a Q. 3, 542.40⁵.

El valor de las indemnizaciones ascendió en el año 2008 a un total de Q.12, 199.95⁶. Este valor se tomará como referencia para el valor del costo promedio de indemnizaciones. La Tabla XVIII detalla los costos en los que se incurre después de instalado el cable, en un período de un año.

Tabla XVIII. Costos a largo plazo utilizando cable de aluminio en El Encinal

Rubro	
Mantenimiento	Q3,542.40
Indemnizaciones	Q12,199.95
Total	Q15,742.35

Por lo que se incurre en un costo de Q. 15,742.35 en concepto de mantenimientos e indemnizaciones. En la Tabla XIX se analiza el costo en el que se incurre por instalación y mantenimientos en un período de 30 años, cuyo valor es de Q. 741, 642.31. El valor mostrado puede variar dependiendo de las condiciones ambientales, climatológicas y otras características que se puedan presentar en la Colonia El Encinal que afecten el rendimiento de la instalación.

⁵ Estudio Financiero. Página 67. Punto 3.2.4. Tabla XIII

⁶ Estudio Financiero. Página 70. Punto 3.2.5. Tabla XV

Tabla XIX. Costos a treinta años utilizando cable de aluminio

Año	1	2	3	4	5
Costo de instalación	Q269,371.81				
Costo de mantenimiento	Q3,542.40	Q3,542.40	Q3,542.40	Q3,542.40	Q3,542.40
Costo de indemnización	Q12,199.95	Q12,199.95	Q12,199.95	Q12,199.95	Q12,199.95
Acumulado	Q285,114.16	Q300,856.51	Q316,598.86	Q332,341.21	Q348,083.56
Año	6	7	8	9	10
Costo de instalación					
Costo de mantenimiento	Q3,542.40	Q3,542.40	Q3,542.40	Q3,542.40	Q3,542.40
Costo de indemnización	Q12,199.95	Q12,199.95	Q12,199.95	Q12,199.95	Q12,199.95
Acumulado	Q363,825.91	Q379,568.26	Q395,310.61	Q411,052.96	Q426,795.31
Año	11	12	13	14	15
Costo de instalación					
Costo de mantenimiento	Q3,542.40	Q3,542.40	Q3,542.40	Q3,542.40	Q3,542.40
Costo de indemnización	Q12,199.95	Q12,199.95	Q12,199.95	Q12,199.95	Q12,199.95
Acumulado	Q442,537.66	Q458,280.01	Q474,022.36	Q489,764.71	Q505,507.06
Año	16	17	18	19	20
Costo de instalación					
Costo de mantenimiento	Q3,542.40	Q3,542.40	Q3,542.40	Q3,542.40	Q3,542.40
Costo de indemnización	Q12,199.95	Q12,199.95	Q12,199.95	Q12,199.95	Q12,199.95
Acumulado	Q521,249.41	Q536,991.76	Q552,734.11	Q568,476.46	Q584,218.81
Año	21	22	23	24	25
Costo de instalación					
Costo de mantenimiento	Q3,542.40	Q3,542.40	Q3,542.40	Q3,542.40	Q3,542.40
Costo de indemnización	Q12,199.95	Q12,199.95	Q12,199.95	Q12,199.95	Q12,199.95
Acumulado	Q599,961.16	Q615,703.51	Q631,445.86	Q647,188.21	Q662,930.56
Año	26	27	28	29	30
Costo de instalación					
Costo de mantenimiento	Q3,542.40	Q3,542.40	Q3,542.40	Q3,542.40	Q3,542.40
Costo de indemnización	Q12,199.95	Q12,199.95	Q12,199.95	Q12,199.95	Q12,199.95
Acumulado	Q678,672.91	Q694,415.26	Q710,157.61	Q725,899.96	Q741,642.31

4.2. Escenario 2: instalaciones de distribución con cable protegido

En promedio, el 10.32% de las interrupciones en la red eléctrica de la Colonia El Encinal suceden por causas de fuerza mayor, como árboles que caen sobre las líneas de distribución eléctrica o accidentes automovilísticos que causan la caída de postes (ver Tabla XX). Este porcentaje es el que afectaría si se instalara cable protegido, pues el peso de un árbol o poste puede ocasionar que el cable pueda reventarse y ocasionar así la interrupción del servicio eléctrico.

Tabla XX. Promedio de interrupciones en la Colonia El Encinal

Causa	Segundo semestre 2007		Primer semestre 2008		Segundo semestre 2008		Primer semestre 2009	
	Duración (horas)	Porcentaje	Duración (horas)	Porcentaje	Duración (horas)	Porcentaje	Duración (horas)	Porcentaje
TOTAL TIEMPO INTERRUPCIONES	92.90	100.00%	66.73	100.00%	99.43	100.00%	59.90	100.00%
Árbol Caído	9.90	10.66%	7.04	10.55%	12.33	12.40%	2.37	3.96%
Poste Chocado	0.00	0.00%	0.00	0.00%	1.75	1.76%	1.17	1.95%
TOTAL	9.90	10.66%	7.04	10.55%	14.08	14.16%	3.54	5.91%
PROMEDIO	10.32%							

Por lo tanto, al instalar cable protegido se tendría una reducción del 89.68% de las interrupciones lo cual reduciría el costo por indemnizaciones al usuario final (ver Tabla XXI). Debemos recordar que la CNEE establece que la tolerancia por interrupciones⁷ permitidas en la red de distribución eléctrica es de 12 horas semestrales para usuarios de baja tensión que viven en el área urbana.

⁷ Estudio Financiero. Página 69. Punto 3.2.5. Tabla XIV.

Tabla XXI. Costo de interrupciones en la Colonia El Encinal con cable protegido

	Segundo semestre 2007	Primer semestre 2008	Segundo semestre 2008	Primer semestre 2009
Interrupción (horas)	9.9	7.04	14.08	3.54
ENS Usuario (kWh)	-0.435821918	-1.029369863	0.431671233	-1.755739726
INII (Q.) por usuario	-Q6.01	-Q14.19	Q5.95	-Q24.20
TOTAL (30 usuarios)	-Q180.22	-Q425.66	Q178.50	-Q726.02

Esto significa que si en un semestre se tuvo interrupciones de menos de 12 horas, la empresa distribuidora no se verá obligada a indemnizar al usuario final, fenómeno que sucede en tres de los cuatro semestres analizados en la Tabla XXI.

El costo en que se incurre por la instalación de cable protegido en la Colonia El Encinal asciende a un valor de Q.356, 727.65⁸.

La Tabla XXII detalla los costos que se genera después de instalado el cable protegido en un período de un año, considerando que el costo por indemnizaciones en el año 2008 es de Q.178.50.

⁸ Estudio Financiero. Página 71. Punto 3.3. Tabla XVI.

Tabla XXII. Costos a largo plazo utilizando cable protegido en El Encinal

Rubro	
Mantenimiento	Q1,771.20
Indemnizaciones	Q178.50
Total	Q1,949.70

El mantenimiento se refiere a la poda de árboles para eliminar ramas que puedan causar interrupciones del servicio eléctrico al contactar con las líneas de distribución. El mantenimiento por poda de árboles asciende a un total de Q.1, 771.20⁹, el cual es realizado de manera semestral.

Al instalar cable protegido, se reduce la periodicidad de la necesidad del mantenimiento, ya que cuando la rama de un árbol contacta el cable no existe fuga de corriente que pueda ocasionar interrupciones. Esto resulta de beneficio para la empresa distribuidora, toda vez que realizar mantenimientos en la Colonia El Encinal resulta difícil por ser considerada un área protegida.

En total, se provoca un costo de Q. 1,949.70 en concepto de mantenimientos e indemnizaciones. En la Tabla XXIII se analiza el costo en el que se incurre por instalación y mantenimientos en un período de 30 años, cuyo valor es de Q.415, 218.65. El valor mostrado puede variar dependiendo de las condiciones ambientales, climatológicas y otras características que se puedan presentar en la Colonia El Encinal.

⁹ Estudio Financiero. Página 67. Punto 3.2.4. Tabla XIII

Tabla XXIII. Costos a treinta años utilizando cable protegido

Año	1	2	3	4	5
Costo de instalación	Q356,727.65				
Costo de mantenimiento	Q1,771.20	Q1,771.20	Q1,771.20	Q1,771.20	Q1,771.20
Costo de indemnización	Q178.50	Q178.50	Q178.50	Q178.50	Q178.50
Acumulado	Q358,677.35	Q360,627.05	Q362,576.75	Q364,526.45	Q366,476.15
Año	6	7	8	9	10
Costo de instalación					
Costo de mantenimiento	Q1,771.20	Q1,771.20	Q1,771.20	Q1,771.20	Q1,771.20
Costo de indemnización	Q178.50	Q178.50	Q178.50	Q178.50	Q178.50
Acumulado	Q368,425.85	Q370,375.55	Q372,325.25	Q374,274.95	Q376,224.65
Año	11	12	13	14	15
Costo de instalación					
Costo de mantenimiento	Q1,771.20	Q1,771.20	Q1,771.20	Q1,771.20	Q1,771.20
Costo de indemnización	Q178.50	Q178.50	Q178.50	Q178.50	Q178.50
Acumulado	Q378,174.35	Q380,124.05	Q382,073.75	Q384,023.45	Q385,973.15
Año	16	17	18	19	20
Costo de instalación					
Costo de mantenimiento	Q1,771.20	Q1,771.20	Q1,771.20	Q1,771.20	Q1,771.20
Costo de indemnización	Q178.50	Q178.50	Q178.50	Q178.50	Q178.50
Acumulado	Q387,922.85	Q389,872.55	Q391,822.25	Q393,771.95	Q395,721.65
Año	21	22	23	24	25
Costo de instalación					
Costo de mantenimiento	Q1,771.20	Q1,771.20	Q1,771.20	Q1,771.20	Q1,771.20
Costo de indemnización	Q178.50	Q178.50	Q178.50	Q178.50	Q178.50
Acumulado	Q397,671.35	Q399,621.05	Q401,570.75	Q403,520.45	Q405,470.15
Año	26	27	28	29	30
Costo de instalación					
Costo de mantenimiento	Q1,771.20	Q1,771.20	Q1,771.20	Q1,771.20	Q1,771.20
Costo de indemnización	Q178.50	Q178.50	Q178.50	Q178.50	Q178.50
Acumulado	Q407,419.85	Q409,369.55	Q411,319.25	Q413,268.95	Q415,218.65

Pasados 30 años, se puede observar que la diferencia entre utilizar cable de aluminio desnudo y cable protegido es de Q. 326,423.66, por lo que utilizar cable protegido resulta a largo plazo más económico.

4.3. Evaluación económica

Se realizará la evaluación económica de los escenarios vistos en los puntos anteriores, para determinar la opción que brinde el mejor beneficio económico, tanto para la empresa como para los usuarios del servicio eléctrico.

Las herramientas que se utilizarán para evaluar el beneficio económico de los cables que se estudian, son las siguientes:

- Valor Presente Neto (VPN)
- Tasa Interna de retorno (TIR)
- Análisis costo beneficio

4.3.1. Valor presente neto (VPN)

El Valor Presente Neto es un método que se usará para determinar si la inversión a realizar para ambos escenarios genera el máximo beneficio económico. Al calcular el VPN:

- Si el valor del resultado es menor a cero se puede decir que no es factible la ejecución del proyecto

- Si el valor del resultado es mayor a cero se concluye que el proyecto es factible. Mientras más grande sea el valor del VPN mejor rentabilidad demostrará el proyecto.

Para este análisis se debe de considerar los siguientes factores:

- El período que se estimará es de 30 años.
- Los ingresos de la empresa distribuidora. Estos se considerarán como el pago que los 30 usuarios de la Colonia El Encinal hacen por la obtención del servicio eléctrico. El cargo a pagar por el servicio de distribución eléctrica que consume un usuario promedio de la Colonia El Encinal es de Q.544.89¹⁰ mensuales. Al multiplicar este valor por 30 usuarios y por los doce meses del año, se obtiene un ingreso anual de Q196, 160.40.
- La tasa de interés representa un 10% anual

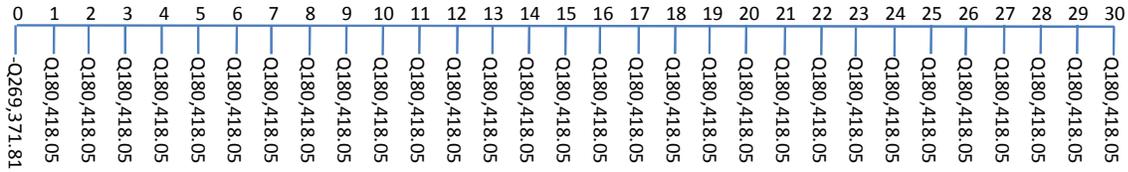
Para el cálculo del VPN de las instalaciones de distribución con cable de aluminio desnudo, se sabe que la inversión inicial es de Q.269, 371.81¹¹ y que anualmente se generará un costo por mantenimiento e indemnizaciones a los usuarios de Q.15, 742.35.¹² La Figura 19 muestra el flujo monetario en el periodo correspondiente a los 30 años.

¹⁰ Estudio de Mercado. Página 17. Punto 1.3.2. Ejemplo 2

¹¹ Estudio Económico. Página 74. Punto 4.1. Tabla XVII

¹² Estudio Económico. Página 74. Punto 4.1. Tabla XVIII

Figura 19. Flujo monetario por instalación de cable de aluminio



El VPN es el siguiente:

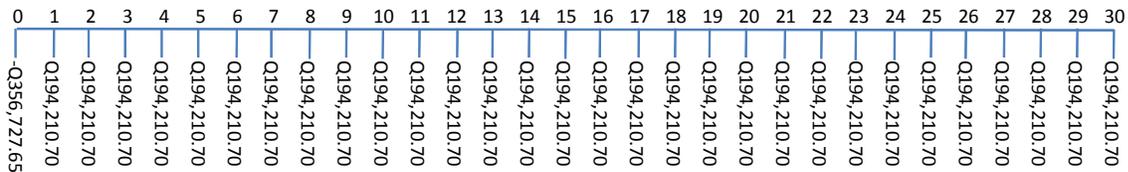
$$VPN = \frac{Q.180,418.05}{(1.10)^1} + \frac{Q.180,418.05}{(1.10)^2} + \dots + \frac{Q.180,418.05}{(1.10)^{30}} - Q.269,371.81$$

$$VPN = Q1,700,785.53 - Q.269,371.81$$

$$VPN = Q.1,431,413.72$$

Para el cálculo del VPN de las instalaciones de distribución con cable protegido, se sabe que la inversión inicial es de Q.356, 727.65¹³ y que anualmente se generará un costo por mantenimiento e indemnizaciones a los usuarios de Q.1, 949.70¹⁴. La Figura 20 muestra el flujo monetario en el período correspondiente a los 30 años.

Figura 20. Flujo monetario por instalación de cable protegido



¹³ Estudio Financiero. Página 71. Punto 3.3. Tabla XVI

¹⁴ Estudio Económico. Página 77. Punto 4.2. Tabla XXII

El VPN es el siguiente:

$$VPN = \frac{Q. 194,210.70}{(1.10)^1} + \frac{Q. 194,210.70}{(1.10)^2} + \dots + \frac{Q. 194,210.70}{(1.10)^{30}} - Q. 356,727.65$$

$$VPN = Q1,830,807.66 - Q. 356,727.65$$

$$VPN = Q. 1,474,080.01$$

Los resultados reflejan que el VPN para ambos escenarios es positivo, por lo que se deduce que de ambos proyectos se puede alcanzar beneficio económico. Sin embargo, el VPN del cable protegido es mayor, por lo que se puede concluir que este proyecto generará mayor rentabilidad que si se instalase el cable de aluminio desnudo.

4.3.2. Tasa interna de retorno (TIR)

La tasa interna de retorno se utiliza para determinar la rentabilidad del proyecto, puesto que refleja sus beneficios en términos porcentuales. Se conoce la TIR cuando el VPN es igual a cero, es decir, cuando un proyecto no presenta pérdidas ni ganancias.

Para las instalaciones de distribución con cable de aluminio desnudo, se tienen los siguientes VPN:

$$VPN_1 = \frac{Q. 180,418.05}{(1.66)^1} + \frac{Q. 180,418.05}{(1.66)^2} + \dots + \frac{Q. 180,418.05}{(1.66)^{30}} - Q. 269,371.81$$

$$VPN_1 = Q.3,988.80$$

$$VPN_2 = \frac{Q.180,418.05}{(1.67)^1} + \frac{Q.180,418.05}{(1.67)^2} + \dots + \frac{Q.180,418.05}{(1.67)^{30}} - Q.269,371.81$$

$$VPN_2 = -Q.91.19$$

Para hallar la TIR, se debe realizar la interpolación de los VPN obtenidos, por lo que esta tasa es la siguiente:

Interes	VPN
66%	Q3,988.80
TIR	Q0.00
67%	-Q91.19

$$TIR = 66.98\%$$

Para las instalaciones de distribución con cable protegido, se tienen los siguientes VPN:

$$VPN_1 = \frac{Q.194,210.70}{(1.54)^1} + \frac{Q.194,210.70}{(1.54)^2} + \dots + \frac{Q.194,210.70}{(1.54)^{30}} - Q.356,727.65$$

$$VPN_1 = Q.2,920.94$$

$$VPN_2 = \frac{Q.194,210.70}{(1.55)^1} + \frac{Q.194,210.70}{(1.55)^2} + \dots + \frac{Q.194,210.70}{(1.55)^{30}} - Q.356,727.65$$

$$VPN_2 = -Q.3,617.97$$

Realizando la interpolación de los valores, se obtiene la siguiente TIR:

54%	Q2,920.94
TIR	Q0.00
55%	-Q3,617.97

$$TIR = 54.45\%$$

Según la tasa interna de retorno calculada para ambos escenarios, se puede observar que la instalación de los dos tipos de cable es factible pues las tasas son mayores al 10% de interés. Sin embargo, la tasa interna de retorno del cable de aluminio es mayor, por lo que se deduce que es más conveniente instalar cable de aluminio en la Colonia El Encinal. Ahora bien, en el punto anterior observamos que por medio del VPN es recomendable utilizar cable protegido, por lo que deberá realizarse un análisis marginal para determinar realmente cual cable conviene instalar.

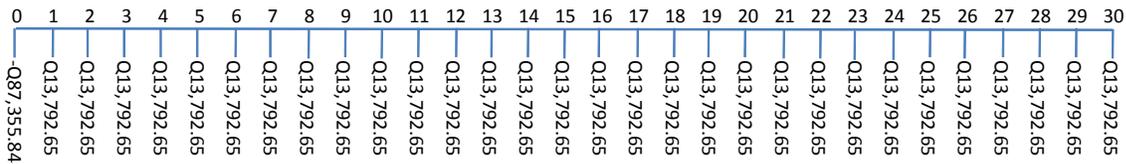
4.3.3. Análisis marginal

El análisis marginal consiste en comparar la diferencia entre los dos escenarios. Para esto, se debe de crear un nuevo proyecto por medio de la diferencia entre las inversiones, ingresos y egresos de ambos escenarios. Es decir:

$$\textit{Proyecto marginal} = \textit{Inversión mayor} - \textit{Inversión menor}$$

La diferencia obtenida se evalúa por medio del VPN y la TIR, y dado que la diferencia a evaluar será el excedente del escenario con cable protegido, si el VPN es mayor a cero y la TIR mayor a la tasa de interés entonces se deduce que el proyecto con cable protegido debe de llevarse a cabo. Si no cumple con alguna de estas dos condiciones, será conveniente instalar el cable de aluminio desnudo ya que la instalación del cable protegido destruirá valor. La Figura 21 muestra el flujo monetario del proyecto marginal.

Figura 21. Flujo monetario de proyecto marginal



El VPN es el siguiente:

$$VPN = \frac{Q.13,792.65}{(1.10)^1} + \frac{Q.13,792.65}{(1.10)^2} + \dots + \frac{Q.13,792.65}{(1.10)^{30}} - Q.87,355.84$$

$$VPN = Q42,666.29$$

El VPN del costo marginal es de Q.42, 666.29, por lo que se cumple la primera condición pues el valor es mayor a cero. Procedemos a calcular la TIR, para esto conocemos los siguientes VPN:

$$VPN_1 = \frac{Q.13,792.65}{(1.15)^1} + \frac{Q.13,792.65}{(1.15)^2} + \dots + \frac{Q.13,792.65}{(1.15)^{30}} - Q.87,355.84$$

$$VPN_1 = Q.3,206.42$$

$$VPN_2 = \frac{Q. 13,792.65}{(1.16)^1} + \frac{Q. 13,792.65}{(1.16)^2} + \dots + \frac{Q. 13,792.65}{(1.16)^{30}} - Q. 87,355.84$$

$$VPN_2 = - Q. 2,155.90$$

Realizando la interpolación de los valores, se obtiene la siguiente TIR:

Interes	VPN
15%	Q3,206.42
TIR	Q0.00
16%	-Q2,155.90

$$TIR = 15.60\%$$

La segunda condición también se cumple, ya que la TIR representa un 15.60% cuyo valor es superior al interés. Con este análisis concluimos que es más conveniente instalar el cable protegido pues el excedente en el valor de inversión generará beneficio.

4.3.4. Análisis costo beneficio

El análisis costo beneficio es un razonamiento que está basado en el principio de obtener más y mayores resultados, que se traducen en ganancias a un menor costo.

- Si la relación costo beneficio es mayor o igual a 1, se puede considerar el financiamiento del proyecto. Mientras más grande sea la relación mejores resultados generará el proyecto.

- Si la relación costo beneficio es menor que 1, no se debe de financiar el proyecto.

Se procede a obtener el cociente de la relación de ingresos y egresos para la empresa distribuidora en los próximos 30 años, utilizando cable de aluminio desnudo en la red eléctrica de la Colonia El Encinal. Para ello se tomarán en cuenta los costos que se indican en la Tabla XIX y el ingreso del cual se hace mención en el punto 4.3.1.

$$\frac{\textit{Beneficios}}{\textit{Costos}} = \frac{\textit{Ingresos}}{\textit{Egresos}}$$

$$\frac{\textit{Beneficios}}{\textit{Costos}} = \frac{(Q196,160.40) * 30 \text{ años}}{Q.269,371.81 + (Q.3,542.40 * 30 \text{ años}) + (Q.12,199.95 * 30 \text{ años})}$$

$$\frac{\textit{Beneficios}}{\textit{Costos}} = 7.93$$

Se procede a obtener el cociente utilizando cable protegido en la red de distribución eléctrica de la Colonia El Encinal en los próximos 30 años. Para ello se tomarán en cuenta los costos que se indican en la Tabla XXIII.

$$\frac{\textit{Beneficios}}{\textit{Costos}} = \frac{\textit{Ingresos}}{\textit{Egresos}}$$

$$\frac{\textit{Beneficios}}{\textit{Costos}} = \frac{(Q196,160.40) * 30 \text{ años}}{Q.356,727.65 + (Q.1,771.20 * 30 \text{ años}) + (Q.178.50 * 30 \text{ años})}$$

$$\frac{\textit{Beneficios}}{\textit{Costos}} = 14.17$$

Para ambas opciones se tiene una relación beneficio costo mayor a 1, por lo que se puede recomendar invertir en ambos proyectos. Sin embargo, la relación costo beneficio por utilizar cable protegido en la red de distribución eléctrica es por mucho mayor, por lo que se recomienda utilizar esta opción.

5. ESTUDIO ADMINISTRATIVO

5.1. Marco legal

En Guatemala, existen leyes que establecen las características físicas que deben de cumplir las instalaciones de energía eléctrica, la calidad del servicio y los precios máximos a cobrar a los consumidores por el servicio proporcionado.

5.1.1. Norma técnica de Diseño y Operación en las Instalaciones de Distribución (NTDOID)

La Norma Técnica de Diseño y Operación en las instalaciones de Distribución fue establecida por la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) y resuelta por la misma entidad el 27 de octubre de 1999.

La NTDOID es una norma que establece las disposiciones, criterios y requerimientos mínimos para asegurar que las mejoras y expansiones de las instalaciones de distribución de energía eléctrica, se diseñen y operen, garantizando la seguridad de las personas y bienes, así como la calidad del servicio.

La aplicación de la NTDOID es obligatoria en toda la República de Guatemala, para personas individuales o jurídicas que tengan relación con el diseño, construcción, supervisión, operación y mantenimiento de las instalaciones de distribución de energía eléctrica, incluyendo sus mejoras, ampliaciones e instalaciones temporales. Además, aplica a todas aquellas personas individuales o jurídicas, que diseñen y construyan obras de infraestructura civil relacionada con edificios, viviendas, condominios, alcantarillado, vías de tránsito, vías férreas, etc., quienes deben de considerar el alcance y la aplicación de la norma para el diseño y desarrollo de sus proyectos.

5.1.1.1. Requisitos técnicos a cumplir en las líneas aéreas

La NTDOID establece los requisitos mínimos que deben de cumplir las instalaciones de distribución, en cuanto a aspectos técnicos y de ubicación de los conductores eléctricos. En los siguientes puntos se mencionan aquellos que se relacionan con la instalación de cable protegido en la Colonia El Encinal.

5.1.1.1.1. Ruta

Los requisitos a cumplir para la construcción de líneas aéreas de energía eléctrica para la Colonia El Encinal son:

- **Tramos rectos:** El diseño de construcción debe ser de preferencia en trazo rectilíneo.

- **Alineación de postes:** Todas las estructuras deben de quedar alineadas en un solo lado de la acera.
- **Cruce de vías:** Se debe de evitar el cruzamiento con otros derechos de vía tales como: carreteras, instalaciones telefónicas, etc.
- **Riesgos de colisión:** Las estructuras se deben colocar en donde las condiciones de tránsito no sean adversas.
- **Paso sobre vivienda existente:** No debe construirse líneas aéreas de cualquier tensión sobre viviendas.
- **Distancia a calles o carreteras:** Las estructuras deben de estar lo más alejado posible de las calles o carreteras. La distancia mínima que debe guardar una estructura respecto al bordillo de una calle debe de ser de por lo menos de 0.15 metros.

5.1.1.1.2. Accesibilidad a líneas aéreas

Cuando se diseñen las líneas aéreas se debe de considerar que estas sean accesibles para efectos de mantenimiento, para el personal y el equipo que se requiera en cualquier época del año.

5.1.1.1.3. Aislamiento de la línea

Los requerimientos a cumplir para el aislamiento de una línea de distribución de energía eléctrica son:

- Cuando no sea posible cumplir con las distancias mínimas de seguridad por presencia de árboles, vegetación o áreas protegidas, los conductores eléctricos deben ser protegidos o aislados.
- El diseño del material aislante que se colocará a la línea aérea debe garantizar que no existan saltos de arco eléctrico en condiciones normales de operación.

5.1.1.1.4. Conductores

Los requisitos mínimos que deben cumplir los conductores de distribución eléctrica son:

- Deben ser conductores de un material o una combinación de materiales que minimicen la corrosión a causa de las condiciones ambientales.
- Para las líneas aéreas se deben de instalar conductores desnudos. En caso de utilizar conductores cubiertos con capas aislantes, éstas deben ser resistentes a las acciones atmosféricas.

5.1.1.2. Distancias mínimas de seguridad

Las distancias mínimas de seguridad para líneas aéreas de distribución eléctrica son establecidas en la NTDOID y tienen la intención de:

- Limitar la posibilidad de contacto por personas con los circuitos o equipos.
- Impedir que las instalaciones del distribuidor entren en contacto con la propiedad pública o privada.

Para lo que se refiere a distancias mínimas de seguridad, los conductores cubiertos con materiales aislantes son considerados como conductores desnudos.

5.1.1.2.1. Distancias de seguridad sobre el nivel del suelo

Las distancias mínimas que los conductores eléctricos deben guardar respecto al suelo, sea este terrestre o acuático, se pueden observar en la Tabla XXIV. Para la Colonia El Encinal, se sabe que se instalará una red monofásica de 13.8 kV, por lo que la distancia mínima a la que debe colocarse el conductor eléctrico debe de ser de por lo menos 5.6 metros.

Tabla XXIV. Distancias mínimas de seguridad respecto al nivel del suelo

Naturaleza de la superficie bajo los conductores	Conductores de comunicación aislados, retenidas aterrizadas, conductores neutros y cables eléctricos aislados (m)	Cables suministradores aislados de más de 750 V y conductores suministradores en línea abierta de 0 – 750 V (m)	Conductores suministradores en línea abierta arriba de 750 V a 22 kV. (m)	Conductores suministradores en línea abierta arriba de 22 a 470 kV. (m)
Vías férreas	7.2	7.5	8.1	8.1 + 0.01 m por cada kV arriba de 22 kV.
Carreteras, calles, caminos y otras áreas usadas para tránsito	4.7	5.0	5.6	5.6 m + 0.01 m por cada kV arriba de 22 kV.
Aceras o caminos accesibles sólo a peatones	2.9	3.8	4.4	4.4 m + 0.01 m por cada kV arriba de 22 kV.
Aguas donde no está permitida la navegación	4.0	4.6	5.2	5.2 m + 0.01 m por cada kV arriba de 22 kV
Aguas navegables incluyendo lagos, ríos, estanques, arroyos y canales con un área de superficie sin obstrucción de:				
a) Hasta 8 ha	5.3	5.6	6.2	6.2/8.7/10.5 ó 12.3 m + 0.01 m por cada kV arriba de 22 kV
b) Mayor a 8 hasta 80 ha	7.8	8.1	8.7	
c) Mayor de 80 hasta 800 ha	9.6	9.9	10.5	
d) Arriba de 800 ha	11.4	11.7	12.3	

Norma NTDOID. Página 9.

5.1.1.2.2. Distancias de seguridad de conductores a edificios y otras instalaciones

Los conductores de distribución de energía eléctrica que se instalen cerca de estructuras de alumbrado público o de soportes de semáforos, deben tener las distancias mínimas siguientes:

- Distancia horizontal: 1.50 metros para tensiones de hasta 50 kV.
- Distancia vertical: 1.40 metros para tensiones menores a 22 kV.

Los conductores pueden ser colocados adyacentes a edificios, anuncios publicitarios y carteleras, siempre y cuando las distancias verticales y horizontales no sean menores a las que se observan en la Tabla XXV.

Tabla XXV. Distancias de seguridad respecto a edificios, anuncios y chimeneas.

DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD DE		Conductores y cables de comunicación aislados, mensajeros, retenidas aterrizadas y no aterrizadas expuestas a tensiones de hasta 300 V, conductores neutrales que cumplen con 18.1 F1, cables de suministro que cumplen con 18.1 C1.	Cables Suministradores de 0 a 750 V que cumplen con 18.1C2.	Partes Rígidas Energizadas No protegidas de 0-750 V, conductores de comunicación no aislados, carcasas de equipo no aterrizado, retenidas no aterrizadas expuestas a conductores abiertos de suministro de 300 a 750 V	Cables Suministradores de más de 750V que cumplen con 10.1 C2 ó 18.1C3.. Conductores Suministradores en línea abierta de 0 a 750 V	Partes Rígidas Energizadas No protegidas de 750V-22kV, carcasas de equipo no aterrizado, retenidas no aterrizadas expuestas a tensiones de 750 V a 22 kV.	Conductores Suministradores en línea abierta de 750 V-22 kV.
		m	m	m	m	m	m
Edificios	Horizontal a paredes, ventanas y áreas accesibles a personas	1.4 ^(1,2)	1.5 ^(1,2)	1.5 ^(1,2)	1.7 ^(1,4)	2.0 ^(1,2)	2.3 ^(1,5,6)
	Vertical arriba o abajo de techos y áreas no accesibles a personas	0.9	1.10	3.0	3.2	3.6	3.8
	Vertical arriba o abajo de techos y áreas accesibles a personas y vehículos además de vehículos pesados (Nota 3)	3.2	3.4	3.4	3.5	4.0	4.1
	Vertical arriba de techos accesibles al tránsito de vehículos pesados (Nota 3)	4.7	4.9	4.9	5.0	5.5	5.6
Anuncios, chimeneas.	Horizontal	0.9	1.07	1.5 ⁽¹⁾	1.7 ^(1,4)	2.0 ⁽¹⁾	2.3 ^(1,2,5,6)
	Vertical arriba o abajo de cornisas y otras superficies sobre las cuales pueden caminar personas	3.2	3.4	3.4	3.5	4.0	4.1
	Vertical arriba o abajo de otras partes de tales instalaciones	0.9	1.07	1.7	1.8 ⁽¹⁾	2.45	2.3

Para la Colonia El Encinal, las distancia mínima horizontal que el cable debe de guardar respecto a viviendas debe de ser de 2 metros, mientras que la distancia mínima vertical debe ser de 4 metros sobre el techo de cualquier vivienda. Para el caso de vallas publicitarias, la distancia mínima horizontal debe ser de 2 metros, mientras que la distancia vertical debe ser de por lo menos 4 metros.

5.1.1.2.3. Aplicación de las distancias mínimas de seguridad en la Colonia El Encinal

En la Colonia El Encinal será instalado cableado monofásico de media tensión, el cual equivale a un voltaje de 13.8 kV.

Tabla XXVI. Distancias mínimas de seguridad verticales en El Encinal

DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD	
Distancias verticales	
Descripción	Distancia (Mts)
Carreteras, calles, caminos y otras áreas usadas para tránsito.	5.6
Aceras o caminos accesibles solo a personas.	4.4
Arriba de techos y áreas no accesibles a personas.	3.8
Arriba de techos y áreas accesibles a personas.	4.2
Arriba de cornisas u otras superficies sobre las cuales puedan caminar personas	3.2

La Tabla XXVI detalla las distancias mínimas de seguridad verticales para este tipo de instalación, recordando que para efectos de la NTDOID el cable protegido equivale a cable desnudo.

Tabla XXVII. Distancias mínimas de seguridad horizontales en El Encinal

DISTANCIAS MINIMAS DE SEGURIDAD	
Distancias horizontales	
Descripción	Distancia (Mts)
Paredes, ventanas y áreas accesibles a personas	2.3
Vallas publicitarias	0.9

La Tabla XXVII detalla las distancias mínimas de seguridad horizontales que se deben de considerar en las instalaciones de la Colonia El Encinal.

5.1.1.3. Cargas mecánicas

La NTDOID establece que las líneas aéreas de distribución deben tener suficiente resistencia mecánica para soportar las cargas propias y las debidas a condiciones meteorológicas a las que estén sometidas, según el lugar en que se ubiquen, con los factores de sobrecarga adecuados. Los factores de sobrecarga y el cálculo de la carga mecánica a considerar para las instalaciones de distribución de energía eléctrica de la Colonia El Encinal se puede apreciar en el capítulo 2¹⁵.

¹⁵ Punto 2.3.4. Página 38

5.2. Reglamento de la Ley General de Electricidad de la República de Guatemala

El Reglamento de la Ley General de Electricidad fue emitido el 21 de marzo de 1997 por el Presidente de la República de Guatemala, con el objeto de normar el desarrollo de las actividades de generación, transporte, distribución y comercialización de electricidad.

El Ministerio de Energía y Minas, a través de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, es la entidad responsable de verificar que el Reglamento de la Ley General de Electricidad sea aplicado. Dicho reglamento, regula para las empresas distribuidoras los precios máximos¹⁶ a cobrar al usuario final por la prestación del servicio eléctrico. También regula la calidad del servicio que se le proporciona al usuario.

5.2.1. Calidad del servicio de distribución

Las empresas distribuidoras de energía eléctrica tienen la obligación de proporcionar un servicio técnico y comercial de alta calidad a los usuarios finales. Para evaluar la calidad del servicio, la CNEE efectuará constantemente evaluaciones de las empresas distribuidoras y presentará al final de cada año los resultados obtenidos por éstas.

¹⁶ Estudio de Mercado. Página 13. Punto 1.3.

Para medir la calidad del servicio de distribución, se toman en cuenta los siguientes parámetros:

- Calidad del producto
 - Nivel de tensión
 - Desequilibrio de fases
 - Perturbaciones, oscilaciones rápidas de tensión o frecuencia y distorsión de armónicas
 - Interferencias en sistemas de comunicación

- Calidad del servicio técnico¹⁷
 - Frecuencia media de interrupciones
 - Tiempo total de interrupción
 - Energía no suministrada

- Calidad del servicio comercial
 - Reclamo de los consumidores
 - Facturación
 - Atención al consumidor

La empresa distribuidora debe elaborar, en forma semestral, el registro de la información de los parámetros de la calidad del servicio, los cuales deben de contener la siguiente información:

- Índices de continuidad de suministro, perfiles de tensión, desvíos a los límites admisibles y los desequilibrios entre fases por encima de los límites admisibles.

¹⁷ Estudio Financiero. Página 64. Punto 3.2.3.1.

- Cantidad de reclamos recibidos durante el semestre, discriminados por causa, incluyendo tiempos de resolución.
- Cantidad de facturas emitidas por tipo de consumidor.
- Cantidad de servicios realizados agrupados por tipo de consumidor, especificando en todos los casos los tiempos medios de ejecución.
- Cantidad de cortes realizados por falta de pago durante el semestre, indicando los tiempos medios de restitución del suministro, una vez efectuado el pago.

La calidad del servicio prestado se evaluará en base a índices o indicadores que reflejen la frecuencia y el tiempo total de las interrupciones del suministro.

Todo reclamo que los usuarios realicen por deficiencia en la prestación del servicio eléctrico, debe de ser registrado por la empresa distribuidora mediante un sistema automatizado auditable que permita efectuar el seguimiento hasta la resolución y respuesta del consumidor.

Todos los años la empresa distribuidora realizará una encuesta representativa a los consumidores que se ubican en la zona donde ésta presta el servicio eléctrico, para verificar por medio de calificaciones proporcionadas por el usuario la calidad del servicio recibido.

5.3. Análisis de las instalaciones de distribución que actualmente utilizan cable protegido

En Guatemala, el cable protegido se ha instalado en pocos lugares de la red aérea de distribución, sin embargo, otros países como Costa Rica han aprovechado la tecnología del cable protegido para instalarlo en una parte considerable de la red de distribución eléctrica de su país. El cable protegido es una nueva tecnología en lo que a cables de conducción eléctrica se refiere, pues tiene un recubrimiento que aísla el cable conductor. Dicho aislamiento resulta de gran beneficio cuando el cable es instalado en zonas con gran cantidad de árboles, pues impide la fuga de corriente cuando una rama de árbol contacta al cable.

5.3.1. Descripción del proceso

En diversas regiones de la costa sur de Costa Rica se pueden observar proyectos finalizados con el cable aéreo protegido. Se hará mención de dos casos:

- Instalación recomendada por el proveedor: El primer caso corresponde a la instalación de cable protegido con herrajes específicos elaborados por el proveedor para instalar el cable protegido.

Este caso consiste en un proyecto realizado en una línea de distribución de 34 kV en donde los tramos de las líneas se encuentran separados a una distancia de entre 50 y 60 metros (Siendo la misma distancia que se utiliza para instalar cable de aluminio desnudo).

La instalación requirió de la colocación de separadores, los cuales se ubican a 15 metros uno respecto del otro. El montaje en este tipo de estructuras se realiza de manera simultánea entre las tres fases, es decir, se debe de halar las tres líneas y simultáneamente colocar los separadores necesarios (ver Figura 22).

Figura 22. Instalaciones de distribución con cables y herrajes protegidos



- Instalación con herrajes comunes: El segundo caso corresponde a la instalación de cable protegido con herrajes normalizados para instalar cable de aluminio desnudo.

En este caso corresponde a una instalación ubicada en el puerto de Qepos, lugar que se encuentra a una distancia de 167 kilómetros de la ciudad de San José de Costa Rica. La instalación que se encuentra en este lugar es una línea trifásica de 34 kV, las cuales se encuentran montadas en cruceros de 96". El montaje para este tipo de estructuras se realiza halando una línea a la vez y nivelando las fases una vez se encuentren en su lugar (ver Figura 23).

Figura 23. Instalaciones de distribución con cable protegido y herrajes comunes



5.3.2. Resultados en la calidad del servicio

Para los casos mencionados en los puntos anteriores, se utilizó cable protegido en la red aérea de distribución ubicada en zonas con alta densidad de vegetación, logrando la reducción de fallas en la red eléctrica. Se obtuvo como resultado tres beneficios importantes:

- Mejora en la calidad del servicio de distribución eléctrica proporcionada a los consumidores de las áreas donde ha sido colocado el cable protegido.
- Reducción de los mantenimientos correctivos en las instalaciones eléctricas debido a la disminución de fusibles quemados por el contacto con árboles.
- Protección de la fauna contra riesgos de electrocución y muerte debido al contacto con los conductores eléctricos.

5.3.3. Beneficio económico

La instalación de cable ecológico trajo como resultado la reducción de las interrupciones en la red, como también disminución en los mantenimientos preventivos y correctivos ocasionados por fallas temporales. A pesar de la alta inversión inicial que se realizó para ejecutar los proyectos, el costo de mantenimiento se redujo, lo que se traduce en un beneficio económico a largo plazo para la empresa distribuidora, debido a que gastos por mano de obra y por reparaciones de cableado y herrajes disminuyen. Esto podemos corroborarlo también en el Estudio Económico¹⁸, pues la instalación de cable protegido en la Colonia El Encinal genera un beneficio económico para la empresa distribuidora.

5.4. Control de la calidad del servicio de distribución

La empresa distribuidora debe de evaluar la calidad del servicio proporcionado a los usuarios en base a lo establecido en el Reglamento de la Ley General de Electricidad. Además, los resultados de las evaluaciones realizadas deben de registrarse y ser entregadas a la Comisión Nacional de Energía Eléctrica.

¹⁸ Estudio Económico. Página 73.

5.4.1. Registro de interrupciones en el Centro de Operaciones de Información

Para realizar evaluaciones de la calidad del servicio técnico, la empresa cuenta con un Centro de Operaciones e Información que tiene control de toda la red de distribución de energía eléctrica.

Este centro de operaciones es capaz de identificar los lugares en donde se han suscitado problemas que causan las fallas de la red de distribución y registra en forma automática el tiempo de duración de la interrupción y la cantidad de energía que se deja de suministrar por causa de la falla. Este registro es proporcionado a la CNEE la cual dará el seguimiento correspondiente. Además se deberá de calcular las indemnizaciones para los usuarios, sabiendo que se cuenta con un límite de horas permisibles¹⁹.

¹⁹ Estudio Financiero. Página 69. Punto 3.2.5. Tabla XIV

6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

6.1. Descripción del medio ambiente

La Colonia El Encinal se encuentra dentro de la jurisdicción de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux, por lo que se puede encontrar un volumen amplio de bosques y variedad de especies silvestres.

6.1.1. Descripción del entorno

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida de Guatemala, El Encinal corresponde a un bosque húmedo montano bajo subtropical, predominando en su vegetación el encino y el pino²⁰.

6.1.1.1. Geografía

La Colonia El Encinal se encuentra dentro de la jurisdicción del Municipio de Mixco, Departamento de Guatemala.

²⁰ CONAP. Plan Maestro de la Cordillera Alux. Página 15.

Se ubica en las Vertientes del Mar del Caribe, a través del Río Motagua, y en las Vertientes del Pacífico por la cuenca del Río María Linda y subcuenca del Río Michatoya. Existen 27 cursos de agua (ríos), con un total de 44,985 metros, de los cuales 10 son permanentes con una longitud de 20,413 metros y 17 son intermitentes o efímeros con una longitud de 24,572 metros. Existen 8 nacimientos de agua, cuyo caudal en época de lluvia alcanza entre los 0.0625 y los 0.625 litros/s²¹.

Los suelos pertenecen predominantemente al período terciario, con una edad que va desde los 66.4 millones de años hasta los 1.8 millones de años. En menor porcentaje se encuentran suelos del período cuaternario, con una edad cercana a los 2 millones de años²². Los suelos presentan gran cantidad de rocas ígneas y metamórficas, como resultado de la intensa actividad volcánica de Guatemala.

6.1.1.2. Topografía

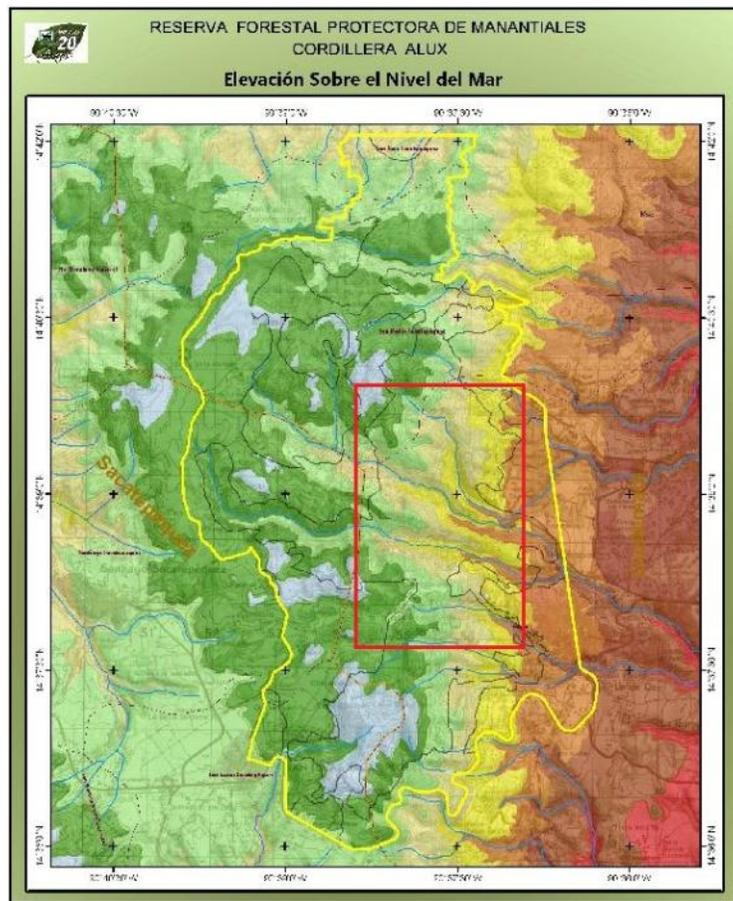
Los suelos de El Encinal se ubican dentro de la región fisiográfica de tierras altas volcánicas, subregión montañosa y planicie central. Las tierras altas volcánicas se caracterizan por encontrarse cubiertas de basalto y riodacitas. La subregión montañosa y planicie central se caracteriza por presentar drenajes tipo dendrítico, subdendrítico, paralelo, subparalelo, trellis y trenzado.

²¹ CONAP. Plan Maestro de la Cordillera Alux. Página 17

²² CONAP. Plan Maestro de la Cordillera Alux. Página 28

Dado a que el área se desarrolló en un ambiente volcánico, los materiales geológicos que se observan son rocas volcánicas, andesitas, basaltos, flujos riolíticos (obsidianas y perlitas), materiales aluviales, sedimentos fluvio-lacustres, lahares y ceniza volcánica. Las diferencias altitudinales van desde los 1600 metros hasta los 2000 metros²³. La Figura 24 muestra la topografía de El Encinal.

Figura 24. Elevación sobre el nivel del mar de El Encinal



Adaptado de Plan Maestro de la Cordillera Alux. CONAP. Página 31

²³ CONAP. Plan Maestro de la Cordillera Alux. Página 28.

6.1.1.3. Meteorología

El clima prevaleciente en El Encinal es templado, con invierno benigno, húmedo y estación seca²⁴. En el área se definen dos épocas: la seca, de noviembre a abril, y la lluviosa de mayo a octubre. Durante el período de un año se observan características meteorológicas importantes, entre las cuales destacan:

- Temperatura: La temperatura máxima llega a sentirse durante el mes de mayo y la mínima durante el mes de noviembre. La temperatura media es de 19.26°C
- Humedad relativa: Debido a la presencia de nubes durante gran parte del año, se tiene una humedad relativa promedio de 78.45%. En el mes de septiembre se presenta un mayor porcentaje de humedad relativa en el ambiente, siendo el mes de mayo el que presenta un porcentaje de humedad más bajo.
- Precipitación: La precipitación media anual es de 1265.80 milímetros. La época de lluvias inicia en el mes de mayo y finaliza en el mes de octubre. Durante el mes de junio se presenta una mayor precipitación pluvial, siendo el mes de enero el más seco.

²⁴ CONAP. Plan Maestro de la Cordillera Alux. Página 16.

- Evapotranspiración: La evapotranspiración anual es de 830.66 milímetros. De mayo a octubre se presenta una mayor precipitación sobre la evapotranspiración, lo que permite la alimentación de corrientes superficiales y subterráneas que se encuentran en El Encinal.

6.1.1.4. Flora

El Encinal se caracteriza por ser un área boscosa, en donde se puede diferenciar tres grupos de masas forestales²⁵, los cuales son:

- Bosque latifoliado: El cual ocupa los lugares más húmedos, encontrándose principalmente a las riberas de los ríos. Predominan los árboles del tipo *Quercus* y *alnus*, encontrando también las especies *Trama micrantha*, *boconnnia arbórea*, *Prunus capulí* *Ostria virginiana*, *Arbutus xalapensis*, entre otras.
- Bosque de coníferas: Compuesto principalmente por *Pinus maximinoi*, *pinus oocarpa*, *Pinus montezumae* y *Cupressus lusitánica*. Otras especies que se encuentran en estos bosques pertenecen al género *Quercus*.
- Bosque mixto: Se encuentran las especies del género *Quercus*, *Alnus*, *Ostrya* y *Carpinus*. Se encuentra escasa presencia del género *Pinus*.

²⁵ CONAP. Plan Maestro de la Cordillera Alux. Página 25.

Dentro del tipo de flora se puede encontrar flora maderable y flora no maderable.

- Flora maderable: Dentro de esta categoría se puede encontrar 31 especies vegetales, con usos como: leña, madera, carbón, ornamental, productora de tintes naturales y medicinal.
- Flora no maderable: Dentro de esta categoría se pueden encontrar 158 especies vegetales, de las cuales 27 son comestibles, 66 medicinales, 26 ornamentales, 30 especies sembradas y 19 especies de hongos comestibles. Se debe de destacar la presencia de germoplasma silvestre de maíz negro y olotón, yuca, frijol y anona.

6.1.1.5. Fauna

El total de especies de fauna reportadas es de 80²⁶, distribuidos entre aves, reptiles, invertebrados, mamíferos y mariposas.

- Ornitofauna: Existen 52 especies de aves, de las cuales 40 son residentes y 12 migratorias. De estas 40 especies, 14 son endémicas.
- Mastofauna. Se han reportado 15 especies de mamíferos, entre las que destacan: armadillo, tacuazín y taltuza. Se pueden encontrar 10 especies de murciélagos en el lugar.

²⁶ CONAP. Plan Maestro de la Cordillera Alux. Página 26.

- Herpetofauna: Se pueden encontrar 14 especies de anfibios y reptiles.
- Aracnidae: Existe dos especies de subfilos, el subfilo chelicerata que es una clase arácnida con 9 órdenes y el subfilo hexápoda, que cuenta con 2 clases y 11 órdenes.
- Entomofauna: En cuanto a la especie de los insectos, no se han realizado estudios exhaustivos en El Encinal, a excepción de las mariposas, en donde se identifican a 16 especies y 9 familias.

6.1.1.6. Patrimonios culturales

Dentro de la Colonia El Encinal no han sido identificados o declarados patrimonios culturales, así tampoco en toda el área protegida de la Cordillera Alux.

6.1.1.7. Áreas protegidas

El Decreto 41-97 del Congreso de la República de Guatemala declaró a la Cordillera Alux como Reserva Forestal Protectora de Manantiales, incluyéndose a la Colonia El Encinal dentro de esta declaración.

El Encinal es considerado como una reserva boscosa cercana a la ciudad metropolitana, que brinda servicios ecológicos y funciones hidrológicas de infiltración, que permite mantener los caudales de agua subterránea y superficial, así como la regulación del clima en el área metropolitana.

6.1.1.8. Aspecto socio-económico

El valor del Índice de Desarrollo Humano (IDH) es mayor al promedio del resto de la República de Guatemala, debido a la cercanía de El Encinal con la ciudad capital, lo que genera oportunidades de mercado. El IDH en El Encinal presenta un valor mayor al promedio del Departamento de Guatemala, dado a que se presentan mejores condiciones en cuanto a salud, educación e ingresos que en otros municipios del Departamento. La Tabla XXVIII muestra los valores de IDH para la Colonia El Encinal, el Departamento de Guatemala y la República de Guatemala.

Tabla XXVIII. Índice de Desarrollo Humano para los períodos 1,994 y 2,002

	IDH	
	1,994	2,002
El Encinal	0.814	0.826
República de Guatemala	0.583	0.640
Departamento de Guatemala	0.769	0.795

Adaptado de Plan Maestro de la Cordillera Alux. CONAP. Página 44.

Los valores expresados en la tabla anterior demuestran que con el paso de los años el IDH ha mejorado en la República de Guatemala, y que los habitantes de la Colonia El Encinal tienen un nivel de vida económico medio alto en relación al resto de la población. En cuanto a los niveles de pobreza, pobreza extrema y población rural, estos son presentados en la Tabla XXIX.

Tabla XXIX. Situación de pobreza en el Municipio de Mixco

Municipio	Pobreza		Población rural (%)
	Total (%)	Extrema (%)	
Mixco	9.00	0.50	4.80

Adaptado de Plan Maestro de la Cordillera Alux. CONAP. Página 45.

Se puede apreciar que en el Municipio de Mixco, el 9% de la población vive en pobreza y el 0.5% de la población vive en pobreza extrema. Comparado con otros municipios del Departamento de Guatemala, este porcentaje es bajo y la razón es la poca población rural que hay en ese municipio.

6.1.1.9. Aspecto estético

El gran volumen de bosques y los recursos hídricos que se encuentran en El Encinal le proporciona gran belleza, ya que su variedad de especies vegetales y animales es un atractivo para pobladores de áreas aledañas como Mixco, San Juan Sacatepéquez y San Lucas Sacatepéquez.

El área protegida se encuentra cercana a la metrópoli, lo que proporciona un excelente paisaje desde cualquier punto visible de la Ciudad de Guatemala.

6.1.2. Predicción de evolución del medio ambiente sin su aplicación

Hay que recordar que actualmente en la Colonia El Encinal hay instalada una red de distribución monofásica de 13.8 kV, cuyas instalaciones están compuestas por cable de aluminio desnudo.

En el aspecto meteorológico, las instalaciones de distribución que actualmente se encuentran en El Encinal no afectan al clima. Sin embargo, debido a diversos fenómenos, como el efecto invernadero, el clima con el transcurso del tiempo es más extremo, pudiendo formarse tempestades con velocidad del viento lo suficientemente alta como para aplicar una carga al cable que sea mayor a su resistencia mecánica.

En los aspectos hidrológicos y geológicos, las instalaciones de distribución actuales no tienen ninguna relación. La evolución de la hidrología no tiene un futuro alentador, porque el agua subterránea es utilizada para dotación del vital líquido a la ciudad capital, Mixco y algunos municipios de Sacatepéquez, lo que causa su agotamiento y contaminación. La geología también se ve afectada por la presencia humana, ya que gran parte de la tierra boscosa es utilizada para la construcción de viviendas y para agricultura.

En cuanto a la fauna, existe un alto riesgo de electrocución de animales por causa del cable de aluminio. La vegetación también se ve afectada, toda vez que existen riesgos de incendios forestales, y aunque el porcentaje de riesgo es muy bajo, si se llegase a presentar esta situación ocasionaría grandes pérdidas de bosques.

6.2. Descripción del proyecto

El proyecto se ejecutará en la red de distribución de energía eléctrica de 13.8 kV ubicada en la Colonia El Encinal. Consistirá en sustituir tres kilómetros de cable de aluminio desnudo por cable protegido. Esta es una labor considerada como mantenimiento preventivo de la red, y se considera que ayudará a retardar el tratamiento de la vegetación y se presume que puede convivir de una mejor manera con el entorno.

6.2.1. Objetivo

El proyecto busca cumplir con los siguientes objetivos:

- Brindar protección al sistema ecológico de la Colonia El Encinal, disminuyendo los accidentes ecológicos causados por la red de distribución eléctrica, por ejemplo: incendios forestales, electrocución de animales, entre otros.

- Ayudar a la protección de los nacimientos y los cauces de agua evitando la tala de árboles debido a mantenimientos de la red eléctrica de distribución.
- Mejorar la calidad del servicio proporcionado a los usuarios, tratando de disminuir las interrupciones en la red debido al contacto de ramas de árboles y animales con los conductores eléctricos.
- Disminuir los costos de mantenimiento correctivo en la red de distribución, al instalar un cable con propiedades mecánicas superiores al cable instalado actualmente.

6.2.2. Características

Las instalaciones de distribución de energía eléctrica de la Colonia El Encinal contarán con la infraestructura que actualmente se utiliza para prestar el servicio, incluyendo postes y herrajes; cambiando únicamente el cable de aluminio desnudo por el cable protegido. Esto ayudará a evitar daños a la flora y fauna, al instalar un cable con propiedades que sean amigables al medio ambiente y no cambien de manera drástica el entorno.

6.2.2.1. Instalaciones físicas

Las instalaciones que se encuentran en la Colonia El Encinal constan de postes de concreto reforzado y cable de aluminio desnudo. Los postes de concreto reforzado que se encuentran instalados actualmente en dicha colonia cumplen con las normativas de construcción, por lo que serán utilizados para efectuar la instalación del cable protegido. Las características mecánicas y eléctricas tanto del cable protegido como del cable desnudo son muy similares, lo que asegura que no se realizarán esfuerzos mecánicos adicionales que afecten las instalaciones actuales.

6.3. Identificación de impactos ambientales potenciales

Se debe de verificar que la instalación del cable protegido no tenga impactos que puedan contaminar y afectar el medio ambiente. Asimismo, se deben de identificar los impactos ambientales positivos para utilizarlos en favor del ambiente.

6.3.1. Identificación de impactos positivos

Los impactos positivos son aquellos que llevan beneficio al ambiente o área donde se aplicará el proyecto, pudiéndose enumerar los siguientes:

- Aspecto socio-económico. La continuidad del servicio de energía eléctrica proporcionará beneficio económico para la sociedad, al mejorar las condiciones de salud, educación e ingresos de la población.
- Cuencas de agua: con la instalación del cable protegido se reducirá el mantenimiento de poda y tala de árboles lo que ayudará a mejorar la retención de las cuencas de aguas que se encuentran dentro del área protegida.
- Flora: La interacción entre la flora y el sistema de distribución eléctrico se verá beneficiado porque las ramas de los árboles que contacten el cable protegido no inducirán al escape de corriente que pueda ocasionar tanto la interrupción del servicio eléctrico como la iniciación de incendios forestales.
- Fauna: La capa de XLPE que tiene el cable protegido proporcionará una mayor seguridad a la fauna silvestre que se encuentra en el lugar y ayudará a la multiplicación de las especies del sector. La capa aislante ayuda en caso de que un animal pueda contactar el cable energizado, puesto que no dejará escapar la corriente que pueda ocasionar la electrocución del animal.

6.3.2. Identificación de impactos negativos

Los impactos negativos son aquellos que llevan perjuicio al ambiente o área en donde se desarrollará el proyecto, enumerándose los siguientes:

- Impacto visual: El impacto visual se debe a la presencia de postes y cables en el área, lo que afecta los paisajes que se encuentran en el lugar. Esta contaminación visual puede incidir negativamente en las visitas de turistas nacionales y extranjeros, toda vez que por ser un área protegida con diversidad vegetal y animal, tiende a ser un lugar de atractivo turístico.

6.4. Predicción e interpretación de impactos

Con el cable protegido se busca reducir el riesgo de impactos ambientales causados por la red de distribución eléctrica que actualmente existe. La capa aislante de XLPE, será una solución a problemas que puedan presentarse con la fauna y la vegetación del lugar. Sin embargo, el impacto visual se encuentra presente, aunque se disminuye en gran medida, ya que el cable ecológico es elaborado con una tonalidad grisácea que ayuda a que el cable se pierda en el horizonte y no afecte el paisaje de las áreas boscosas.

6.5. Medidas de control ambiental

La instalación de cable protegido en la red de distribución aérea de electricidad de la Colonia El Encinal, se considera como una medida de control ambiental del escenario actual que presenta el cable de aluminio desnudo, y su instalación conllevará a los siguientes beneficios:

- a. Menor tala de árboles por mantenimientos preventivos en la red, lo que coadyuva a disminuir el riesgo de desaparición de nacimientos y cuencas de agua.
- b. Preservación de la flora de la Colonia El Encinal debido a la menor poda de árboles que se requiere para mantenimientos preventivos.
- c. Preservación de la fauna al existir un cable que no tenga fuga de corriente al contactarlo, lo que disminuye la mortandad de animales.

6.6. Evaluación de impacto ambiental

La evaluación de impacto ambiental se debe realizar mediante el Formato de Evaluación Inicial Ambiental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales (MARN). El formato puede encontrarse en el anexo 8. Dicha evaluación ayudará a definir y evaluar las operaciones antes, durante y después del funcionamiento del cable protegido y con esto identificar los impactos que pueden causar un perjuicio para el medio ambiente.

Al analizar el formato de evaluación se identifica un impacto ambiental negativo que se minimiza, pero que sin embargo permanece. El impacto visual modifica el paisaje que existe en la Colonia El Encinal lo que podría afectar la inversión del turismo y ser un factor en contra para la economía de El Encinal. Sin embargo, considerando los impactos positivos que conlleva la instalación de cable protegido, el impacto visual no representa un impacto de gravedad y menos si este se minimiza con el cable protegido.

6.7. Entidades protectoras del medio ambiente

En Guatemala, existen diversas entidades encargadas de verificar que se cumpla el régimen concerniente a la conservación, protección y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales del país.

6.7.1. Municipalidad de Mixco

La Municipalidad de Mixco es el ente responsable de prestar los servicios públicos en la localidad, del ordenamiento territorial dentro de su jurisdicción, del fortalecimiento de la economía del municipio y de la emisión de ordenanzas y reglamentos.

En materia ambiental debe de cumplir y hacer que se cumpla el régimen jurídico concerniente a la conservación, protección, sostenibilidad y mejoramiento del ambiente y los recursos naturales.

6.7.2. Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP)

El CONAP fue creado en el año de 1989 y es dependiente de la Presidencia de la República, siendo el órgano máximo de dirección y coordinación del Sistema Guatemalteco de Áreas Protegidas. El CONAP tiene jurisdicción en todo el territorio nacional, sus costas marítimas y su espacio aéreo.

La misión del CONAP es asegurar la conservación de niveles socialmente deseables de diversidad biológica a través de áreas protegidas y otros mecanismos de conservación.

El Encinal es considerado como área protegida por parte del CONAP, otorgándole la categoría de reserva protectora de manantiales. Al dar la categoría de área protegida a El Encinal, el CONAP busca proporcionar a esta área los siguientes beneficios:

- Resguardo de las fuentes de agua
- Fuente de bienes y servicios, como ecoturismo
- Resguardo de bosques, lo que brinda protección al suelo y producción de oxígeno
- Regulación del clima
- Resguardo de la vida silvestre y especies útiles, como medicinales, ornamentales, alimenticias, artesanales, etc.
- Ayudar a comunidades aledañas a tener un ambiente de buena calidad, con aire puro y agua limpia.
- Reserva de recursos genéticos
- Formar parte de la herencia cultural, pues los recursos allí presentes son utilizados por pueblos indígenas.
- Fuente de recreación y educación ambiental
- Contribuyen a mitigar los desastres naturales.

Como parte del proyecto a realizar en la Colonia El Encinal, es necesario realizar la poda de árboles para el tendido de líneas eléctricas y en casos especiales la tala de algunos que representen un obstáculo para la construcción o para el mantenimiento de la red, lo cual hace necesario que CONAP conozca las solicitudes de la distribuidora para la licencia respectiva.

La licencia correspondiente debe de ser autorizada y emitida por el CONAP, por la calidad de área protegida donde serán realizados los trabajos.

6.7.3. Instituto Nacional de Bosques (INAB)

La misión del INAB es la de ejecutar y promover las políticas forestales nacionales y facilitar el acceso a asistencia técnica, tecnología y servicios forestales a silvicultores, municipalidades, universidades, grupos de inversionistas y otros actores del sector forestal.

El INAB es el encargado de evaluar la emisión de licencias cuando se requiera talar árboles cuando el área a talar es mayor a los 10 metros cúbicos, así como para la poda de árboles. Sin embargo, la emisión de licencias las realiza únicamente cuando los bosques no se encuentran dentro de las áreas protegidas. Si un bosque se encuentra dentro de un área protegida será el CONAP el encargado de evaluar y otorgar las licencias para la tala de árboles.

6.7.4. Servicio de Protección a la Naturaleza (SEPRONA)

El SEPRONA es una división de la Policía Nacional Civil (PNC) que tiene como objetivo realizar operativos de control en bosques y áreas protegidas de Guatemala con el fin de evitar la tala ilegal de árboles.

Para el área de El Encinal, así como en cualquier área que sea declarada legalmente como protegida, el SEPRONA requiere que se obtenga la licencia correspondiente con el CONAP para realizar actividades de poda o tala de árboles en el lugar.

CONCLUSIONES

1. La calidad del servicio de energía eléctrica prestado a los usuarios de la Colonia El Encinal es eficiente, pero las interrupciones que ocurren no permiten contar con un servicio estable. La mayoría de las interrupciones se deben al contacto de ramas de árboles con las líneas eléctricas, lo que ocasiona la fuga de corriente hacia el suelo, sin embargo, estos árboles no pueden ser podados o talados debido a que la Colonia El Encinal fue declarada como área protegida. Otras interrupciones se producen por el contacto de animales con los conductores eléctricos, o por tempestades, entre otros. Sin importar cuál sea la causa, al producirse, el usuario tiene una percepción de mala calidad del servicio de distribución de energía eléctrica y la empresa que presta el servicio tiene la obligación del pago de indemnizaciones a los usuarios, lo que genera alza en los costos de producción y menor rentabilidad del servicio prestado.
2. El área en donde se realizará la instalación de cable protegido es la Colonia El Encinal, ubicada en la zona 7 del Municipio de Mixco, Departamento de Guatemala. Dicha colonia se ubica dentro de la jurisdicción de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux, siendo éste el mayor obstáculo para realizar el proyecto de instalación de cable protegido. Para la instalación del cable protegido será necesario podar o talar árboles para permitir el paso por la servidumbre, por lo que entidades reguladoras del medio ambiente como el CONAP o el INAB podrían impedir la instalación de dicho cable. Por ésta razón, será

necesario presentar un estudio pormenorizado de los impactos positivos que se derivan de dicha instalación.

3. A diferencia del cable de aluminio, el cable protegido se elabora con recubrimientos de polietileno químicamente reticulado; esto le brinda propiedades aislantes. Otra propiedad del cable protegido es su resistencia mecánica, que es mayor a la del cable de aluminio; esto le permite soportar un mayor peso. En virtud de que en la Colonia El Encinal se producen una gran cantidad de interrupciones de energía eléctrica, ocasionadas por ramas de árboles, estas interrupciones disminuirán al instalar el cable protegido, porque su propiedad aislante no permite la fuga de corriente hacia tierra.
4. La instalación de cable protegido en la Colonia El Encinal representa un costo considerablemente más alto que el de cable de aluminio. Sin embargo, esta desproporción se compensa porque los costos a largo plazo disminuirán sensiblemente, ya que la cantidad de mantenimientos preventivos, ocasionados por la tala o poda de árboles, así como las indemnizaciones para los usuarios por la interrupción del servicio, casi se eliminan al instalar el cable protegido. En el análisis costo-beneficio se comprobó que el beneficio obtenido por instalar cable protegido es doble en relación con la utilización de cable de aluminio.
5. La *Norma Técnica de Diseño y Operación de las Instalaciones de Distribución* establece las distancias mínimas de seguridad que deben guardar los conductores energizados, con respecto a un punto de

referencia. Para la Colonia El Encinal, es necesario respetar las distancias mínimas de seguridad respecto del suelo, pues la mayor parte del tendido eléctrico se encuentra sobre la superficie terrestre. Es importante resaltar que el tendido eléctrico también debe guardar las distancias mínimas de seguridad respecto a las viviendas que se encuentran en el área.

6. La instalación de cable protegido en la Colonia El Encinal se considera una medida de mitigación para los impactos ambientales negativos que causa el cable de aluminio. Esto se debe a que el cable protegido minimiza los mantenimientos preventivos que conllevan la tala y poda de árboles. Al reducirse la poda o tala de árboles, se favorece el desarrollo de la flora, la fauna y la conservación de las cuencas de agua en esta área protegida. Además, disminuye el riesgo de que algunos animales puedan sufrir electrocución a causa del contacto con conductores energizados, por la poca corriente de fuga del cable, preservando con ello la fauna en el lugar. Por último, el impacto visual se presenta a un nivel más bajo pues el color del cable permite que éste se pierda de vista en el horizonte.
7. Las propiedades del cable protegido, sin duda alguna, coadyuvarían a una mejor calidad del servicio para el cliente, menor cantidad de interrupciones, disminución en costos por indemnizaciones para usuarios y preservación del medio ambiente del área protegida. En cuanto a los aspectos técnicos, económicos y ambientales, el cable protegido supera todas las expectativas, por lo que su instalación llevará implícito beneficios para: el consumidor final, el área protegida del Cerro Alux y para la empresa distribuidora de energía eléctrica.

RECOMENDACIONES

1. En vista de que el costo por indemnizaciones para los usuarios de la Colonia El Encinal ha sido excesivamente alto, debe considerarse la inmediata instalación del cable protegido.
2. Es necesario realizar un estudio de factibilidad cuando se planifique la instalación del cable protegido, u otro tipo de instalación diferente al cable de aluminio desnudo, para evaluar si ésta será factible técnica, económica y ambientalmente.
3. En los casos en donde sea conveniente, deben incrementarse las distancias mínimas de seguridad estipuladas en la *Norma Técnica de Diseño y Operación en las Instalaciones de Distribución (NTDOID)*, debido a la variabilidad que pueda tener el medio ambiente en donde se instalará el cable protegido.
4. Mantener un estricto control de las interrupciones de la energía eléctrica que ocurran en la Colonia El Encinal, con el fin de verificar que el cable está siendo utilizado de manera óptima.

BIBLIOGRAFÍA

1. Norma Técnica de Diseño y Operación de las Instalaciones de Distribución (NTDOID) Resolución CNEE No. 47-99, de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica.
2. Ley General de Electricidad Decreto No. 93-96, del Congreso de la República de Guatemala.
3. Reglamento de la Ley General de Electricidad Acuerdo Gubernativo Número 256-97, del Presidente de La República de Guatemala.
4. Consejo Nacional de Áreas Protegidas (CONAP). **Plan Maestro de la Reserva Forestal Protectora de Manantiales Cordillera Alux**. Año 2009.
5. Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. (EEGSA). Norma NE 02.01.01. Año 2002.
6. Guerrero Spinola de López, Alba Maritza. **Formulación y evaluación de proyectos**. 1ª. edición. Guatemala: s.e., 2005. 110 pp.
7. Red de distribución de energía eléctrica.
http://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_distribuci%C3%B3n_de_energ%C3%ADa_el%C3%A9ctrica Fecha de consulta (junio 2009).
8. Meteorología.
<http://www.insivumeh.gob.gt/meteorologia/ESTADISTICAS.htm> Fecha de consulta (noviembre 2009).

9. Área protegida del Cerro Alux. <http://conap.gob.gt:7778/conap/areas-protegidas/ap/>. Fecha de consulta (Noviembre 2009).

ANEXO 1

Tabla XXX. Interrupciones en la red de distribución eléctrica

EMERGENCIAS ATENDIDAS POR REPORTE DE INTERRUPCIONES				
CIRCUITO 57, SECTOR EL ENCINAL				
PERIODO DEL 01/07/2007 AL 31/12/2007				
DIRECCIÓN	FECHA	HORA SALIDA	DURACION DE LA INTERRUPCIÓN	CAUSA
EL ENCINAL MIXCO , AVE. ENCINAL TRONCO 12 LOTE 42	09/07/2007	06:12	01:58:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
RES. EL ENCINAL TRONCO 11 LOTE 159 -161 CASA 3	10/07/2007	15:50	04:10:00	RECOSER DAÑADO
MIXCO, COLONIA EL ENCINAL, TRONCO 8 SECCION B LOTE 22	15/07/2007	09:52	01:56:00	ARBOL CAÍDO
COL. EL ENCINAL TRONCO 11 LOTE 159	19/07/2007	07:04	03:48:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
MXCO COL.SN ANTONIO ENCINAL TRONCO 2 ,3 AVENIDA LOTE 65	26/07/2007	18:46	01:47:00	CAUSA NO ESTABLECIDA
REVISION DE RECLOSER DE LINEA HACIA EL ENCINAL	30/07/2007	01:39	01:31:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
MIXCO COLONIA EL ENCINAL,TRONCO 13 SECTOR D LOTE 119	01/08/2007	17:35	01:31:00	ARBOL CAÍDO
MIXCO, FINCA EL CUCURUCHA CAMINO AL ENCINAL	06/08/2007	19:15	01:53:00	QUEMADO POR TEMPESTAD
ALAMEDA DEL ENCINAL III AV. DEL CEMENTERIO LAS FLORES 16-12	14/08/2007	14:46	01:08:00	FLOJEDAD EN CONEXIONES
COLONIA EL ENCINAL TRONCO 2 LOTE 38-A	14/08/2007	17:42	01:14:00	ACOMETIDA DAÑADA
COLONIA EL ENCINAL,SECTOR B TRONCO 11 LOTE 157	17/08/2007	19:45	02:02:00	ANIMALES TOPARON LA LÍNEA
CANASTA COL. EL ENCINAL, BLVD. SUNCIN TRONCO 2, LT 27	18/08/2007	15:16	03:12:00	RAMAS TOPAN LA LÍNEA
MIXCO FINCA LOS ALAMOS CALLE PRINCIPAL TRONCO DOS LOTE 9	20/08/2007	15:59	01:55:00	TRANSFORMADOR DAÑADO
MIXCO COLONIA EL ENCINAL FINCA LOS ALAMOS 3 AVENIDA LOTE 50 FINAL TRONCO 2	22/08/2007	14:50	00:56:00	SERVICIO NORMAL
COLONIA EL ENCINAL, TRONCO 2 LOTE 65	27/08/2007	11:47	02:52:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
COL EL ENCINAL**TRONCO 2 SECTOR A**LOTE 36	28/08/2007	09:29	03:42:00	RAMAS TOPAN LA LÍNEA
FINCA SAN ANTONIO, COLONIA EL ENCINAL, TRONCO 2, 1 AVENIDA LOTE 35	29/08/2007	09:44	03:35:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
COL ENCINAL TRONCO 12 LOTE 22 APTO. A	04/09/2007	12:43	04:21:00	ÁRBOL CAÍDO
ENCINAL, TRONCO 8 LOTE 208	04/09/2007	10:50	00:10:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
LOT, SN ANTONIO EL ENCINAL BLD. SUMSIN TRONCO 2 LOTE 2	04/09/2007	06:17	04:38:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
MIXCO EL ENSINAL SECTOR CALLE C LOTE 23	04/09/2007	00:07	03:27:00	QUEMADO POR TEMPESTAD
MIXCO EL ENCINAL, BOULEVARD SUNCIN TRONCO II, SECCION A, NUMERO 37,	14/09/2007	18:42	02:03:00	QUEMADO POR TEMPESTAD
COLONIA EL ENCINAL AVENIDA EL ENCINAL TRONCO 11 SECCION C LOTE 48	15/09/2007	10:11	02:20:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
MIXCO, COLONIA EL ENCINAL, AV. EL ENCINAL SECTOR C, L- 50	15/09/2007	06:40	02:29:00	AISLADOR ESTALLADO
COL. EL ENCINAL, MIXCO AVENIDA ENCINAL LOTE 131	18/09/2007	11:57	03:00:00	ACOMETIDA DAÑADA
COLONIA EL ENSINAL SECTOR B TRONCO 9 LOTE 170	24/09/2007	03:47	02:06:00	ARBOL CAÍDO
MIXCO COLONIA EL ENCINAL TRONCO 15 AVENIDA EL ENCINAL LOTE 52 D	24/09/2007	15:29	01:46:00	SERVICIO NORMAL
COLONIA EL ENCINAL TRNCO 5 CALLE A LOTE 74-A APTO. A	26/09/2007	15:46	02:37:00	QUEMADO POR TEMPESTAD
MIXCO RES ALAMEDA DEL ENCINAL AVENIDA DEL CEMENTERIO LAS FLORES 16-4	24/10/2007	20:06	01:41:00	ACOMETIDA DAÑADA
COLONIA EL ENCINAL TRONCO 12 SECTOR E LOTE 42	25/10/2007	07:15	02:42:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
EL ENCINAL TRONCO 13 SECTOR D LOTE 120	29/10/2007	13:40	01:05:00	ACOMETIDA DAÑADA
MIXCO EL ENCINAL 3 AVENIDA LOTE 5	04/11/2007	21:02	02:06:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
COL. EL ENCINAL, TRONCO 2, 3 AVENIDA FINAL LOTE 5 (FINAL TRONCO 2 FINCA LOS ALAMOS)	09/11/2007	11:29	02:46:00	SERVICIO NORMAL
COLONIA EL ENCINAL, TRONCO 3, SECCION A LOTE 23	10/11/2007	19:10	02:10:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
MIXCO RESD EL ENCINAL TRONCO -11 SECTOR B LOTE 159 APTO D	15/11/2007	18:44	02:38:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
MIXCO COLONIA EL ENSINAL SECCION B LOTE 7 TRONCO 8	26/11/2007	18:14	02:19:00	ACOMETIDA DAÑADA
COL EL ENCINAL TRONCO 5 LOTE 87	27/11/2007	06:40	02:55:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
EL ENCINAL TRONCO 16 SECCION C LOTE 99	28/11/2007	15:59	02:21:00	CORTOCIRCUITO
COL. EL ENCINAL, TRONCO 15 LOTE 6	27/12/2007	19:29	02:04:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA

EMERGENCIAS ATENDIDAS POR REPORTE DE INTERRUPCIONES				
CIRCUITO 57, SECTOR EL ENCINAL				
PERIODO DEL 01/01/2008 AL 30/06/2008				
DIRECCIÓN	FECHA	HORA SALIDA	DURACION DE LA INTERRUPCIÓN	CAUSA
COLONIA EL ENCINAL, AVENIDA ENCINAL, TRONCO 10, LOTE 161,	01/01/2008	14:23	03:03:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
MIXCO, COL. EL ENCINAL, SECCION B TRONCO 10 LOTE 123	03/01/2008	12:16	03:42:00	ARBOL CAÍDO
COL. EL ENCINAL TRONCO 13 SECTOR D LOTE 119	04/01/2008	11:15	05:07:00	CAUSA NO ESTABLECIDA
MIXCO BOSQUES DEL ENCINAL CALLE DE LOS PINOS CASA 91	14/01/2008	17:26	02:05:00	ACOMETIDA DAÑADA
COL. BOSQUES DEL ENCINAL, CALLE PRINCIPAL LOTE 91	16/01/2008	09:56	01:42:00	ACOMETIDA DAÑADA
COLONIA EL ENCINAL I, SECCION B, TRONCO 8, LOTE 36	20/01/2008	21:56	01:17:00	ARBOL CAÍDO
RES. EL ENCINAL SECCION B LOTE 159	21/01/2008	14:11	00:55:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
COL EL ENCINAL, TRONCO 3 FINAL, CALLE PRIN, LOTE 6	24/01/2008	16:29	02:35:00	ACOMETIDA DAÑADA
COL. SN. ANTONIO ENCINAL, TRONCO 2, 3 AVENIDA LOTE 45	28/02/2008	16:08	01:46:00	CORTOCIRCUITO
EL ENCINAL, TRONCO 2 LOTE 9	08/04/2008	09:33	02:04:00	TRANSFORMADOR DAÑADO
COL. EL ENCINAL TRONCO 1, SECTOR E LOTE 14	10/04/2008	16:23	01:17:00	SERVICIO NORMAL
COLONIA EL ENCINA TRONCO 1 LOTE 14 SEC. CALLE E	11/04/2008	15:15	01:19:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
COL. EL ENCINAL #TRONCO# TRONCO 2 FINAL LOTE 8	12/04/2008	08:10	02:37:00	ACOMETIDA DAÑADA
MIXCO, KM. 15.5 AL ENCINAL, FCA. EL CUCURUCHO	23/04/2008	08:07	03:21:00	AISLADOR ESTALLADO
MIXCO COLONIA EL ENCINAL TRONCO 5 SECTOR A CALLE A LOTE 81	07/05/2008	19:05	01:36:00	ACOMETIDA DAÑADA
MIXCO ALAMEDA DEL ENCINAL II AV. CEMENTERIO LAS FLORES 16-12	16/05/2008	17:55	01:12:00	TRANSFORMADOR DAÑADO
ENVIAR CARRO DE CANASTA PROYECTO LUCES DEL ENCINAL COL SAN IGNACIO 11 CALLE B 19-10	20/05/2008	10:19	06:25:00	CORTOCIRCUITO
COLONIA EL ENCINAL SECCION B TRONCO 9 LOTE 81	30/05/2008	12:02	03:06:00	TRANSFORMADOR DAÑADO
COL. EL ENCINAL, AVENIDA ENCINAL TRONCO 17 LOTE 109	01/06/2008	20:22	02:24:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
MIXCO BOSQUES DEL ENCINAL CALLE DE LOS PINOS CASA 52 INT 12	01/06/2008	05:07	00:59:00	SERVICIO NORMAL
COL. EL ENCINAL FINAL DEL TRONCO NO. 3 LOTE NO.6	02/06/2008	10:52	02:05:00	ARBOL CAÍDO
COLONIA EL ENCINAL, AVENIDA EL ENCINAL, TRONCO 12, LOTE 45	02/06/2008	10:49	04:26:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
COL. EL ENCINAL* TRONCO 2* FRACC. 2 SEC. A LT. 37	03/06/2008	07:30	02:49:00	CONEXIONES FLOJAS
MIXCO AVENIDA ENCINAL LOTE 44	08/06/2008	21:58	03:20:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
COL. SAN ANTONIO EL ENCINAL, TRONCO 2, 1 AVENIDA LOTE 62	11/06/2008	19:33	01:29:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
MIXCO, EL ENCINAL, TRONCO 15 SECCION CALLE D L.41	11/06/2008	14:17	01:16:00	ACOMETIDA DAÑADA
COL. EL ENCINAL, TRONCO 2, 2 AVENIDA LOTE 31	12/06/2008	16:13	01:14:00	QUEMADO POR TEMPESTAD
COL. EL ENCINAL, TRONCO 5, SECCION A, LOTE 87	29/06/2008	20:40	01:35:00	ACOMETIDA DAÑADA

EMERGENCIAS ATENDIDAS POR REPORTE DE INTERRUPCIONES				
CIRCUITO 57, SECTOR EL ENCINAL				
PERIODO DEL 01/07/2008 AL 31/12/2008				
DIRECCIÓN	FECHA	HORA SALIDA	DURACIÓN DE LA INTERRUPCIÓN	CAUSA
COL. EL ENCINAL, AVE. EL "ENCINAL" ENCINAL, TRONCO 12, LOTE 42	02/07/2008	06:58	04:00:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
COLONIA EL ENCINAL TRONCO 5 CASA 80	03/07/2008	15:51	03:53:00	ARBOL CAÍDO
COLONIA EL ENCINAL, TRONCO 8 SECCION B LOTE 26	04/07/2008	20:26	01:54:00	QUEMADO POR TEMPESTAD
EL ENCINAL, TRONCO 15, SECCION C. D LT. 8	06/07/2008	13:13	04:42:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
COLONIA SN ANTONIO EL ENCINAL, TRONCO 2, 2 AVENIDA LOTE 23	06/07/2008	05:18	07:54:00	SERVICIO NORMAL
COL. EL ENCINAL, TRONCO 2 LOTE 50 A	08/07/2008	20:21	00:13:00	QUEMADO POR TEMPESTAD
COLONIA EL ENCINAL, SECCION CALLE D LOTE 82 APTO. B	08/07/2008	05:46	02:37:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
COL EL ENCINAL, TRONCO 8 SECCION B LA PRESA, LOTE 18	11/07/2008	22:50	01:42:00	ARBOL CAÍDO
EL ENCINAL, TRONCO 13 SEC. D LT. 120	12/07/2008	17:18	01:59:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
EL ENCINAL, TRONCO 1, FCA. CUCURUCHO, C. ENCINAL LT. 10	21/07/2008	10:16	01:49:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
COL. EL ENCINAL, AVE. EL ENCINAL, LOTE 169 TRONCO 9	29/07/2008	06:53	02:32:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
COLONIA EL ENCINAL, CALLE C TRONCO 12 LOTE 23	29/07/2008	18:06	03:08:00	ARBOL CAÍDO
EL ENCINAL. TRONCO # 8 LOTE # 24.	29/07/2008	09:24	00:25:00	SERVICIO NORMAL
COL. EL ENSINAL, TRONCO 2, 3 AV. L. 45	11/08/2008	10:52	02:41:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
COL. EL ENCINAL, SECTOR C TRONCO 12 L.23	16/08/2008	10:26	01:43:00	TRANSFORMADOR DAÑADO
COL. SN. ANTONIO ENCINAL, TRONCO 2, 3 AVENIDA LOTE 65	26/08/2008	05:57	02:42:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
COL EL ENCINAL TRONCO 7 SECCION B LOTE 13	12/09/2008	13:45	02:04:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
ALAMEDAS DEL ENCINAL III, AV DEL CEMENTERIO, 16-12, CASA 64	16/09/2008	23:00	02:40:00	ACOMETIDA DAÑADA
COL. EL ENCINAL, TRONCO 12 SECTOR C LOTE 25	17/09/2008	14:34	01:45:00	ACOMETIDA DAÑADA
COL. EL ENCINAL, SECCION B TRONCO 6 L. 239	23/09/2008	16:26	01:45:00	POSTE CHOCADO
COL. EL ENCINAL TRONCO 12 L. 17 C	26/09/2008	16:30	02:20:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
COL. EL ENCINAL, TRONCO 2 1 AVENIDA LOTE 32	26/09/2008	09:25	02:57:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
COLONIA EL ENCINAL, TRONCO 2 SECCION A LOTE 37	27/09/2008	18:27	02:29:00	ARBOL CAÍDO
COL. EL ENCINAL, SECCION B TRONCO 6 LOTE 232	28/09/2008	08:02	06:08:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
MIXCO COL. EL ENCINAL TRONCO 8 LOTE 22	28/09/2008	15:31	01:09:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
COLONIA SAN ANTONIO ENCINAL, 3 AVENIDA LOTE 65	02/10/2008	09:33	01:09:00	ARBOL CAÍDO
EL ENCINAL, TRONCO 8, SECCION B, LOTE 36	03/10/2008	06:17	03:15:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
COL. EL ENCINAL 6 CALLE 2-48	07/10/2008	14:25	01:55:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
EL ENCINAL, TRONCO # 2 3 AVE. LOTE 5, FCA LOS ALAMOS	14/10/2008	07:16	01:31:00	FUSIBLE SOPLADO
COLONIA EL ENCINAL TRONCO 5 LOTE 79	17/10/2008	06:40	01:47:00	CORTOCIRCUITO
RE. EL ENCINAL, SECTOR B, TRONCO 11, LOTE 57*	17/10/2008	12:11	01:09:00	CAUSA NO ESTABLECIDA
AVENIDA ENCINAL TRONCO 15 LOTE 52 D.	07/11/2008	14:36	01:40:00	CAUSA NO ESTABLECIDA
COLONIA EL ENCINAL, TRONCO 13 LOTE 82 APTO "B	07/11/2008	11:14	01:45:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
LOTIF LOS ALAMOS, 3 AVENIDA TRONCO 2, LOTE 7	13/11/2008	12:27	01:10:00	CAUSA NO ESTABLECIDA
COL EL ENCINAL TRONCO 6 LOTE 111 APTO. A	16/11/2008	15:03	01:11:00	DESBALANCE DE CARGA
COL. SN. ANTONIO, EL ENCINAL, TRONCO 2 1 AVENIDA LOTE 33	17/11/2008	05:53	01:28:00	CORTOCIRCUITO
COL. EL ENCINAL, TRONCO 2, SECTOR CALLE A LOTE 38 A	23/11/2008	16:27	01:23:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
EL ENCINAL, AVENIDA ENCINAL L. 01-A	28/11/2008	06:35	03:03:00	CAUSA NO ESTABLECIDA
CL. EL "" ENSINAL"" ENCINAL, TRONCO 2, 3 AV. L. 45	05/12/2008	07:56	01:54:00	ACOMETIDA DAÑADA
COL. SN. ANTONIO, EL ENCINAL 1 AVENIDA LOTE 33	08/12/2008	15:43	01:22:00	ACOMETIDA DAÑADA
COLONIA SAN ANTONIO EL ENCINAL, 3 AVENIDA LOTE 51-D	20/12/2008	14:52	01:29:00	ACOMETIDA DAÑADA
COL. EL ENCINAL AVENIDA ENCINAL LOTE-78-C	22/12/2008	17:59	01:48:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
COL EL ENCINAL AVENIDA ENCINAL TRONCO 2, 4 AVENIDA 1-61	27/12/2008	15:11	00:07:00	SERVICIO NORMAL
COL EL ENCINAL TRONCO 9 SECCION B LOTE 214	27/12/2008	19:15	01:17:00	ACOMETIDA DAÑADA
COLONIA EL ENCINAL AVENIDA ENCINAL TRONCO 2, LOTE 44	27/12/2008	15:25	01:53:00	ACOMETIDA DAÑADA

EMERGENCIAS ATENDIDAS POR REPORTE DE INTERRUPCIONES				
CIRCUITO 57, SECTOR EL ENCINAL				
PERIODO DEL 01/01/2009 AL 30/06/2009				
DIRECCIÓN	FECHA	HORA SALIDA	DURACIÓN DE LA INTERRUPCIÓN	CAUSA
COL. EL ENCINAL AV. ENCINAL SEC. B LT. 162 TRONCO 10	05/01/2009	16:28	01:22:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
MIXCO COL EL ENCINAL TRONCO 2, SECTOR CALLE "A" LOTE 39	18/01/2009	12:24	01:56:00	CORTOCIRCUITO
COL. EL ENCINAL SECCION A TRONCO 5 LT. 79	04/02/2009	12:31	01:54:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
ENCINAL TRONCO 13 SECTOR D LOTE 119	12/02/2009	13:42	01:10:00	POSTE CHOCADO
COL. SN. ANTONIO ENCINAL, 3 AVENIDA LOTE 41-A	25/02/2009	09:24	02:53:00	ACOMETIDA DAÑADA
COLONIA EL ENCINAL SECCION D TRONCO 15 LOTE 33	12/03/2009	13:20	02:50:00	CAUSA NO ESTABLECIDA
COL. EL ENCINAL TRONCO 13 SECCION D L. 103	01/04/2009	18:25	01:25:00	SERVICIO NORMAL
COL EL ENCINAL, TRONCO 2, SECTOR A, LOTE 38-B	06/04/2009	14:09	01:42:00	CORTOCIRCUITO
COL EL ENCINAL, BOULEVAR SUNSIN TRONCO 2 LOTE 38 B	07/04/2009	09:35	03:57:00	ACOMETIDA DAÑADA
COL EL ENCINAL, BOULEVAR SUNSIN TRONCO 2 LOTE 38 B	16/04/2009	11:07	00:05:00	SERVICIO NORMAL
COL. EL ENCINAL TRONCO 16 SECCION C L. 99	05/05/2009	17:27	04:16:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
RESID. EL ENCINAL TRONC. 11 SEC. B L. 157	05/05/2009	15:53	01:06:00	QUEMADO POR TEMPESTAD
COL. EL ENCINAL, AVENIDA ENCINAL TRONCO 12, SECCION D LOTE 140	07/05/2009	09:33	01:48:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
COL. EL ENCINAL TRONCO 13 SECCION D L. 103	09/05/2009	13:31	02:25:00	QUEMADO POR TEMPESTAD
COL. SN. ANTONIO, EL ENCINAL SECC. A 1 AV. LT. 35	14/05/2009	16:32	02:33:00	CORTOCIRCUITO
COL. EL ENCINAL, TRONCO 2, 3 AV. L. 45	16/05/2009	09:34	01:34:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
LOT. SAN ANTONIO EL ENCINAL, 2 AVENIDA TRONCO 2 LOTE 21-B.	18/05/2009	11:52	01:41:00	ACOMETIDA DAÑADA
COL EL ENCINAL, TONCO 7 SECCION B LOTE 13	20/05/2009	11:19	01:47:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
COL. EL ENCINAL TRONCO 3 FINAL LOTE 3	30/05/2009	08:55	01:33:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
COL. SN. ANTONIO ENCINAL TRONCO 2 3 AV. LT. 45	01/06/2009	18:51	02:43:00	CORTOCIRCUITO
COLONIA EL ENCINAL, SECTOR D, TRONCO 13 LOTE 103	03/06/2009	09:00	01:22:00	ACOMETIDA DAÑADA
FCA. LOS ALAMOS EL ENCINAL TRONCO 2 L. 9	08/06/2009	20:57	01:35:00	SERVICIO NORMAL
COL. EL ENCINAL, TRONCO 8, SECCION B LOTE 208	12/06/2009	07:25	01:32:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
COLONIA EL ENCINAL TRONCO 13 SECTOR D, LOTE 120	14/06/2009	13:14	01:13:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
COL. EL ENCINAL TRONCO 11 SECCION B LT. 159 APTO. D	18/06/2009	14:28	02:22:00	ARBOL CAÍDO
COLONIA EL ENCINAL, TRONCO 9 SECTOR B L. 179	20/06/2009	15:47	01:37:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
COLONIA EL ENCINAL, TRONCO 15 RAMA 2 SECCION D LOTE 35	20/06/2009	18:04	00:52:00	SERVICIO NORMAL
COL. EL ENCINAL, TRONCO 1, SECCION "E" AV. ENCINAL, LOTE 20.	21/06/2009	06:02	02:40:00	CAUSA NO ESTABLECIDA
COL. EL ENCINAL, TRONCO 3, SECCION A, LOTE 4	21/06/2009	10:19	01:33:00	RAMAS CAYERON SOBRE LA LÍNEA
COL. EL ENCINAL, SEC. C. TRONCO 5 RAMA 1 LOTE 75	25/06/2009	14:48	01:40:00	CAUSA NO ESTABLECIDA
CONDOMIO BOSQUE DEL ENCINAL 2, AV. EL ENCINAL, INTERIOR 12 ** BOMB DE AGUA	28/06/2009	12:23	01:21:00	SERVICIO NORMAL
RESIDENCIAL BOSQUES DEL ENCINAL, AVENIDA ENCINAL INTERIOR 12 ** BOMBA DE AGUA **	29/06/2009	12:08	01:27:00	SERVICIO NORMAL

Fuente: Registro de interrupciones del Centro de Operaciones de Información de Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. Año 2008 – 2009.

ANEXO 2

Tabla XXXI. Pliego tarifario de EEGSA

PARA FACTURAR EN RESOLUCIÓN NÚMERO	Feb - Abr 10 CNEE-15-2010
BAJA TENSION SIMPLE - BTS	
Cargo por Consumidor (Q/usuario-mes)	8.575223
Cargo por Energía (Q/kWh)	1.769354
BAJA TENSION Con Demanda en Punta - BTDp	
Cargo por Consumidor (Q/usuario-mes)	197.230116
Cargo Unitario por Energía (Q/kWh)	1.404150
Cargo Unitario por Potencia Máxima (Q/kW-mes)	54.990830
Cargo Unitario por Potencia Contratada (Q/kW-mes)	81.278511
BAJA TENSION Con Demanda fuera de Punta - BTDfp	
Cargo por Consumidor (Q/usuario-mes)	197.230116
Cargo Unitario por Energía (Q/kWh)	1.402474
Cargo Unitario por Potencia Máxima (Q/kW-mes)	38.446199
Cargo Unitario por Potencia Contratada (Q/kW-mes)	55.658845
BAJA TENSION HORARIA - BTH	
Cargo por Consumidor (Q/usuario-mes)	197.230116
Cargo Unitario por Energía en Punta (Q/kWh)	1.426031
Cargo Unitario por Energía Intermedia (Q/kWh)	1.405143
Cargo Unitario por Energía en Valle (Q/kWh)	1.386519
Cargo Unitario por Potencia Máxima (Q/kW-mes)	40.116310
Cargo Unitario por Potencia Contratada (Q/kW-mes)	58.197336
MEDIA TENSION Con Demanda en Punta - MTDp	
Cargo por Consumidor (Q/usuario-mes)	684.980174
Cargo Unitario por Energía (Q/kWh)	1.349418
Cargo Unitario por Potencia Máxima (Q/kW-mes)	48.093210
Cargo Unitario por Potencia Contratada (Q/kW-mes)	20.096576
MEDIA TENSION Con Demanda fuera de Punta - MTDfp	
Cargo por Consumidor (Q/usuario-mes)	684.980174
Cargo Unitario por Energía (Q/kWh)	1.347705
Cargo Unitario por Potencia Máxima (Q/kW-mes)	29.877097
Cargo Unitario por Potencia Contratada (Q/kW-mes)	13.553170
MEDIA TENSION HORARIA - MTH	
Cargo por Consumidor (Q/usuario-mes)	684.980174
Cargo Unitario por Energía en Punta (Q/kWh)	1.370082
Cargo Unitario por Energía Intermedia (Q/kWh)	1.350266
Cargo Unitario por Energía en Valle (Q/kWh)	1.332787
Cargo Unitario por Potencia Máxima (Q/kW-mes)	31.015981
Cargo Unitario por Potencia Contratada (Q/kW-mes)	13.994918
TARIFA DE ALUMBRADO PUBLICO - AP	
Cargo Unitario por Energía (Q/kWh)	2.062294
PEAJE EN FUNCIÓN DE TRANSPORTISTA BAJA TENSION - PEAJEFT_BT	
Cargo Unitario por Pérdidas de Energía en Punta (Q/kWh)	0.108718
Cargo Unitario por Pérdidas de Energía Intermedia (Q/kWh)	0.107163
Cargo Unitario por Pérdidas de Energía en Valle (Q/kWh)	0.105777
Cargo Unitario por Potencia Máxima (Q/kW)	93.332559
PEAJE EN FUNCIÓN DE TRANSPORTISTA MEDIA TENSION - PEAJEFT_MT	
Cargo Unitario por Pérdidas de Energía en Punta (Q/kWh)	0.026737
Cargo Unitario por Pérdidas de Energía Intermedia (Q/kWh)	0.026354
Cargo Unitario por Pérdidas de Energía en Valle (Q/kWh)	0.026313
Cargo Unitario por Potencia Máxima (Q/kW)	27.898483

PARA FACTURAR EN	Feb - Abr 10
RESOLUCIÓN NÚMERO	CNEE-149-2009
TARIFA SOCIAL	
BAJA TENSION SIMPLE - BTS	
Cargo por Consumidor (Q/usuario-mes)	8.575223
Cargo por Energía (Q/kWh)	1.296141

Fuente: www.CNEE.gob.gt. Año 2010.

ANEXO 3

Tabla XXXII. Postes de concreto normados por la empresa distribuidora

Código	Longitud		Diámetro externo en mm		Empotramiento en mm	Peso en kg (Lbs)	Resistencia de diseño en kg (Lbs)	
	Pies	Metros	Punta	Base				
30-0082	25	7.6		286	1260	544 (1200)	227 (500)	
30-0084	30	9.2		305	1420	590 (1300)		
30-0086				165	325	1570		862 (1900)
30-0700			454 (1000)					
30-0702			930 (2050)				680 (1500)	
30-0704			1270 (2800)				907 (2000)	
30-0706			1361 (3000)				1134 (2500)	
30-0708			1451 (3200)				1361 (3000)	
30-0088								165
30-0710	454 (1000)							
30-0712	1451 (3200)	680 (1500)						
30-0714	1723 (3800)	907 (2000)						
30-0716	1791 (3950)	1134 (2500)						
30-0718	1905 (4200)	1361 (3000)						
30-0720	2132 (4700)	1587 (3500)						
30-0090			165	371	1870	365	1270 (2800)	340 (750)
30-0740						1633 (3600)	454 (1000)	
30-0742						1859 (4100)	680 (1500)	
30-0744						1905 (4200)	907 (2000)	
30-0746						2177 (4800)	1134 (2500)	
30-0748						2494 (5500)	1361 (3000)	
30-0750						2993 (6600)	1587 (3500)	
30-0752						3401 (7500)	1814 (4000)	
30-0096								210
30-0097	3175 (7000)	680 (1500)						
30-0098	3265 (7200)	907 (2000)						
30-0598	3628 (8000)	1134 (2500)						
30-0599	4172 (9200)	1361 (3000)						
30-0600	4762 (10500)	1474 (3250)						
30-0602	4989 (11000)	1587 (3500)						
30-0604	6349 (14000)	2268 (5000)						
30-0606	7710 (17000)	2721 (6000)						
30-0608	9977 (22000)	4535 (10000)						
30-0610	10431 (23000)	5442 (12000)						

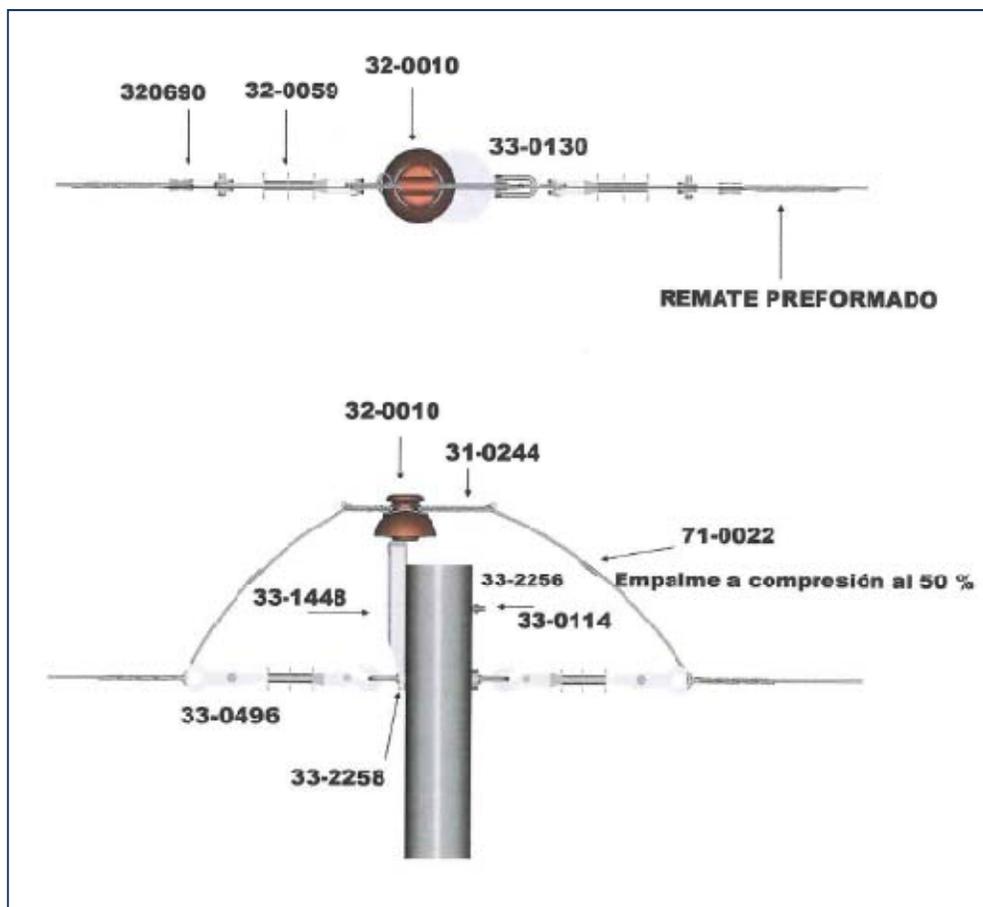
Código	Longitud		Diámetro externo en mm		Empotramiento en mm	Peso en kg (Lbs)	Resistencia de diseño en kg (Lbs)
	Pies	Metros	Punta	Base			
30-0100	69	21			2600	5397 (11900)	907 (2000)
30-0611						5850 (12900)	1134 (2500)
30-0612						6168 (13600)	1361 (3000)
30-0614			255	570		6485 (14300)	1587 (3500)
30-0615			300	615		7619 (16800)	1814 (4000)
30-0616			435	750		9070 (20000)	2268 (5000)
30-0618					11791 (26000)	2721 (6000)	
30-0619					14513 (32000)	4535 (10000)	
30-0620			570	885	2700	14966 (33000)	5442 (12000)
30-0102	79	24			2900	6893 (15200)	907 (2000)
30-0626						7392 (16300)	1134 (2500)
30-0103						255	615
30-0630			300	660		9615 (21200)	1814 (4000)
30-0104			390	750	3000	11338 (25000)	2721 (6000)
30-0636			570	930		16327 (36000)	4535 (10000)
30-0638			570	930		16327 (36000)	5442 (12000)
30-0110			89	27			3200
30-0639	9569 (21100)	1134 (2500)					
30-0640	255	660					
30-0621	525	930			3300	17234 (38000)	4535 (10000)
30-0113	525	705			3600	11188 (24670)	1134 (2500)
30-0646	255	705	10884 (24000)	1361 (3000)			
30-0622			11338 (25000)	1587 (3500)			
30-0650			98	30		480	930

Fuente: Norma NE 02.01.01 de Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. Año 2002.

ANEXO 5

HERRAJES UTILIZADOS PARA INSTALACIONES MONOFÁSICAS DE 13.8 KV

Figura 26. Remate doble de una fase



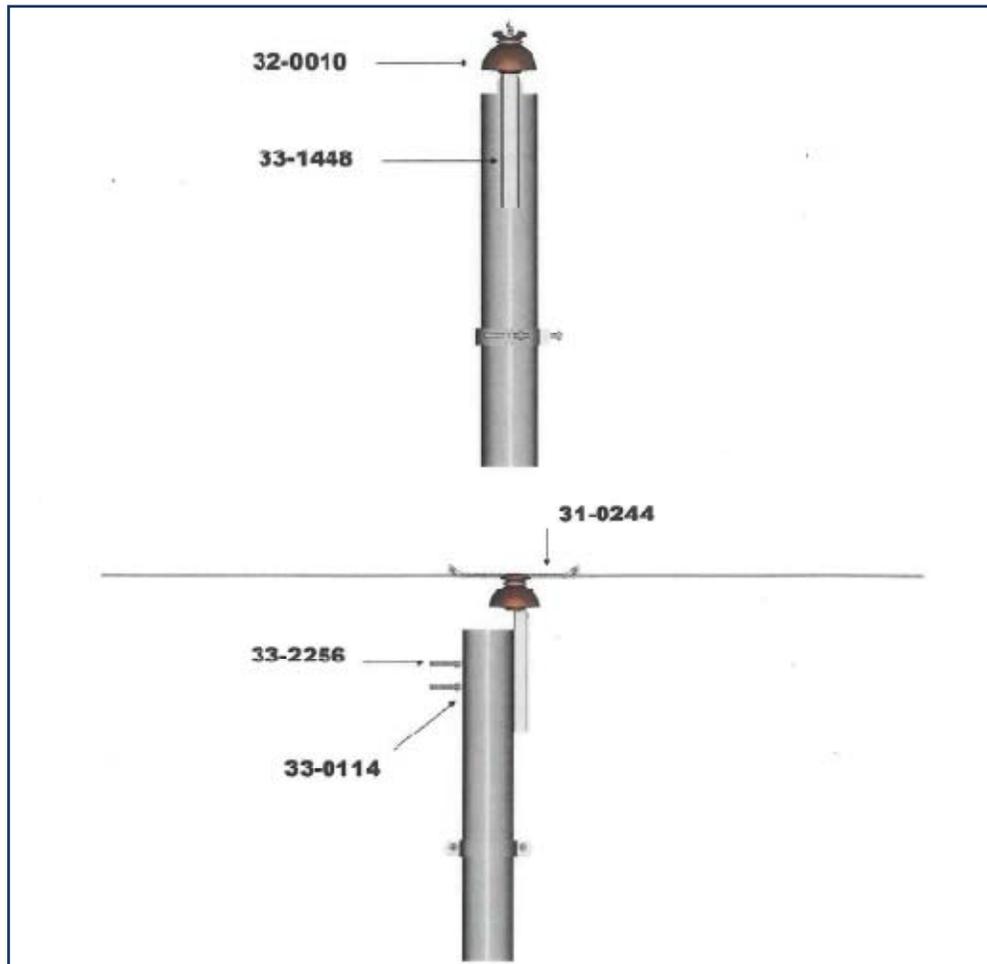
Fuente: Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. Año 2004.

Tabla XXXIII. Remate doble de una fase

CODIGO	MATERIAL	CANTIDAD
33-2256	Tornillos de máquina de 5/8" X 10"	1
33-2258	Tornillos de máquina de 5/8" X 12"	1
33-0114	Arandela cuadrada galvanizada 11/16"	4
33-0130	Argolla sin rosca de 5/8"	2
33-0690	Gancho pasador de 5/8"	2
32-0059	Aislador sintético de remate para 15 kV	2
33-0496	Guardacabo para remate preformado para cable semi-aislado	2
33-1448	Soporte de extensión primaria de 24"	1
32-0196	Aislador polimérico tipo pin para 13.2 kV	1
31-0244	Alambre forrado de aluminio # 4 para amarrador	1
71-0022	Cinta aisladora autosoldable para media tensión	1
	Empalme a compresión al 50%	1
33-0515	Empalme a compresión 50% para cable 1/0 AAC semi-aislado	
33-0517	Empalme a compresión 50% para cable 4/0 AAC semi-aislado	
33'0519	Empalme a compresión 50% para cable 336.4 MCM AAC semi-aislado	
	Remate preformado	2
33-1278	Remate preformado para 1/0 AAC semi-aislado	
	Remate preformado para 4/0 AAC semi-aislado	
	Remate preformado para 336.4 MCM AAC semi-aislado	

Fuente: Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. Año 2004.

Figura 27. Construcción una fase hasta diez grados



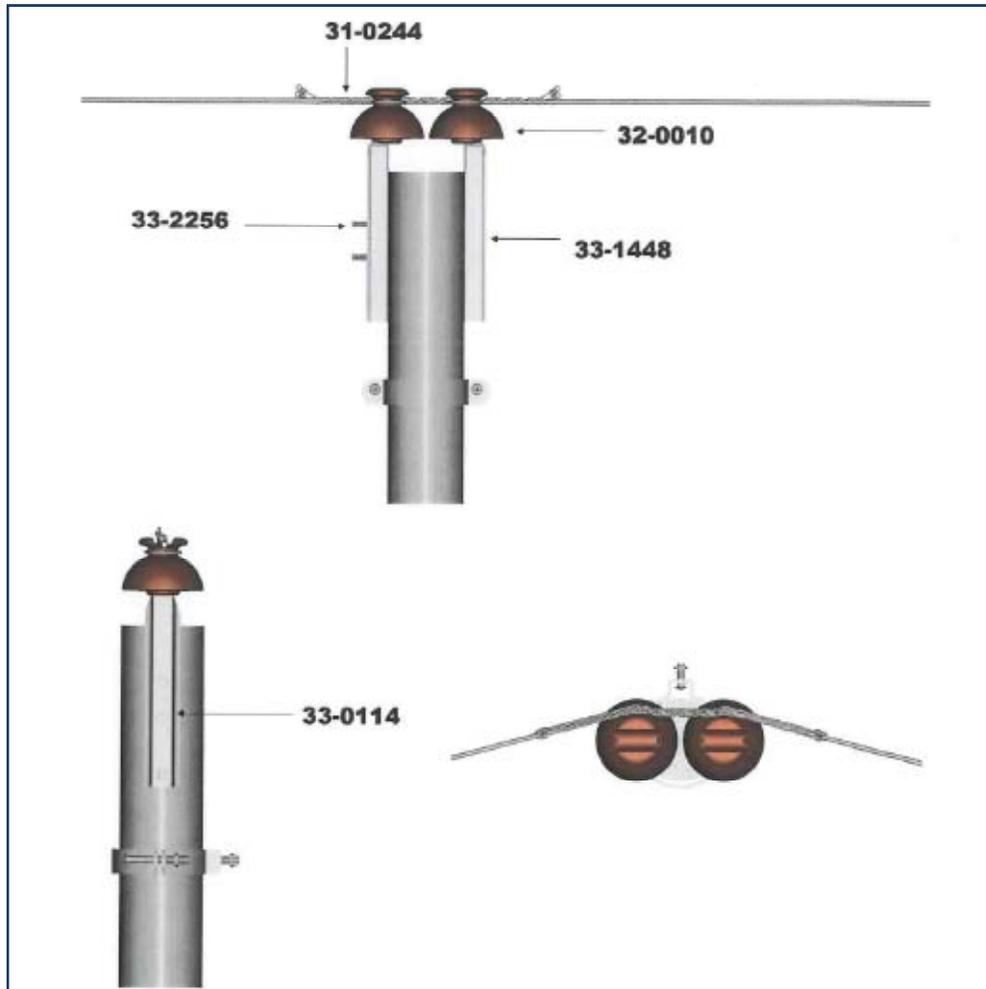
Fuente: Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. Año 2004.

Tabla XXXIV. Construcción una fase hasta diez grados

CODIGO	MATERIAL	CANTIDAD
33-2256	Tornillos de máquina de 5/8" X 10"	2
33-0114	Arandela cuadrada galvanizada 11/16"	4
33-1448	Soporte de extensión primaria de 24"	1
32-0196	Aislador polimérico tipo pin para 13.2 kV	1
31-0244	Alambre forrado de aluminio # 4 para amarrador	1

Fuente: Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. Año 2004.

Figura 28. Construcción una fase de diez a treinta grados



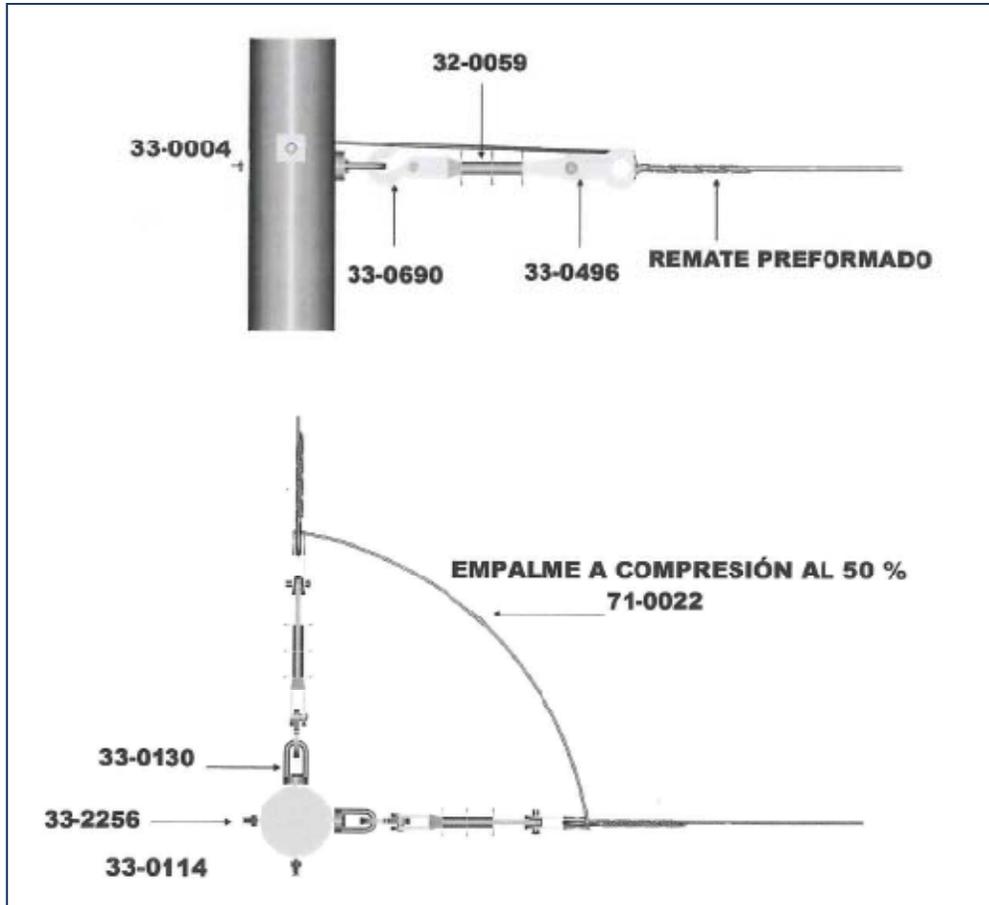
Fuente: Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. Año 2004.

Tabla XXXV. Construcción una fase de diez a treinta grados

CODIGO	MATERIAL	CANTIDAD
33-2256	Tornillos de máquina de 5/8" X 10"	2
33-0114	Arandela cuadrada galvanizada 11/16"	4
33-1448	Soporte de extensión primaria de 24"	2
32-0196	Aislador polimérico tipo pin para 13.2 kV	2
31-0244	Alambre forrado de aluminio # 4 para amarrador	2

Fuente: Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. Año 2004.

Figura 29. Construcción una fase de treinta a noventa grados



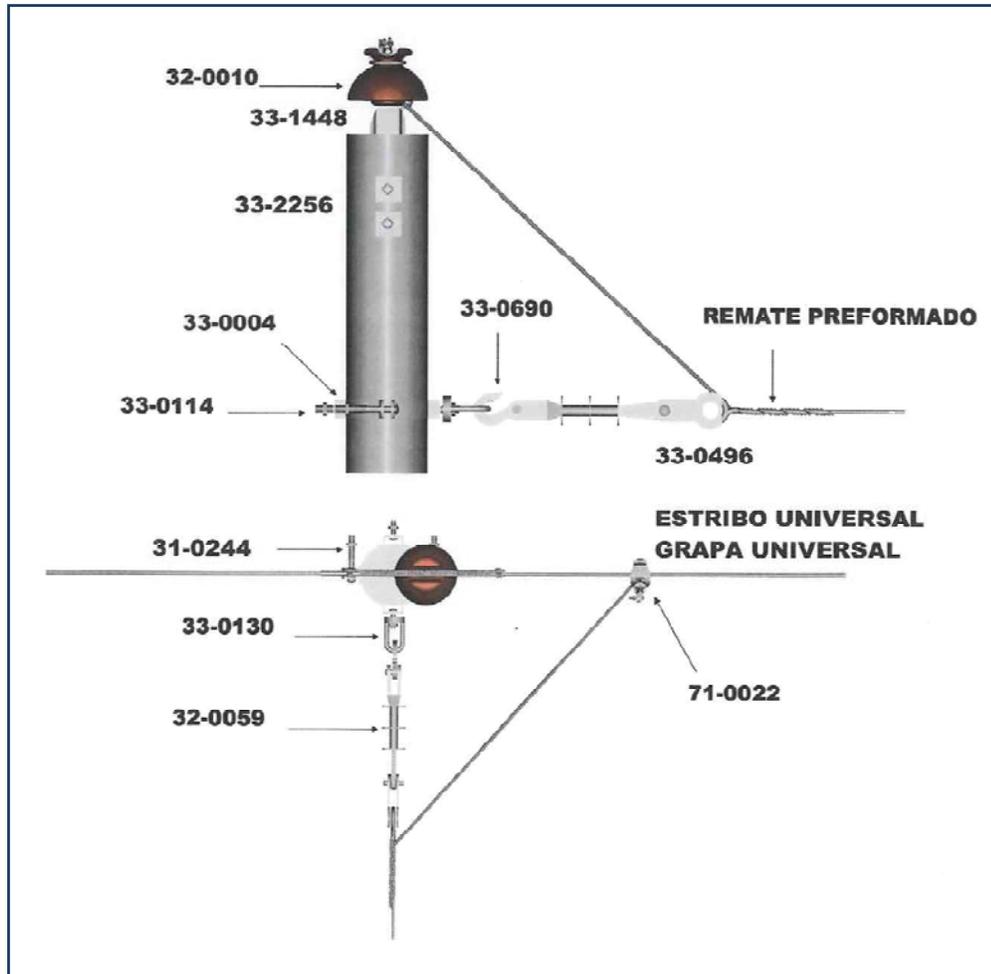
Fuente: Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. Año 2004.

Tabla XXXVI. Construcción una fase de treinta a noventa grados

CODIGO	MATERIAL	CANTIDAD
33-2256	Tornillos de máquina de 5/8" X 10"	1
33-0114	Arandela cuadrada galvanizada 11/16"	2
33-0130	Argolla sin rosca de 5/8"	2
33-0690	Gancho pasador de 5/8"	2
32-0059	Aislador sintético de remate para 15 kV	2
33-0496	Guardacabo para remate preformado para cable semi-aislado	2
33-0004	Abrazadera doble galvanizada de 6" a 8"	1
71-0022	Cinta aisladora autosoldable para media tensión	1
	Empalme a compresión al 50%	2
33-0515	Empalme a compresión 50% para cable 1/0 AAC semi-aislado	
33-0517	Empalme a compresión 50% para cable 4/0 AAC semi-aislado	
33'0519	Empalme a compresión 50% para cable 336.4 MCM AAC semi-aislado	
	Remate preformado	2
33-1278	Remate preformado para 1/0 AAC semi-aislado	
	Remate preformado para 4/0 AAC semi-aislado	
	Remate preformado para 336.4 MCM AAC semi-aislado	

Fuente: Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. Año 2004.

Figura 30. Construcción una fase en derivación



Fuente: Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. Año 2004.

Tabla XXXVII. Construcción una fase en derivación

CODIGO	MATERIAL	CANTIDAD
33-2256	Tornillos de máquina de 5/8" X 10"	2
33-0114	Arandela cuadrada galvanizada 11/16"	4
33-0130	Argolla sin rosca de 5/8"	1
33-0690	Gancho pasador de 5/8"	1
32-0059	Aislador sintético de remate para 15 kV	1
33-0496	Guardacabo para remate preformado para cable semi-aislado	1
33-0004	Abrazadera doble galvanizada de 6" a 8"	1
71-0022	Cinta aisladora autosoldable para media tensión	1
31-0244	Alambre forrado de aluminio #4 para amarrador	2
32-0196	Aislador de polimérico tipo pin para 13.2 kV	1
33-1448	Soporte para extensión primaria de 24"	1
	Grapa universal de rosca (Hot line)	1
33-0732	Grapa universal de rosca para cable 1/0 AWG	
33-0734	Grapa universal de rosca para cable 4/0 y 336.4 MCM	
	Estribo universal	1
33-0680	Estribo universal para cable 1/0 AWG	
33-0682	Estribo universal para cable 4/0 y 336.4 MCM AWG	
	Remate preformado	2
33-1296	Remate preformado para 1/0 AAC semi-aislado	
	Remate preformado para 4/0 AAC semi-aislado	
	Remate preformado para 336.4 MCM AAC semi-aislado	

Fuente: Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. Año 2004.

ANEXO 6

Tabla XXXVIII. Resultados de pruebas de laboratorio a cable protegido

XLPE-TK, CALIBRE 1/0, 15 KV				
SEMI-AISLADO CUBIERTO				
Kv	PANTALLA (mA)			
	Hilos	Cinta Agua Sal	Cinta Limpia	Cinta Agua
2.5	0.035	0.175	0.09	0.105
5.0	0.073	0.342	0.203	0.212
8.0	0.13	0.55	0.34	0.337
10.0	0.16	0.69	0.43	0.425
13.2	0.23	0.89	0.57	0.555
16.0	0.29	0.89	0.69	0.69
17.0	0.32	0.87	0.73	0.734

Fuente: Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. Año 2009.

Tabla XXXIX. Resultados de pruebas de laboratorio a dieciocho horas

XLPE-TK, CALIBRE 1/0, 15 KV				
SEMI-AISLADO CUBIERTO, 60 KV DC/18 HORAS				
Kv	Cable completo agua limpia	cable completo agua salina	Pantalla agua limpia	Pantalla agua salina
2.5	0.097	0.102	0.107	0.125
5.0	0.194	0.202	0.21	0.245
8.0	0.311	0.331	0.36	0.356
10.0	0.401	0.428	0.447	0.443
13.2	0.549	0.564	0.605	0.582
16.0	0.668	0.692	0.703	0.717
17.0	0.713	0.74	0.74	0.763

Fuente: Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. Año 2009.

Tabla XL. Resultados de pruebas de laboratorio a cuarenta y ocho horas

XLPE-TK, CALIBRE 1/0, 15 KV		
270 AMPERIOS POR 48 HORAS		
Kv	Cable completo agua limpia	Pantalla agua salina
2.5	0.133	0.12
5.0	0.254	0.252
8.0	0.387	0.391
10.0	0.465	0.484
13.2	0.609	0.645
16.0	0.74	0.771
17.0	0.801	0.821

Fuente: Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. Año 2009.

ANEXO 7

Tabla XLI. Costo de materiales

Material	Cantidad	Unidad de medida	Costo sin IVA	Costo con IVA
Crucero de madera de 96"	10	unidades	Q879.78	Q985.35
Crucero de hierro galvanizado de 96"	2	unidades	Q831.90	Q931.73
Poste de concreto de 12.20 metros (40')	3	unidades	Q5,493.55	Q6,152.78
Cable de aluminio 1/0 AAC Protegido	2,008	metros	Q47,737.65	Q53,466.17
Cable compacto de aluminio 4/0 AAC protegido	1,128	metros	Q40,648.46	Q45,526.28
Cable Compacto de aluminio 336.4 MCM AAC Protegido	1,648	metros	Q81,323.83	Q91,082.69
Cable de cobre sin forro #4 awg	30	metros	Q492.89	Q552.04
Alambre de aluminio #4 AWG para amarrador	12	metros	Q21.59	Q24.18
Alambre de aluminio #4 AWG Forrado para Amarrador	311	metros	Q3,951.04	Q4,425.16
Cable de aluminio 1/0 ACSR con forro	645	metros	Q4,545.55	Q5,091.02
Cable de aluminio #3 1/0 con forro	50	metros	Q1,015.87	Q1,137.77
Cable de acero galvanizado de 1/4"	60	metros	Q139.26	Q155.97
Cable de acero galvanizado de 5/16"	210	metros	Q958.67	Q1,073.71
Aislador carrizo blanco	2	unidades	Q10.79	Q12.08
Aislador sintético de remate para 15 kV	47	unidades	Q3,162.29	Q3,541.76
Cortacircuitos de 100 Amperios para 15 kV	1	unidad	Q293.33	Q328.53
Aislador tipo pin de polímero para red compacta para 15 Kv	68	unidades	Q3,965.81	Q4,441.71
Abrazadera doble 6" a 8"	35	unidades	Q2,086.58	Q2,336.97
Varilla de dos ojos de 5/8" X 6' para ancla	7	unidades	Q405.10	Q453.71
Arandela cuadrada de 11/16" galvanizada	57	unidades	Q103.58	Q116.01
Argolla sin rosca de 5/8"	24	unidades	Q407.94	Q456.89
Brace 28" de hierro galvanizado	12	unidades	Q190.68	Q213.56
Brace de 7' galvanizado para bandera	11	unidades	Q2,054.77	Q2,301.34
braces de madera de 40"	4	unidades	Q528.92	Q592.39
Conector compres. cable 6 a 10-14	10	unidades	Q16.41	Q18.38
Conector compres. de 1/0 a 2-6 AWG	32	unidades	Q84.07	Q94.16
Conector compres. de 1/0 a 1/0 AWG	50	unidades	Q185.72	Q208.01
Conector compres. de 4/0 a 1/0 AWG	10	unidades	Q53.69	Q60.13
Conector compres. de 4/0 a 4/0 AWG	10	unidades	Q55.32	Q61.96
Cubierta plástica C-5	10	unidades	Q20.06	Q22.47
Cubierta plástica C-7	10	unidades	Q23.02	Q25.78
Dedal galvanizado para tirante de 1/4"	4	unidades	Q11.85	Q13.27
Guarda cabo de 1 1/2" para remate preformado para cable S-A	67	unidades	Q5,868.31	Q6,572.51
Disco Expandido de hierro de 135" cuadrado P/V 5/8"x8'	7	unidades	Q524.10	Q586.99
Empalme para cable semi aislado 1/0 aéreo 15 kV	18	unidades	Q6,996.62	Q7,836.21
Empalme de aluminio Compuesto, 50% de tensión en cable 336.4 AAC	18	unidades	Q613.96	Q687.64
Empalme de aluminio Compuesto, 100% de tensión en cable 336.4 AAC	18	unidades	Q1,344.78	Q1,506.15
Estribo universal para cable 4/0 y 336.4	19	unidades	Q2,058.22	Q2,305.21
Estribo universal para cable 556.5 MCM	24	unidades	Q5,018.92	Q5,621.19

Material	Cantidad	Unidad de medida	Costo sin IVA	Costo con IVA
Gancho pasador de 5/8"	27	unidades	Q475.30	Q532.34
Gancho para tirante de 5/8"	14	unidades	Q275.41	Q308.46
Grapa universal, rosca para cable 1/0	18	unidades	Q747.36	Q837.04
Grapa universal, rosca para cable 4/0 y 336.4	8	unidades	Q736.48	Q824.86
Conector de cuña de cobre para varilla a tierra	1	unidad	Q15.76	Q17.65
Grapa remate de aluminio para cable 4/0 y 336.4	6	unidades	Q418.53	Q468.75
Grapa remate de hierro L.Guarda 5/16"	4	unidades	Q559.20	Q626.30
Grapa remate plástica, neutro 1/0-2/0	3	unidades	Q77.91	Q87.26
Prensa triple tirantes 5/16"	16	unidades	Q380.05	Q425.66
Remates preformados para cable 1/0 ACSR semi aislado	18	unidades	Q2,619.32	Q2,933.64
Remate preformado, tirante 1/4"	4	unidades	Q22.67	Q25.39
Remate preformado, tirante 5/16"	16	unidades	Q138.66	Q155.30
Remate preformado 4/0 ACSR	6	unidades	Q92.77	Q103.90
Remate preformado 4/0 AAC semi aislado	48	unidades	Q8,960.15	Q10,035.37
Remate preformado 336.4 AAC semi aislado	18	unidades	Q3,652.88	Q4,091.23
Soporte f/vidrio vert. Para aislador de pin de una fase	3	unidades	Q588.75	Q659.40
Soporte secundario de 1 carrizo	2	unidades	Q26.11	Q29.24
Soporte recto de 5/8" para crucero de madera	30	unidades	Q745.30	Q834.74
Soporte recto de 5/8" para crucero de hierro	6	unidades	Q110.22	Q123.45
Terminal tipo paleta de aluminio para 4/0 AAC	3	unidades	Q434.48	Q486.62
Terminal tipo paleta de aluminio para cable 336.4 AAC	21	unidades	Q1,850.27	Q2,072.30
Tornillo con espiral de 5/8"x 15"(400 mm)	2	unidades	Q57.59	Q64.50
Tornillo carruaje 3/8" x 5"	8	unidades	Q25.20	Q28.22
Tornillo carruaje 1/2" x 6"	7	unidades	Q34.79	Q38.96
Tornillo de máquina de 3/8" x 1 1/2"	4	unidades	Q15.50	Q17.36
Tornillo máquina 1/2" x 9"	2	unidades	Q11.72	Q13.13
Tornillo máquina 5/8" x 10"	6	unidades	Q34.95	Q39.14
Tornillo máquina 5/8"x12"	8	unidades	Q52.50	Q58.80
Tornillo máquina 5/8"x14"	4	unidades	Q36.92	Q41.35
Tornillo máquina 5/8"x18"	14	unidades	Q177.15	Q198.41
Tornillo R/corrida 5/8"x 18"	14	unidades	Q243.04	Q272.20
Varilla 5/8" x 8' con baño de cobre	1	unidad	Q67.67	Q75.79
Cinta autosoldable de silicon resistente a arco eléctrico	58	unidades	Q8,462.84	Q9,478.38
Cinta plástica de 3/4" color negro	12	unidades	Q38.78	Q43.43
Fusible T"/T" 40 Amperios	1	unidad	Q12.81	Q14.35
TOTAL			Q256,323.92	Q287,082.79
TOTAL CABLE PROTEGIDO			Q169,709.94	Q190,075.13
TOTAL HERRAJES			Q86,613.98	Q97,007.66

Fuente: Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. Año 2009.

ANEXO 8

FORMATO DE EVALUACIÓN AMBIENTAL DEL MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Fuente: Consejo Nacional de Áreas protegidas. <http://conap.gob.gt>. Fecha de consulta (Noviembre 2009).



MINISTERIO DE AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
REPUBLICA DE GUATEMALA.

EVALUACION AMBIENTAL INICIAL

(Formato propiedad del MARN)

Instrucciones	Para uso interno del MARN	
<p>El formato debe proporcionar toda la información solicitada en los apartados, de lo contrario Ventanilla Única no lo aceptará.</p> <ul style="list-style-type: none">• Completar el siguiente formato de Evaluación Ambiental Inicial (EAI), colocando una X en las casillas donde corresponda y debe ampliar con información escrita en cada uno de los espacios del documento, en donde se requiera.• Si necesita más espacio para completar la información, puede utilizar hojas adicionales e indicar el inciso o sub-inciso a que corresponde la información.• La información debe ser completada, utilizando letra de molde legible o a máquina de escribir.• Este formato también puede completarlo de forma digital, el MARN puede proporcionar copia electrónica si se le facilita el disquete, CD, USB; o bien puede solicitarlo a la siguiente dirección: vunica@marn.gob.gt• Todos los espacios deben ser completados, incluso el de aquellas interrogantes en que no sean aplicables a su actividad (explicar la razón o las razones por lo que usted lo considera de esa manera).• Por ningún motivo, puede modificarse el formato y/o agregarle los datos del proponente o logo(s) que no sean del MARN.	<p>No. Expediente:</p> <p>Clasificación del Listado Taxativo</p> <p>Firma y Sello de Recibido MARN</p>	
I. INFORMACION LEGAL.		
I.1. Nombre del proyecto obra, industria o actividad:		
I.2. Información legal:		
A) Nombre del Proponente o Representante Legal:		
B) De la empresa:		
Razón social:		
Nombre Comercial:		
No. De Escritura Constitutiva: _____		
Fecha de constitución: _____		
Patente de Sociedad Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____		
Patente de Comercio Registro No. _____ Folio No. _____ Libro No. _____		
No. De Finca _____ Folio No. _____ Libro No. _____ de _____ donde se ubica el proyecto, obra, industria o actividad.		
Número de Identificación Tributaria (NIT): _____		
I.3 Teléfono	Fax	Correo electrónico:

[Handwritten signature]

I.4 Dirección de donde se ubicará el proyecto:

Especificar Coordenadas UTM o Geográficas

Coordenadas UTM (Universal Transverse de Mercator Datum WGS84	Coordenadas Geográficas Datum WGS84
---------------------------------------------------------------	-------------------------------------

I.5 Dirección para recibir notificaciones (dirección fiscal)

I.6 Si para consignar la información en este formato, fue apoyado por una profesional, por favor anote el nombre y profesión del mismo

II. INFORMACION GENERAL

Se debe proporcionar una descripción de las operaciones que serán efectuadas en el proyecto, obra, industria o actividad, explicando las etapas siguientes:

Etapas de:		
II.1 Etapa de Construcción**	Operación	Abandono
<ul style="list-style-type: none"> - Actividades a realizar - Insumos necesarios - Maquinaria - Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> - Actividades o procesos - Materia prima e insumos - Maquinaria - Productos y subproductos (bienes o servicios) - Horario de trabajo - Otros de relevancia 	<ul style="list-style-type: none"> - acciones a tomar en caso de ceme
** Adjuntar planos		

II.3 Área

- a) Área total de terreno en m2: _____
- b) Área de ocupación del proyecto en m2: _____

II.4 Actividades colindantes al proyecto:

NORTE _____ SUR _____
 ESTE _____ OESTE _____

Describir detalladamente las características del entorno (viviendas, barrancos, ríos, basureros, iglesias, centros educativos, centros culturales, etc.):

DESCRIPCION	DIRECCION (NORTE, SUR, ESTE, OESTE)	DISTANCIA AL SITIO DEL PROYECTO

II.5 Dirección del viento:

II.7 Datos laborales

- a) Jornada de trabajo: Diurna () Nocturna () Mixta () Horas Extras _____
- b) Número de empleados por jornada _____ Total empleados _____
- c) otros datos laborales, especifique _____

II.8 PROYECCIÓN DE USO Y CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...

CONSUMO DE AGUA, COMBUSTIBLES, LUBRICANTES, REFRIGERANTES, OTROS...

	tipo	s/nº	cantidad/ [mes, día, horas]	proveedor	uso	especificaciones u observaciones	Forma de almacenamiento
agua	servicio público						
	pozo						
	agua superficial						
	otro						
combustibles*	gasolina						
	diesel						
	kunker						
	glo						
	otro						
lubricantes	solubles						
	no solubles						
refrigerantes							
OTROS							

*NOTA: Si se cuenta con licencia extendida por la Dirección General de Hidrocarburos del Ministerio de Energía y Minas, para comercialización o almacenamiento de combustibles, adjuntar copia

III. TRANSPORTE

III.1 En cuanto a aspectos relacionados con el transporte y parqueo de los vehículos de la empresa, proporcionar los datos siguientes:

- a) Número de vehículos _____
- b) Tipo de vehículo _____
- c) año para estacionamiento y área que ocupa _____

IV. IMPACTOS AMBIENTALES QUE PUEDEN SER GENERADOS POR EL PROYECTO, OBRA, INDUSTRIA O ACTIVIDAD

IV. 1 CUADRO DE IMPACTOS AMBIENTALES

En el siguiente cuadro, identificar el o los impactos ambientales que pueden ser generados como resultado de la construcción y operación del proyecto, obra, industria o actividad. Marcar con una X o indicar que no aplica, no es suficiente, por lo que se requiere que se describa y detalle la información, indicando si corresponde o no a sus actividades (usar hojas adicionales si fuera necesario).

No.	Aspecto Ambiental	Impacto ambiental	Tipo de impacto ambiental (de acuerdo con la descripción del cuadro anterior)	Indicar los lugares de donde se espera se generen los impactos ambientales	Manejo ambiental Indicar qué se hará para evitar el impacto al ambiente, trabajadores y/o vecindario.
1	Aire	Gases o partículas (polvo, vapores, humo, hollín, monóxido de carbono, óxidos de azufre, etc.)			
		Ruido			
		Vibraciones			
		Olores			
2	Agua	Abastecimiento de agua			
		Aguas residuales Ordinarias (aguas residuales generadas por las actividades domésticas)	Cantidad:		
		Aguas residuales Especiales (aguas residuales generadas por servicios públicos municipales, actividades de servicios, industriales, agrícolas, pecuarias, hospitalarias)	Cantidad:	Descarga:	
		Mezcla de las aguas residuales anteriores	Cantidad:	Descarga:	
		Agua de lluvia	Captación	Descarga:	
3	Suelo	Desechos sólidos (basura común)	Cantidad:		
		Desechos Peligrosos (con una o más de las siguientes características: corrosivos, reactivos, explosivos, tóxicos, inflamables y bioinfectuosos)	Cantidad:	Disposición	
		Descarga de aguas residuales (si van directo al suelo)			

Ver nota

		Modificación del relieve o topografía del área			
4	Biodiversidad	Flora (árboles, plantas)			
		Fauna (animales)			
		Ecosistema			
5	Visual	Modificación del paisaje			
6	Social	Cambio o modificaciones sociales, económicas y culturales, incluyendo monumentos arqueológicos			
7	Otros				

NOTA: Complementaria a la información proporcionada se solicitan otros datos importantes en los numerales siguientes.

V. DEMANDA Y CONSUMO DE ENERGIA	
CONSUMO	
V.1 Consumo de energía por unidad de tiempo (KWh/hr o kWh/mes) _____	
V.2 Forma de suministro de energía	
a) Sistema público _____	
b) Sistema privado _____	
c) generación propia _____	
V.3 Dentro de los sistemas eléctricos de la empresa se utilizan transformadores, condensadores, capacitores o inyectores eléctricos? SI _____ NO _____	
V.4 Qué medidas propone para disminuir el consumo de energía o promover el ahorro de energía? _____	
VI. EFECTOS Y RIESGOS DERIVADOS DE LA ACTIVIDAD	
VI.1 Efectos en la salud humana del vecindario:	
a) <input type="checkbox"/> la actividad no representa riesgo a la salud de pobladores cercanos al sitio	
b) <input type="checkbox"/> la actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de pobladores	
c) <input type="checkbox"/> la actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de pobladores	
Del inciso marcado explique las razones de su respuesta, identificar que o cuales serían las actividades riesgosas: _____	
VI.2 En el área donde se ubica la actividad, a qué tipo de riesgo puede estar expuesto?	
a) inundación () b) explosión () c) deslizamientos ()	
d) derrame de combustible () e) fuga de combustible () d) incendio () e) Otro ()	
Detalle la información explicando el por qué? _____	

VI.3 riesgos ocupacionales:

- Existe alguna actividad que represente riesgo para la salud de los trabajadores
- La actividad provoca un grado leve de molestia y riesgo a la salud de los trabajadores
- La actividad provoca grandes molestias y gran riesgo a la salud de los trabajadores
- No existen riesgos para los trabajadores

Ampliar información:

VI.4 Equipo de protección personal

VI.4.1 Se provee de algún equipo de protección para los trabajadores? SI () NO ()

VI.4.2 Detallar que clase de equipo de protección se proporciona:

VI.4.3 ¿Qué medidas propone para evitar las molestias o daños a la salud de la población y/o trabajadores?

DOCUMENTOS QUE DEBEN ADJUNTAR AL FORMATO:

- Plano de localización o mapa escala 1:50.000
- Plano de ubicación
- Plano de distribución
- Plano de los sistemas hidráulico sanitarios (agua potable, aguas pluviales, drenajes, planta de tratamiento)
- Presentar original y copia completa del formato al MARN y una copia para sellar de recibido
- Presentar documento foliado (de atrás hacia adelante)
- Fotocopia de cedula de vecindad
- Declaración jurada

NOTA: EL TAMAÑO DE PLANOS POR CIRCULAR 003-2006/CANVN/BEA DEBERAN SER:

- CARTA
- OFICIO
- DOBLE CARTA


Vo.Bo. Ing. Carlos Abel Noriega Velásquez
Directos General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales



