



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

**PROYECTO DE PLANIFICACIÓN PARA INTRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA
LAS COMUNIDADES CHAJANEB, SACTZ'ICNIL, CHAJCOAL, SEBOB, COJILÁ, CHIQUIC,
CAQLAIB Y SANTO TOMÁS, DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN CHAMELCO,
DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ**

Itzamná Pop Tecún

Asesorado por el Ing. Carlos Alberto Fernando Navarro Fuentes

Guatemala, septiembre de 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROYECTO DE PLANIFICACIÓN PARA INTRODUCCIÓN DE ENERGÍA
ELÉCTRICA PARA LAS COMUNIDADES CHAJANEB, SACTZ'ICNIL,
CHAJCOAL, SEBOB, COJILÁ, CHIQUIC, CAQLAIB Y SANTO TOMÁS, DEL
MUNICIPIO DE SAN JUAN CHAMELCO, DEPARTAMENTO DE ALTA
VERAPAZ**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

**PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR**

ITZAMNÁ POP TECÚN

**ASESORADO POR EL ING. CARLOS ALBERTO FERNANDO
NAVARRO FUENTES**

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTRICISTA

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2011

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Ing. Miguel Angel Dávila
VOCAL IV	Br. Juan Carlos Molina Jiménez
VOCAL V	Br. Mario Maldonado Muralles
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Natanael Jonathan Requena Gómez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Alberto Fernando Navarro Fuentes
EXAMINADOR	Ing. Jorge Luis Pérez Rivera
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

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

**PROYECTO DE PLANIFICACIÓN PARA INTRODUCCIÓN DE ENERGÍA
ELÉCTRICA PARA LAS COMUNIDADES CHAJANEB, SACTZ'ICNIL,
CHAJCOAL, SEBOB, COJILÁ, CHIQUIC, CAQLAIB Y SANTO TOMÁS, DEL
MUNICIPIO DE SAN JUAN CHAMELCO, DEPARTAMENTO DE ALTA
VERAPAZ**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha de enero de 2010.

Itzamná Pop Tecún

Guatemala, 14 de Octubre de 2010

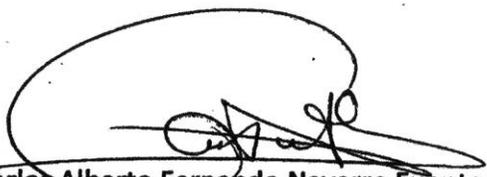
Señores
Unidad de Practicas de Ingeniería EPS
Facultad de ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala

Saludos cordiales y deseos de éxitos en sus actividades cotidianas.

Atentamente le informo que he revisado completamente el trabajo de graduación titulado: "PROYECTO DE PLANIFICACIÓN PARA INTRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA LAS COMUNIDADES CHAJANEB, SACTZ'ICNIL, CHAJCOAL, SEBOB, COJILÁ, CHIQUIC, CAQLAIB Y SANTO TOMÁS, DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN CHAMELCO, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ", desarrollado por el señor Itzamná Pop Tecún; dicho trabajo cumple con los objetivos propuestos en el anteproyecto de tesis.

Por lo tanto, el autor de este trabajo y yo, como su asesor, nos hacemos responsables por el contenido y conclusiones del mismo.

Atentamente,



Carlos Alberto Fernando Navarro Fuentes

Ingeniero Electricista Carlos Alberto Fernando Navarro Fuentes
Colegiado 8339 Ingeniero Electricista
Colegiado 8338



Guatemala, 17 de agosto de 2011.
Ref.EPS.DOC.1010.08.11.

Inga. Norma Ileana Sarmiento Zeceña de Serrano
Directora Unidad de EPS
Facultad de Ingeniería
Presente

Estimada Ingeniera Sarmiento Zeceña.

Por este medio atentamente le informo que como Supervisor de la Práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), del estudiante universitario **Itzamná Pop Tecún** de la Carrera de Ingeniería Eléctrica, con carné No. **9711974**, procedí a revisar el informe final, cuyo título es **“PROYECTO DE PLANIFICACIÓN PARA INTRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA LAS COMUNIDADES CHAJANEB, SACTZ'ICNIL, CHAJCOAL, SEBOB, COJILÁ, CHIQUIC, CAQLAIB Y SANTOS TOMAS, DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN CHAMELCO, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ”**.

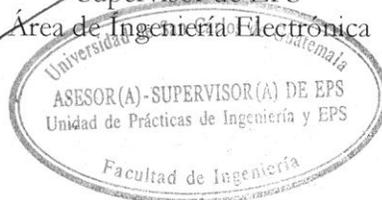
En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Ing. Natanael Jorathan Requena Gómez
Supervisor de EPS
Área de Ingeniería Electrónica



c.c. Archivo



Ref. EIME 55. 2011
Guatemala, 23 de AGOSTO 2011.

FACULTAD DE INGENIERIA

Señor Director
Ing. Guillermo Antonio Puente Romero
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado:
"PROYECTO DE PLANIFICACIÓN PARA INTRODUCCIÓN DE
ENERGÍA ELÉCTRICA PARA LAS COMUNIDADES CHAJANEB,
SACTZ'ICNIL, CHAJCOAL, SEBOB, COJILÁ CHIQUIC,
CAQLAIB Y SANTO TOMAS, DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN
CHAMELCO, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ", del
estudiante ITZAMNÁ POP TECÚN, que cumple con los requisitos
establecidos para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,
D Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Jorge Luis Pérez Rivera
Coordinador de Potencia

JLPR/sro





Guatemala, 17 de agosto de 2011.
Ref.EPS.D.697.08.11.

Ing. Guillermo Antonio Puente Romero
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería
Presente

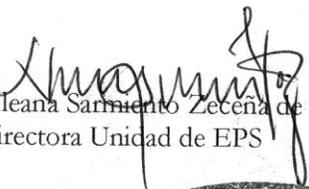
Estimado Ingeniero Puente Romero.

Por este medio atentamente le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado, (E.P.S) titulado **"PROYECTO DE PLANIFICACIÓN PARA INTRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA LAS COMUNIDADES CHAJANEB, SACTZ'ICNIL, CHAJCOAL, SEBOB, COJILÁ, CHIQUIC, CAQLAIB Y SANTOS TOMAS, DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN CHAMELCO, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ"** que fue desarrollado por el estudiante universitario, **Itzamná Pop Tecún**, quien fue debidamente asesorado por el Ing. Carlos Alberto Navarro Fuentes y supervisado por el Ing. Natanael Jonathan Requena Gómez.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley del referido trabajo y existiendo la aprobación del mismo por parte del Asesor y del Supervisor de EPS, en mi calidad de Directora apruebo su contenido solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,
"Id y Enseñad a Todos"


Inga. Norma Ileana Sarmiento Zecena de Serrano
Directora Unidad de EPS

NISZ/ra





REF. EIME 54. 2011.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; ITZAMNÁ POP TECÚN titulado: "PROYECTO DE PLANIFICACIÓN PARA INTRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA LAS COMUNIDADES CHAJANEB, SACTZ'ICNIL, CHAJCOAL, SEBOB, COJILÁ CHIQUIC, CAQLAIB Y SANTO TOMÁS, DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN CHAMELCO, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ", procede a la autorización del mismo.

Ing. Guillermo Antonio Puente Romero



GUATEMALA, 23 DE AGOSTO 2011.



DTG. 354.2011

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 Eléctrica, al trabajo de graduación titulado: **PROYECTO DE PLANIFICACIÓN PARA INTRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA PARA LAS COMUNIDADES CHAJANEB, SACTZ'ICNIL, CHAJCOAL, SEBOB, COJILÁ, CHIQUIC, CAQLABI Y SANTO TOMÁS, DEL MUNICIPIO DE SAN JUAN CHAMELCO, DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ,** presentado por el estudiante universitario Itzamná Pop Tecún, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

Ing. Murphy Olimpo Paiz Recinos
Decano



Guatemala, 22 de septiembre de 2011.

/gdech

AGRADECIMIENTO A:

Al creador	Por darme el honor de vivir esta vida.
Mis padres	Antonio Pop Caal (q.e.p.d.) y Gloria Dominga Tecún Canil, por el apoyo incondicional brindado en todo momento.
Mi esposa	Gricelda, por ser uno de los pilares de mi vida.
Mis hijos	Mesitli Nikté, Tepeu Sinakán y Tojil Itzamná, por ser ellos la inspiración y la motivación para este esfuerzo.
Mis hermanos	Iquibalam e Ixmucané, con mucho cariño, por sus buenos consejos y por brindarme su apoyo.
Compañeros y amigos	Por demostrarme que puedo contar con ellos.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme y guiar el conocimiento de esta carrera.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por darme la oportunidad de disfrutar estas experiencias tan gratas.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	I
GLOSARIO	V
RESUMEN.....	VII
OBJETIVOS	IX
INTRODUCCIÓN.....	XI
1. FASE DE INVESTIGACIÓN	
1.1. Información de la comunidad.....	1
1.1.1. Ubicación y localización	2
1.1.2. Límites y colindancias	3
1.1.3. Topografías.....	3
1.2. Aspectos sociales.....	4
1.2.1. Demografía	4
1.2.2. Religión	5
1.2.3. Educación	5
1.3. Diagnóstico de necesidades en infraestructura y servicios básicos	5
1.3.1. Descripción de las necesidades	5
1.3.2. Priorización de las necesidades	6
2. FASE DE SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL	
2.1. Generalidades	7
2.1.1. ¿Qué es un sistema de distribución	7
2.1.2. Distancias mínimas de seguridad en la construcción de una línea de distribución.....	8

2.1.2.1.	Distancia de seguridad vertical sobre el nivel del suelo.....	9
2.1.2.2.	Distancia de seguridad entre conductores soportados por diferentes estructuras	9
2.1.2.2.1.	Distancia horizontal entre conductores	9
2.1.2.2.2.	Distancia vertical entre conductores	10
2.1.2.2.3.	Distancia vertical entre conductores soportados por la misma estructura	11
2.1.3.	Características generales de diseño de una línea de distribución de 13,2 kV	11
2.1.3.1.	Selección de la trayectoria	11
2.1.3.2.	Derecho de vía.....	13
2.1.3.2.1.	Requisitos que deben cumplirse derecho de vía sea funcional	13
2.1.3.3.	Localización de las estructuras	14
2.1.3.4.	Condiciones metereológicas	14
2.1.4.	Sistemas de soporte	16
2.1.4.1.	Tipos de estructura de soporte	16
2.1.4.2.	Disposición y espaciamiento de los conductores.....	18
2.1.4.2.1.	Disposición horizontal.....	18
2.1.4.2.2.	Disposición vertical (compacta).....	18
2.1.4.3.	Fundamentos de diseño de una línea de distribución de 13,2 kV	19

2.1.4.4.	Características generales del tramo de línea en estudio para evaluación económica	19
2.1.4.5.	Intensidad máxima de corriente	20
2.1.4.6.	Resistencia	20
2.1.4.7.	Reactancia.....	21
2.1.4.8.	Susceptancia	22
2.1.4.9.	Conductancia.....	23
2.1.4.10.	Potencia a transportar	23
2.2.	Protección de circuitos de distribución	24
2.2.1.	Fallas permanentes y fallas temporales	24
2.2.2.	Funciones del sistema de protección	24
2.2.3.	Aspectos importantes para el diseño del sistema de protección y selección del equipo	25
2.2.4.	Cortacircuitos y fusibles	25
2.2.5.	Restaurador (recloser) de subestación.....	25
2.2.6.	Seccionalizadores	25
2.2.7.	Cálculo de cortocircuito	26
2.2.8.	Ejemplo de cálculo de cortocircuito monofásico	26
2.3.	Diseño de planificación para introducción de energía eléctrica para las comunidades Chajaneb, Sactz'icnil, Chajcoal, Sebob, Cojilá, Chiquic, Caqlaib y Santo Tomás, del municipio de San Juan Chamelco, departamento de Alta Verapaz	28
2.3.1.	Criterios de diseño para la selección de estructuras	28
2.3.1.1.	Fuerzas mecánicas sobre las estructuras.....	29
2.3.1.1.1.	Fuerzas transversales.....	31
2.3.1.1.2.	Vano de viento.....	32
2.3.1.1.3.	Fuerza debida al viento en los cables	33

2.3.1.1.4.	Fuerza debida al viento en el poste.....	34
2.3.1.1.5.	Fuerza debida a la deflexión de la línea.....	35
2.3.1.1.6.	Fuerzas verticales	35
2.3.1.1.7.	Vano de peso	36
2.3.1.1.8.	Fuerzas longitudinales.....	36
2.3.1.2.	Flecha y tensión mecánica del conductor.....	37
2.3.1.2.1.	Planteamiento de la ecuación de la flecha	37
2.3.1.2.2.	Comprobaciones entre la catenaria y la parábola	40
2.3.2.	Principales normas aplicadas al diseño de la red	41
2.3.2.1.	Distribución primaria	43
2.3.2.2.	Distribución secundaria.....	43
2.3.2.2.1.	Tipos de postes	44
2.3.2.2.2.	Características de conductores.....	46
2.3.2.2.3.	Selección de transformador de distribución	47
2.3.2.2.4.	Tipos de acometidas	48
2.3.2.2.5.	Sistema de tierras.....	50
2.3.2.2.6.	Retenidas	54
2.3.2.2.7.	Neutro	54
2.3.3.	Levantamiento topográfico.....	56
2.3.3.1.	Toma de puntos de ubicación mediante GPS	56
2.3.3.2.	Diseño de mapa.....	57

2.3.4.	Ingeniería de la red	57
2.3.4.1.	Generalidades	57
2.3.4.2.	Carga estimada	58
2.3.4.3.	Carga proyectada a 10 años	60
2.3.4.4.	Densidad de carga	61
2.3.4.5.	Selección del nivel de tensión de distribución	62
2.3.4.6.	Selección de conductores.....	64
2.3.4.7.	Caídas de tensión.....	66
2.3.4.8.	Calculo de protección de la red de distribución	68
2.3.5.	Cronograma de elaboración del proyecto.....	68
2.3.5.1.	Diagrama de Gantt	68
2.3.6.	Presupuesto	69
2.3.6.1.	Costos directos.....	69
2.3.6.2.	Costos indirectos	70
2.3.6.3.	Costos totales.....	71
3.	FASE DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE	
3.1.	Capacitación al representante de la comunidad	73
3.1.1.	Resultados de la presentación	73
3.1.2.	Mejoras propuestas por los COCODES	74
3.1.3.	Implementación de mejoras	74
	CONCLUSIONES	75
	RECOMENDACIONES.....	77
	BIBLIOGRAFÍA.....	79
	APÉNDICES.....	81

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Mapa del municipio de San Juan Chamelco, Alta Verapaz, que contiene aldeas y caseríos.....	2
2.	Distancias de seguridad vertical entre conductores en sus soportes.....	13
3.	División de las zonas de viento.....	15
4.	División de las zonas de temperatura.....	17
5.	Diagrama unifilar y datos del ejemplo de corto circuito.....	26
6.	Vista en planta de la fuerza ejercida por el viento sobre las estructuras de una línea.....	31
7.	Vanos de viento y de peso.....	32
8.	Flecha de un conductor sostenido por dos estructuras.....	37
9.	Relación entre la flecha y tensión de un conductor.....	38
10.	Representación de tensiones mecánicas en un cable conductor.....	41
11.	Línea derivada y subderivada.....	45
12.	Puesta a tierra en poste de hormigón.....	51
13.	Montaje conjunto retenida en tornillo existente.....	55
14.	Sistema monofásico de 3 hilos con tensión 120/240 voltios.....	62
15.	Sistema trifásico a 4 hilos con tensión 120/240 voltios.....	63

TABLAS

I.	Colindancias de las comunidades Santa Catalina Chajaneb, Sactz'icnil, Chajcoal, Sebob, Cojilá, Chiquic, Caqlaib y Santo Tomás.....	4
II.	Distancia de seguridad vertical de conductores al nivel del suelo.....	8
III.	Distancia vertical de conductores soportados por diferentes estructura.....	10
IV.	Distancia horizontal entre conductores soportados por la misma estructura.....	12
V.	Valores de resistencia para distintos conductores normalizados.....	20
VI.	Valores de reactancia por unidad de longitud.....	22
VII.	Valores de susceptancia por unidad de longitud.....	23
VIII.	Características mecánicas y dimensionales de postes de concreto.....	29
IX.	Postes de madera según esfuerzo y clase.....	46
X.	Los conductores y su código.....	47
XI.	Coefficiente de simultaneidad en función de usuarios.....	59
XII.	Potencia a requerir para las comunidades en estudio.....	60
XIII.	Densidad de carga de las comunidades en estudio.....	61
XIV.	Características de conductores para baja tensión.....	65
XV.	Selección de conductores para acometidas	65
XVI.	Características de conductores de uso exclusivo de acometidas de usuarios.....	66
XVII.	Características de conductores de uso en líneas y Acometidas.....	67

XVIII.	Costos directos de proyectos.....	69
XIX.	Costos indirectos de proyectos.....	70
XX.	Costos totales de proyectos.....	71

GLOSARIO

Alta tensión	Nivel de tensión superior a sesenta mil (60 000) voltios.
Amperio	Es dimensional de la intensidad de corriente eléctrica.
ANSI	<i>American National Standards Institute.</i>
ASTM	<i>American Society for Testing and Materials.</i>
Aterrizado	Conectado o en contacto con la tierra, o conectado a alguna extensión de un cuerpo conductor que sirve en lugar de la tierra.
Baja tensión	Nivel de tensión igual o inferior a mil (1 000) voltios.
Estructura	Es la unidad principal de soporte, generalmente, se aplica al poste o adaptado para ser utilizado como medio de suspensión de líneas aéreas de energía eléctrica.
Falla	Corresponde a una indisponibilidad forzada.
Frecuencia nominal	Es la frecuencia nominal del Sistema Eléctrico Nacional, con un valor de 60 Hertz.

Línea de transmisión y/o distribución	<p>Es el medio físico que permite conducir energía eléctrica entre dos puntos. Las líneas podrán ser de transmisión o de distribución, de acuerdo a su función.</p> <p>La calificación de líneas de transmisión o distribución corresponderá a la comisión en base a criterios técnicos proporcionados por el administrador del mercado mayorista.</p>
Media tensión	Nivel de tensión superior a mil (1 000) o igual a sesenta mil (60 000) voltios.
Peaje	Pago que devenga el propietario de las instalaciones de transmisión, transformación o distribución por permitir el uso de dichas instalaciones para la transportación de potencia y energía eléctrica por parte de terceros.
Sistema de Tierra	Sistema de conductores, de los cuales uno de ellos o un punto de los mismos está, efectivamente, aterrizado, ya sea en forma sólida o a través de un dispositivo limitador de corrientes no interrumpibles.
Tensión	Voltaje o diferencia de potencial efectiva (rms) entre dos conductores o entre un conductor y tierra.
Transmisión de energía eléctrica	Es la actividad que tiene por objeto el transporte de energía eléctrica a través de sistema de transmisión.
Vano	Distancia horizontal entre dos estructuras consecutivas.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación, es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado, que se realizó a las comunidades Chajaneb, Sactz'icnil, Chajcoal, Sebob, Cojilá, Chiquic, Caqlaib y Santo Tomás, pertenecientes al municipio de San Juan Chamelco, del departamento de Alta Verapaz. Consolida la planificación para la solución del problema de la falta del servicio de energía eléctrica, brindando estudios de planificación para la introducción de energía eléctrica basados en los conocimientos obtenidos durante la formación académica.

Para satisfacer las necesidades de estas comunidades se diseñó un sistema para la red de distribución de energía eléctrica a los vecinos que cumplen con las normas estandarizadas en la construcción de servicios de distribución eléctrica, establecidas por la empresa Unión Fenosa Deocsa/Deorsa, por ser la encargada de la distribución en esta parte del país.

Estas comunidades están ubicadas en zonas quebradas donde existen grandes cerros, ríos y mucha vegetación, no se cuenta con un mapa preciso, por lo que ha sido necesario el uso de tecnología de punta para marcar la ubicación de la trayectoria a seguir de las líneas de distribución y realizar el diseño propuesto.

Así mismo, se elaboró el presupuesto del proyecto, renglones de trabajo, cronogramas de avance físico, financiero y los planos respectivos, que se incluyen en este trabajo de graduación.

OBJETIVOS

General

Estructurar los estudios para la introducción de energía eléctrica a las comunidades Chajaneb, Sactz'icnil, Chajcoal, Sebob, Cojilá, Chiquic, Caqlaib y Santo Tomás, pertenecientes al municipio de San Juan Chamelco, del departamento de Alta Verapaz.

Específicos

1. Obtener datos por medio de coordenadas UTM para la ubicación geográfica de las estructuras eléctricas.
2. Diseñar redes eléctricas de distribución monofásica para las comunidades en estudio, que no cuentan con el servicio eléctrico.
3. Organizar y proponer los renglones de trabajo necesarios para la ejecución de los proyectos.
4. Elaborar el presupuesto para la implementación de los proyectos de introducción de energía eléctrica en las ocho comunidades del municipio de San Juan Chamelco.

INTRODUCCIÓN

El Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), tiene como principal propósito brindar al estudiante sancarlista conciencia social al prestar un servicio con proyección social, siendo este el mecanismo por el cual el estudiante de Ingeniería pone en práctica los conocimientos adquiridos durante su formación académica.

Con este enfoque, se ha elaborado el presente documento que contiene los estudios de planificación para la introducción de energía eléctrica a las comunidades Chajaneb, Sactz'icnil, Chajcoal, Sebob, Cojilá, Chiquic, Caqlaib y Santo Tomás, pertenecientes al municipio de San Juan Chamelco, del departamento de Alta Verapaz. Con esto se busca brindar apoyo a dicha municipalidad para que gestione fondos para ejecutar estos proyectos, beneficiando a las ocho comunidades mencionadas.

Debido que estas comunidades no cuentan con el servicio eléctrico y tomando en cuenta que este servicio es una de las principales fuentes que mueven la economía en un país, se ha tomado con carácter urgente la realización de dichos estudios, ya que es el primer paso para lograr la ejecución de los proyectos. En este trabajo de graduación se establecen las particularidades propias del proyecto, tanto de la carga que provea de energía eléctrica a las instalaciones, así como la demanda que estas requieren para optimizar el funcionamiento normal del mismo.

Con el estudio eléctrico, se tiene el diseño de las redes de distribución del proyecto de introducción de energía eléctrica a estas comunidades, tomando en cuenta la ubicación geográfica de ésta; se establece específicamente para cada área, el diseño físico que éstas tendrán, ilustrada en planos eléctricos, donde se incluyen los diseños de los bancos de transformadores que estos requieran y la distribución de la energía eléctrica dentro de las comunidades incluidas en el estudio.

Los fondos e insumos necesarios para la ejecución de estos proyectos serán aportados por la municipalidad, gobierno en turno o entidad no gubernamental y vecinos interesados.

1. FASE DE INVESTIGACIÓN

1.1. Información de las comunidades

Las comunidades Chajaneb, Sactz'icnil, Chajcoal, Sebob, Cojilá, Chiquic, Caqlaib y Santo Tomás, pertenecen al municipio de San Juan Chamelco, en el departamento de Alta Verapaz. La principal actividad de estas comunidades consiste en la agricultura, produciendo maíz y frijol; así mismo se cultiva café y en pequeña escala la crianza de ganado y cerdo. Lo que se produce en estas comunidades es principalmente para autoconsumo.

En las comunidades existen Auxiliaturas Municipales, que son representadas por un Alcalde Auxiliar, elegido por la comunidad y nombrado por la Municipalidad, constituido como Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODE).

1.1.1. Ubicación y localización

San Juan Chamelco es un municipio del departamento de Alta Verapaz, de la región Norte del territorio de la República de Guatemala, que se ubica a 220 kilómetros de la ciudad capital de Guatemala por la carretera CA-14. La ubicación de las comunidades se detallan a continuación: Chajaneb se encuentra a 7 km, Sactz'icnil a 14 km, Chajcoal a 9 km, Sebob a 20 km, Cojilá a 5 km, Chiquic a 5 km, Caqlaib a 11 km y Santo Tomás a 7 km, distancias tomadas partiendo del centro de la cabecera municipal.

La cabecera municipal de San Juan Chamelco se localiza en las siguientes coordenadas: 15°25'20" de latitud y 50°19'45' de longitud; a una altura aproximada de 1,420.00 msnm.

1.1.2. Límites y colindancias

El municipio de San Juan Chamelco limita al Norte con el municipio de San Pedro Carcha; al Este, con el municipio de Tukurú, al Oeste, con la cabecera departamental Cobán y al Sur, con Tamahú (ver figura 1).

Las colindancias de las comunidades a las cuales se ha realizado estudio de introducción de energía eléctrica se detallan en la tabla I.

1.1.3. Topografías

La cabecera municipal de San Juan Chamelco se encuentra circundada de montañas que son nombradas por su idioma nativo según el punto cardinal en que se encuentra. Al Norte se localiza la montaña K'aam Chaj, que significa "pita de pino": al Sur se encuentra el cerro Xucaneb', sin traducción; al Oriente el cerro Paapa', sin traducción; y al poniente la montaña B'eenkab', que significa "sobre la casa"; atravesando el valle un río llamado Chi'o, que significa "en los aguacatales".

El terreno es bastante boscoso con ciertas áreas designadas para las siembras de maíz y con buena parte de sus cerros con suelo de caliza, con pendientes inclinadas y poco profundas.

Tabla I. **Colindancias de las comunidades Chajaneb, Sactz'icnil, Chajcoal, Sebob, Cojilá, Chiquic, Caqlaib y Santo Tomás**

	Norte	Este	Oeste	Sur
Sta. Catalina CHAJANEB	Chiquic	Santo Tomás	Chajcoal	Santa Cesilia CHAJANEB
Sactz'icnil	Municipio de San Pedro Carchá	Chajcoal y Paapa'	Chitepey II	Seovis
Chajcoal	Municipio de San Pedro Carchá	Chiikik'	SACTZ'ICNIL	Paapa'
Sebob	Xaliha'	San Pablo Xukaneb'	Chamisun	Municipio de Cobán
Cojilá	Santo Tomás	Raxonil	Santa Cesilia CHAJANEB	Roimax
Chiquic	Municipio de San Pedro Carchá	Las Cruces	Chajcoal	Chajaneb
Caqlaib	Paapa'	Chioya'	Roimax	Seovis
Sto. Tomás CHAJANEB	Chiquic	Sotz'il	Chajaneb	Cojilá

Fuente: elaboración propia.

1.2. Aspectos sociales

1.2.1. Demografía

Según estimación del censo de 2008, realizada por la Oficina Municipal de Planificación O.M.P., se tiene que el municipio de San Juan Chamelco cuenta con 45 367 habitantes, de los cuales 22 406 son hombres y 22 961 son mujeres.

En el municipio de San Juan Chamelco se cuenta con los siguientes servicios públicos:

- Agua potable
- Alumbrado público
- Escuelas
- Correos y telégrafos
- Área de salubridad
- Transporte de pasajeros
- Mercado
- Biblioteca municipal

1.2.2. Religión

Las tendencias religiosas en estas comunidades son variadas; sin embargo, predominan la católica y la evangélica. Actualmente hay, por lo menos, una iglesia católica y una evangélica en cada una de las comunidades en mención.

1.2.3. Educación

Se cuentan con por lo menos una escuela en cada una de estas comunidades, que cubren desde primero hasta sexto grado de primaria. Algunas de estas escuelas no cuentan con las aulas suficientes para todos los grados, la mayoría tiene servicios sanitarios ó letrinas, y no todas cuentan con dirección y cocina. En algunas comunidades se da la deserción de algunos estudiantes de la escuela, esto es debido a la falta de recursos económicos, ya que los niños se dedican a actividades productivas que les absorben una buena parte de su tiempo desde temprana edad. Los estudiantes que quieren continuar con sus estudios al concluir la primaria se trasladan al Instituto Básico de la cabecera municipal ó a lugares aledaños, como Cobán.

1.3. Diagnóstico de necesidades en infraestructura y servicios básicos

1.3.1. Descripción de las necesidades

Las necesidades en estas comunidades son variadas, siendo las principales las que se citan a continuación:

- Construcción de sistemas de agua potable
- Ampliación de la redes de energía eléctrica

- Construcción de salones comunales
- Centros de salud

1.3.2. Priorización de las necesidades

Los sistemas de agua potable son la principal necesidad de estas comunidades. Para que esto sea posible, se torna indispensable la disponibilidad de las redes de energía eléctrica, ya que estas permiten que se pueda proyectar sistemas de agua potable más eficientes con el uso de sistemas de bombeo. El 95% de la población en estas comunidades no cuentan con el servicio domiciliario de energía eléctrica, por lo que se convierte en una necesidad indispensable para sus actividades cotidianas.

2. SERVICIO TÉCNICO PROFESIONAL

2.1. Generalidades

2.1.1. ¿Qué es un sistema de distribución?

Un sistema de distribución es la combinación de líneas de transmisión y distribución, con valores de voltaje entre alta, media y baja tensión. El rango de tensión en baja tensión se encuentra establecido entre 0 y 1 000 V, mientras que los valores de tensión de media tensión se encuentran entre valores arriba de 1 000 V hasta 60 kV y los de alta tensión con valores superiores a 60 kV. Un sistema de distribución no es más que la red construida para que el consumidor final reciba el servicio de energía eléctrica, ya sean estas residenciales, comerciales e industriales.

La distribución al consumidor final (residencial y comercial) más común, se hace con una red en baja tensión de 120/240 V, esta es abastecida con una red de media tensión de 13,8 kV ó 34,5 kV, según la red existente, para lo cual se utilizan centros de transformación según sea la capacidad a requerir.

Los sistemas de distribución en nuestro país, se diseñan con ciertas características que cumplen con normas estrictas de seguridad, tanto para su construcción como para su mantenimiento; así mismo para la elección de conductores, estructuras, seccionadores y centros de transformación con capacidad de abastecer a la cantidad de usuarios que lo requieren, con una proyección de crecimiento a futuro.

2.1.2. Distancias mínimas de seguridad en la construcción de una línea de distribución.

La Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE), emitió normas con el objeto de establecer las disposiciones, criterios y requerimientos mínimos que se deben cumplir, tanto en el diseño como en la construcción de líneas aéreas de transmisión y distribución de energía eléctrica, esto con la finalidad de resguardar la integridad a personas y bienes, brindando con estas normas, la máxima seguridad y protección a los mismos. Esto se detalla en el artículo 18 de las NTDOID.

Tabla II. **Distancia de seguridad vertical de conductores al nivel del suelo**

Naturaleza de la superficie bajo los conductores	Conductores de comunicación aislados, retenidas aterrizadas, conductores neutros y cables eléctricos aislados (m)
Vías férreas	7,2
Carreteras, calles, camino y otras áreas usadas para tránsito	4,7
Aceras o caminos accesibles sólo para peatones	2,9
Aguas donde no está permitida la navegación	4,0
Aguas navegables, que incluyen lagos, ríos, estanques, arroyos y canales con un área de superficie sin obstrucción de:	
a) Hasta 8 ha.	5,3
b) Mayor a 8 hasta 80 ha.	7,8
c) Mayor de 80 hasta 800 ha.	9,6
d) Arriba de 800 ha.	11,4

Fuente: NTDOID. Comisión Nacional de Energía Eléctrica. Tipografía Nacional. p. 9.

2.1.2.1. Distancia de seguridad vertical sobre el nivel del suelo

Según las NTDOID, se deben cumplir con ciertos requisitos en el diseño de redes de distribución que se refieren a la alturas mínimas que deben guardar los conductores respecto al nivel del suelo, agua y en algunos casos rieles de vías férreas. Las distancias verticales deben ser como mínimo las indicadas en la tabla II, las cuales se aplican bajo las siguientes condiciones:

- Que ocasione la mayor flecha final, con una temperatura en los conductores de 50°C, sin desplazamiento de viento.
- Con flecha final sin carga y en reposo.

2.1.2.2. Distancia de seguridad entre conductores soportados por diferentes estructuras

Los cruces de conductores se deben hacer de preferencia en una misma estructura, de lo contrario, estas distancias se deben compartir en direcciones opuestas adyacentes, cumpliendo con las siguientes característica establecidas por las NTDOID 18.3B1 al 18.3B4.

2.1.2.2.1. Distancia horizontal entre conductores

Las NTDOID, establecen en el artículo 18.3C que la distancia horizontal en cruzamientos o entre conductores adyacentes soportados por diferentes estructuras, deberá ser cuando menos de 1,50 m y puede incrementar proporcionalmente conforme se incrementa el voltaje.

2.1.2.2.3. Distancia vertical entre conductores

Según las NTDOID, la distancia vertical entre conductores que se crucen o sean adyacentes soportados por diferentes estructuras, deberá ser cuando menos la indicada en la tabla III.

Tabla III. **Distancia vertical entre conductores soportados por diferentes estructuras**

NIVEL INFERIOR	NIVEL SUPERIOR			
	Conductores neutrales que cumplen con 18,1 E1, retenidas aéreas (m).	Cables y conductores mensajeros, retenidas de comunicación (m)	Conductores suministradores en línea abierta. De 0 – 750 V (m)	Conductores suministradores en línea abierta arriba de 750 - 22 KV (m)
Conductores neutrales que cumplen con 18,1 E1, retenidas aéreas (m).	0,6	0,6	0,6	0,6
Cables y conductores mensajeros, retenidas de comunicación	-----	0,6	1,2	1,5
Conductores suministradores en línea abierta. De 0 – 750 V	-----	-----	0,6	0,6
Conductores suministradores en línea abierta arriba de 750 - 22 KV	-----	-----	-----	0,6

Fuente: NTDOID. Comisión Nacional de Energía Eléctrica. Tipografía Nacional. p. 10

2.1.2.2.3. Distancia vertical entre conductores soportados por la misma estructura

Las NTDOID, según el artículo 18.5C1, establece las distancias verticales básicas entre conductores del mismo o diferente circuito con tensiones de hasta 50 kV, estas se especifican en la tabla IV. (Ver figura 2).

2.1.3. Características generales del diseño de una línea de distribución de 13,2 kV

2.1.3.1 Selección de la trayectoria

La trayectoria a seguir se establece de acuerdo al estudio, según sea la topografía del lugar y la ubicación de viviendas que requieran el servicio de energía eléctrica, la ruta es de suma importancia, ya que es la base de un buen diseño y de una construcción económica. Es importante agregar al estudio la previsión de los problemas de tipo social, como el derecho de vía o daños a terceros, así como la consideración de diversas medidas encaminadas a la minimización del impacto ambiental.

Para lograr una selección de trayectoria óptima, deberán considerarse los preceptos siguientes:

- La menor longitud posible, atendiendo el principio geométrico que dice que la distancia más cercana entre dos puntos es la línea recta.
- El menor número de puntos de inflexión.

- Cercanía a carreteras y caminos de terracería para facilidad de construcción, revisión y mantenimiento, evitando con esto la creación de nuevos accesos, que pudieran afectar la estabilidad de los ecosistemas.
- Evitar bosques, sembradíos de alto valor y preferentemente no cruzar por zonas selváticas y agrícolas.

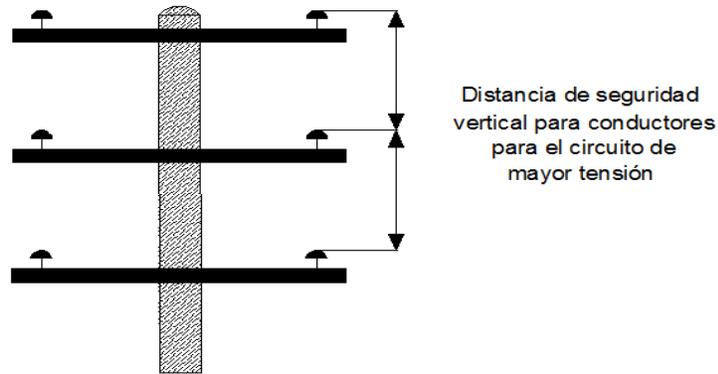
Tabla IV. **Distancia horizontal entre conductores soportados por la misma estructura**

Clase de circuito	Distancia mínima de seguridad (cm)
Conductores eléctricos del mismo circuito <ul style="list-style-type: none"> • De 0 a 8,7 kV • De 8,7 a 50 kV • Mayor de 50 kV 	30 30 mas 1,0 cm por cada kV en exceso de 8,7 kV. No hay valor especificado
Conductores eléctricos de diferentes circuitos <ul style="list-style-type: none"> • De 0 a 8,7 kV • De 8,7 a 50 kV • De 50 a 814 kV 	30 30 mas 1,0 cm por cada kV en exceso de 8,7 kV. 72,5 más 1,0 cm, por cada kV de exceso de 50 kV

Fuente: NTDOID, Comisión Nacional de Energía Eléctrica. Tipografía Nacional. p. 16

- Evitar zonas turísticas, así como zonas arqueológicas o de valor histórico y áreas naturales protegidas.
- El menor número de cruzamientos con líneas de transmisión o distribución, vías de ferrocarril, carreteras así como ríos, lagunas o zonas inundables.
- Considerar el uso de postes autosoportados, cuando la función propia de la línea de distribución tenga que pasar por poblaciones o zonas turísticas.

Figura 2. **Distancias de seguridad vertical entre conductores en sus soportes**



Fuente: NTDOID, Comisión Nacional de Energía Eléctrica. Tipografía Nacional. p. 18.

2.1.3.2. Derecho de vía

Se refiere a la franja de terreno que sirve como zona de protección sobre la cual pasan las líneas eléctricas aéreas, cuyo ancho depende de la tensión de las líneas y su objetivo principal es brindar la mayor seguridad para su operación y mantenimiento y evitar daños tanto a las instalaciones como a terceros.

2.1.3.2.1. Requisitos que deben cumplirse para que el derecho de vía sea funcional

Según el Artículo 32B de la Ley General de Electricidad, dentro del área que ocupa el derecho de vía no deben existir ni se pueden hacer construcciones u otros trabajos dentro del área, exceptuando los cultivos, siembras y en general uso de la tierra que no afecten las libranzas eléctricas y

especificaciones técnicas, las cuales se realizarán por cuenta y riesgo del propietario del inmueble.

2.1.3.3. Localización de estructuras

De acuerdo con lo establecido en el Artículo 9.2 de las NTDOID, una estructura se define como la unidad principal de soporte adaptado para ser usado como medio de suspensión de líneas aéreas de energía eléctrica.

La localización de las estructuras se determina por la ubicación de las viviendas que requieren el servicio, considerando una trayectoria adecuada que no afecte a terceros y que cumpla con las distancias mínimas de seguridad. Las estructuras deben cumplir con las alturas y resistencias apropiadas.

2.1.3.4. Condiciones meteorológicas

Es conveniente investigar y considerar las condiciones meteorológicas, en el momento de diseñar redes de líneas aéreas, tales como velocidad de viento y temperatura donde se pretende construir la línea, con el propósito de establecer las fuerzas máximas, que deben considerarse en el cálculo mecánico de líneas aéreas, según el lugar de su instalación, con los factores de sobrecarga adecuados. En el Artículo 19.2 de las NTDOID se encuentra un mapa con la división del país en 3 zonas de viento como lo muestra la figura 3, con las que se pueden calcular la presión que el viento ejerce en estructuras y tendido de líneas, estas velocidades de viento se han clasificado de esta forma:

- Zona 1 = 80 kilómetros por hora
- Zona 2 = 100 kilómetros por hora
- Zona 3 = 120 kilómetros por hora

Figura 3. División de las zonas de viento



● ZONA 1 80 KMH
○ ZONA 2 100 KMH
● ZONA 3 120 KMH

Fuente: NTDOID, Comisión Nacional de Energía Eléctrica. Tipografía Nacional. p. 28.

Así mismo, las NTDOID contiene un mapa con 4 zonas de temperatura, establecidas en la figura 4, en las cuales se supondrá que los conductores estarán sometidos a las siguientes temperaturas mínimas y máximas:

- Zona 1 = Mínima 10°C, máxima 50°C
- Zona 2 = Mínima -5°C, máxima 40°C
- Zona 3 = Mínima 0°C, máxima 50°C
- Zona 4 = Mínima 0°C, máxima 40°C

2.1.4. Sistemas de soporte

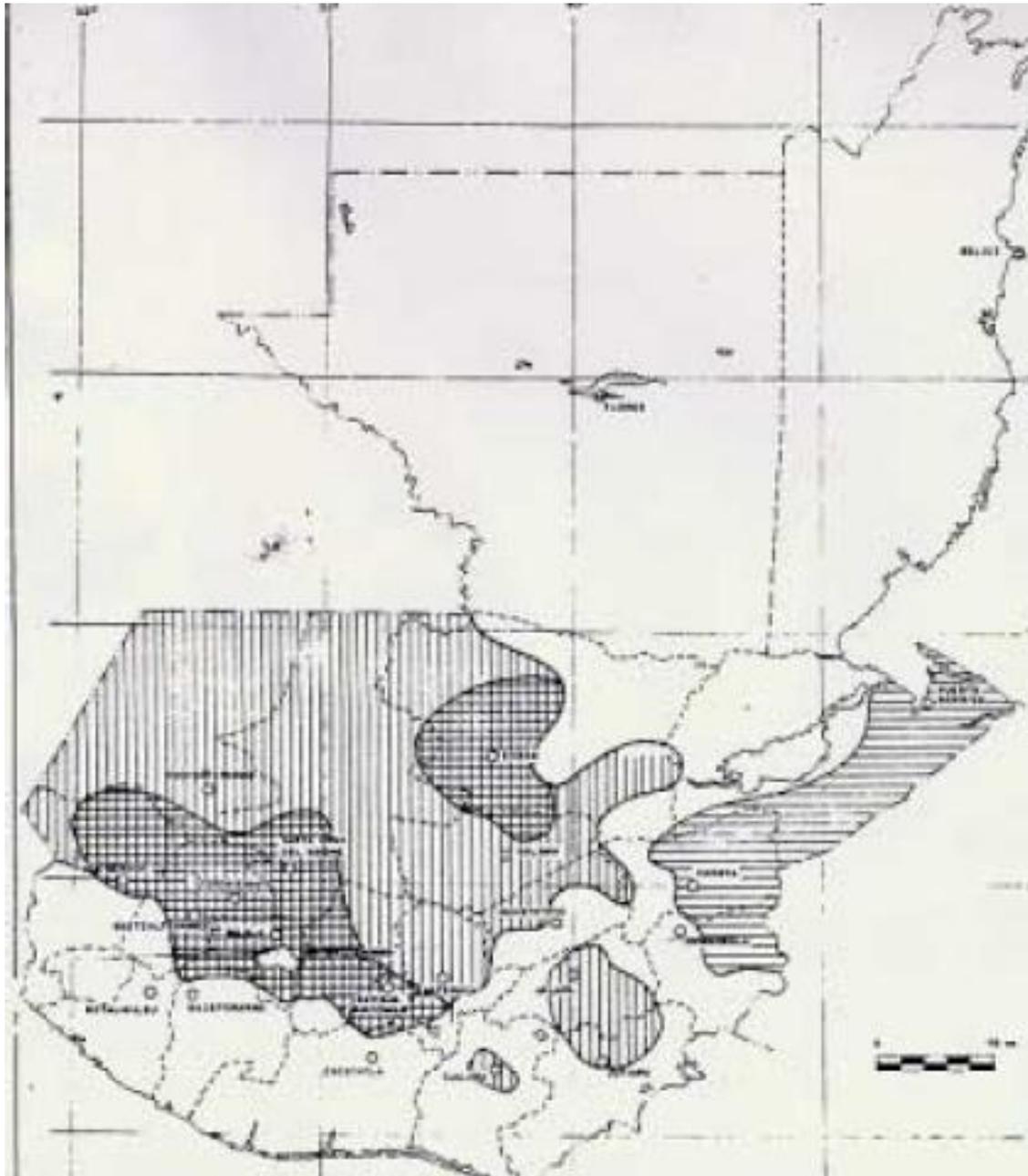
2.1.4.1. Tipos de estructuras de soporte

Para la construcción de líneas de transmisión, subtransmisión y distribución, existen distintos tipos de estructuras para sostener los conductores de energía eléctrica, las más utilizadas y según las NTDOID en el artículo 20.1 son las siguientes:

- Postes de concreto
- Postes de madera
- Postes y estructuras de metal

Dependiendo de la línea, la topografía y las condiciones meteorológicas se selecciona el tipo de estructura de soporte para las líneas de conducción de energía eléctrica, también se consideran otros que son de suma importancia para la selección de las estructuras y estas se basan en la vida útil que se desea dar a la línea y la disponibilidad del material a requerir en la construcción.

Figura 4. División de las zonas de temperatura



			
ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4
DE 10° A 50° C	DE -5° A 40° C	DE 0° A 50° C	DE 0° A 40° C

Fuente: NTDOID, Comisión Nacional de Energía Eléctrica. Tipografía Nacional. p. 29.

Las estructuras se clasifican según la función que va a tener, ya sea como troncal de inicio de línea, troncal de final de línea y dependiendo del ángulo que se le dará en la trayectoria que esta tenga, según este criterio, se clasifican en:

- Estructuras tipo I: con ángulo de 0° a 5°
- Estructuras tipo II: con ángulo de 5° a 30°
- Estructuras tipo III: con ángulo de 30° a 60°
- Estructuras tipo IV: con ángulo de 60° a 90°
- Estructuras tipo V: con ángulo variable
- Estructuras tipo VI: remate, final de línea

2.1.4.2. Disposición y espaciamento de los conductores

2.1.4.2.1 Disposición horizontal

La disposición horizontal minimiza la altura, dando un espaciamento mayor entre conductores, de igual manera se amplía la franja del derecho de vía, puede usarse como estructura especial para vanos largos en tensiones altas, estas requieren de torres de menor altura ya que se produce menor momento con tamaños y pozos menores.

2.1.4.2.2. Disposición vertical (compacta)

La disposición vertical permite reducir el espaciamento de los conductores en vanos cortos, con la diferencia que estas requieren torres de mayor altura, estas son utilizadas en corredores estrechos y permiten obtener un menor ancho de vía a la disposición horizontal.

2.1.4.3. Fundamentos de diseño de una línea de distribución de 13,2 kV

En el momento de diseñar redes de distribución, es importante tomar en cuenta varios aspectos importantes, tales como las fuerzas mecánicas y eléctricas a las que será sometida la línea, esto con el objeto de establecer los coeficientes de seguridad mínimos y requisitos normalizados que se deben cumplir. Según las NTDOID, artículo 20, la resistencia mecánica a la que será sometida la línea, esta puede ser clasificada en dos clases que se denominan con la letras B y C, siendo la clase B la que soporta mayor resistencia mecánica cumpliendo con los requisitos más exigentes de seguridad en lugares de alto riesgo, mientras que la clase C es utilizado en líneas que no están sometidas a alta resistencia en lugares de menor riesgo.

2.1.4.4. Características generales del tramo de línea en estudio para evaluación económica.

- Nombre: Proyecto de planificación para introducción de energía eléctrica para las comunidades: Chajaneb, Sactz'icnil, Chajcoal, Sebob, Cojilá, Chiquic, Caqlaib y Santo Tomás, del municipio de San Suan Chamelco, departamento de Alta Verapaz
- Tensión nominal de diseño: 7,6 kV
- Frecuencia: 60 Hz.
- Fases: 1
- Longitud: 1,46, 2,34, 2,61, 5,37, 2,87, 2,64, 0,97 y 2,45 km respectivamente.
- Viento máximo: 120 km/h (NTDOID 19.2)
- Rango de temperatura: -5° a 40° C (NTDOID 19.2).

2.1.4.5. Intensidad máxima de corriente

Las NTDOID en el artículo 17.3 establece los valores máximos de corriente alterna con frecuencia a 60Hz, que los conductores de cobre y aluminio tienen capacidad de conducir, operando a un régimen de carga constante a temperatura no mayor de 75°C, estas capacidades máximas de conducción son operables sin sobrepasar las propiedades que han sido determinadas en base a las propiedades físicas del material, en condiciones de temperatura ambiente. Para tal efecto los conductores de aluminio ACSR 1/0 tienen una capacidad máxima de 230 Amperes.

Tabla V. **Valores de R para distintos conductores normalizados**

	477 MCM Hawk
R'_{20} (Ω/km)	0,11696
R_{20} (Ω/km)	0,11982
R_{50} (Ω/km)	0,13157
R_{75} (Ω/km)	0,14326

Fuente: Unión Fenosa. Estudio de factibilidad de construcción de línea, p. 2.

2.1.4.6. Resistencia

La resistencia del conductor tiene valores distintos al ser operado a distintas temperaturas, como se muestra la tabla V, siendo así, las variables que

dependen de ella son: la resistencia por unidad de longitud en corriente alterna y a la temperatura θ .

R_θ : Resistencia del conductor con corriente alterna a la temperatura θ °C (Ω/km).

R'_{20} : Resistencia del conductor con corriente continua a la temperatura de 20 °C (Ω/km).

θ : Temperatura de servicio (°C).

2.1.4.7. Reactancia

La reactancia (X) de la línea, por unidad de longitud en cada fase, para líneas equilibradas, se determinará mediante la siguiente expresión:

$$X = 2 \pi f L \quad (\Omega/\text{km}) \quad 2,1$$

Donde el coeficiente de inducción mutua por unidad de longitud vendrá dado por la expresión:

$$L = \left(4,605 \log \frac{D_m}{r_{eq}} \right) 10^{-4} \quad (\text{H}/\text{km}) \quad 2,2$$

donde :

- f : Frecuencia de la red (60 Hz).
- D_m : Distancia (mm).
- r_{eq} : Radio equivalente del conductor (mm).

La tabla VI, muestra los valores de reactancia por unidad de longitud para las distintas estructuras utilizadas en construcción de servicios eléctricos.

Tabla VI. **Valores de reactancia por unidad de longitud**

Tipo de Estructura	X (Ohms/km)
Tipo I	0,4791
Tipo II	0,4185
Tipo III	0,4788
Tipo IV	0,4788
Tipo V	0,4185
Tipo VA	0,4185

Fuente: Unión Fenosa. Estudio de factibilidad de construcción de línea, p. 3.

2.1.4.8. Susceptancia

La susceptancia de la línea, por unidad de longitud en cada fase, para líneas equilibradas, se determinará mediante la siguiente expresión:

$$B = 2 \pi f C \quad (\text{S/km}) \quad 2,3$$

Donde la capacidad por unidad de longitud vendrá dado por la expresión:

$$C = \frac{24,2}{\log \frac{D_m}{r_{eq}}} 10^{-9} \quad (\text{F/km}) \quad 2,4$$

siendo:

$$r_{eq} = r \quad (\text{mm}) \quad \text{para configuración de circuito simple}$$

$$D_m = \sqrt[3]{d_{12} d_{23} d_{31}} \quad (\text{mm}) \quad \text{para configuración de circuito simple}$$

donde:

f : Frecuencia de la red (60 Hz).

r : Radio del conductor (mm).

$d_{j,k}$: Distancia entre el conductor j y el k (mm).

D_m : Distancia media geométrica entre conductores (mm).

r_{eq} : Radio equivalente del haz de conductores (mm).

La tabla VII, muestra los valores de susceptancia por unidad de longitud para las distintas estructuras utilizadas en construcción de servicios eléctricos.

2.1.4.9. Conductancia

Por ser esta una línea de longitud corta, se puede considerar que la conductancia de la misma tiende a cero.

Tabla VII. **Valores de susceptancia por unidad de longitud**

Tipo de Estructura	B (Siemens/km)
Tipo I	3,024x10-6
Tipo II	3,024x10-6
Tipo III	2,71x10-6
Tipo IV	2,71x10-6
Tipo V	3,024x10-6
Tipo VA	3,024x10-6

Fuente: Unión Fenosa. Estudio de factibilidad de construcción de línea, p. 4.

2.1.4.10. Potencia a transportar

La potencia máxima que puede transportar la línea vendrá limitada por la intensidad máxima admisible del conductor y por la caída de tensión máxima que no deberá exceder del 5%.

La máxima potencia de transporte de la línea, limitada por la intensidad máxima admisible, se determinará mediante la siguiente expresión:

$$P_{\text{máx}} = UI_{\text{máx}}\cos\theta \quad (\text{kW}) \quad 2,5$$

Siendo:

U : Tensión nominal de la fase (kV).

$I_{\text{máx}}$: Intensidad máxima de corriente admisible del conductor (A).

$\cos\theta$: Factor de potencia de la carga receptora.

Los valores de máxima potencia de transporte están limitados únicamente por la intensidad máxima admisible del conductor para los distintos niveles de tensión y para factores de potencia admisibles 0,9 y 1.

Como se puede observar, el cable utilizado tiene una capacidad de transporte 9 veces mayor de la necesaria; sin embargo, se utiliza este conductor porque cumple con las condiciones mecánicas necesarias para el tendido aéreo.

2.2. Protección de circuitos de distribución

2.2.1. Fallas permanentes y temporales

Las fallas permanentes se pueden dar por postes chocados, árboles sobre las líneas, líneas en el suelo, mientras que las fallas temporales pueden ser ocasionadas por tormentas, ramas que con el aire tocan las líneas y se vuelven a retirar.

2.2.2. Funciones del sistema de protección

Entre las funciones principales tenemos: liberar fallas permanentes, minimizar el número de fallas permanentes, prevenir daños en los equipos y líneas y minimizar la probabilidad de cristalización de conductores.

2.2.3. Aspectos importantes para el diseño del sistema de protección y selección del equipo

Se deben considerar las corrientes de carga máximas donde se localizará un dispositivo de protección, así como la localización de cargas muy grandes y la localización de puntos de interconexión con otros circuitos.

2.2.4. Cortacircuitos y fusibles

Se utilizan para sectorizar ramales, a fin de reducir los usuarios afectados cuando se presenta una falla en el sistema. Cuentan con un fusible, que es el elemento del cortacircuito que se funde en el momento de presentarse una falla.

2.2.5. Restaurador (*recloser*) de subestación

La función de este dispositivo es interrumpir corrientes de falla, tiene incorporada la inteligencia para poder detectar el nivel de corriente y establecer el tiempo que debe de iniciar el disparo, normalmente estos equipos tienen capacidad de reenganchar automáticamente hasta tres veces antes de efectuar la apertura definitiva.

2.2.6. Seccionalizadores

Son llamados también seccionadores automáticos, estos dispositivos no tienen capacidad de interrumpir corrientes de corto circuito que se presentan en ramales, su funcionamiento se basa en contar la cantidad de veces que se interrumpe la corriente de falla.

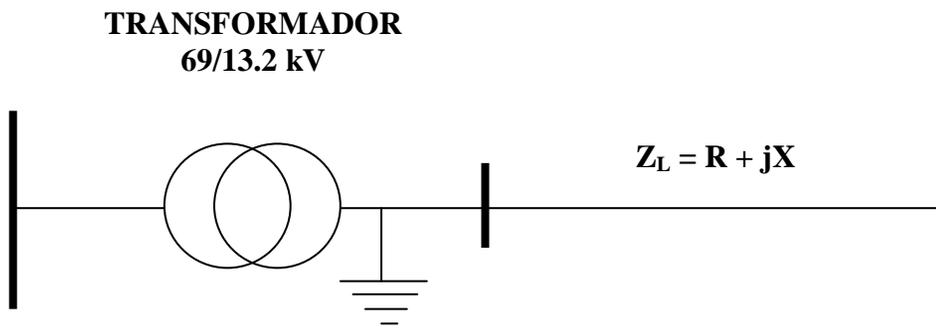
2.2.7. Cálculos de corto circuito

Para el cálculo de líneas de distribución de media tensión, varias instituciones y empresas han desarrollado tablas con los valores de las impedancias de líneas, tales como la Rural *Electrification Administration (REA)* y *McGraw Edison* (Absorbida por *Cooper Industries*) entre otras.

2.2.8. Ejemplo de cálculo de corto circuito monofásico

En la figura 5 se muestra un diagrama unifilar de un circuito para su análisis, con un centro de transformación delta primario-estrella aterrizado en el secundario, de 69 kV a 13,2 kV. La impedancia de 10% del transformador, está dada por una base de 15 MVA, en el lado de alta tensión se tiene en el cable una corriente de 10 p.u. con base 100 MVA.

Figura 5. Diagrama unifilar y datos del ejemplo de corto circuito



Fuente: elaboración propia.

Cálculos y fórmulas

- La impedancia equivalente de Thevenin se obtiene con el inverso de la corriente en el cable $Z_{th} = 1/10 = 0,01$ p.u.
- Para cambiar de base la impedancia del transformador, se hace la siguiente operación.

$$Z_{\text{base nueva}} = Z_{\text{base original}} \left(\frac{\text{MVA}_{\text{base nueva}}}{\text{MVA}_{\text{base original}}} \right) \quad 2,6$$

$$Z_{\text{base nueva}} = 0,1 (100/15)$$

- La impedancia en las líneas de distribución se puede encontrar utilizando la siguiente fórmula.

$$Z_{\text{p.u.}} = A_{\text{ohms}} / Z_{\text{base}} \quad 2,7$$

$$Z_{\text{base}} = (\text{kV})^2 / \text{MVA}_{\text{base}} \quad 2,8$$

Sustituyendo valores para el ejemplo tenemos:

$$Z_{\text{base}} = (13,8)^2 / 100$$

Se calculará la intensidad de cortocircuito utilizando la siguiente fórmula:

$$I_{cc} = \sqrt{(P / Z)} \quad 2,9$$

Donde:

I_{cc} = corriente de cortocircuito

P = potencia del transformador

Z = La impedancia del conductor

La impedancia del conductor se compone de una resistencia y una reactancia, $Z = R + jX$. Donde R viene dada por la resistencia del conductor; y se obtiene con la fórmula siguiente:

$$R = (\rho * L) / S \quad 2,10$$

Donde:

ρ = Resistividad del conductor ($\Omega \cdot \text{m}/\text{mm}^2$)

L= Longitud del conductor (m).

S = Sección del conductor (mm^2)

2.3. Diseño de planificación para introducción de energía eléctrica para las comunidades CHAJANEB, Sactz'icnil, Chajcoal, Sebob, Cojilá, Chiquic, Caqlaib y Santo Tomás, del municipio de San Juan Chamelco, departamento de Alta Verapaz

2.3.1. Criterios de diseño para la selección de estructuras

Los criterios de selección de estructuras que se utilizan para el soporte de conductores son de suma importancia, ya que estos postes se encargarán de mantener la línea a la altura correspondiente y con los ángulos que estos van adquiriendo según la topografía y distribución de usuarios, no solo servirán como soportes con tensiones hacia el suelo, sino existirán tensiones transversales en la punta de los mismos, lo que significa que se debe poner

mucha atención a la selección de las mismas en el momento de diseñar la línea.

Los criterios de diseño para la selección óptima del uso de las estructuras son los siguientes:

- Fuerzas mecánicas sobre las estructuras
- Flecha del conductor y tensión de diseño
- Factores de sobrecarga
- Altura útil de las estructuras conforme a una flecha final.

La tabla VIII, proporciona valores de las características mecánicas y dimensionales de los postes de concreto pretensados y centrifugados que actualmente tienen mayor aplicación, que se encuentran en el mercado nacional.

2.3.1.1. Fuerzas mecánicas sobre las estructuras

Las estructuras de soporte de las líneas tanto de media como de baja tensión, están sometidas a una gran tensión mecánica por lo que deberán tener suficiente resistencia mecánica, para soportar las fuerzas propias (peso de la estructura y herrajes), así como a las condiciones meteorológicas a que estén sometidas, según el lugar en que se ubiquen. Las fuerzas mecánicas que deben soportar las estructuras son las siguientes:

- Fuerzas transversales
- Fuerzas verticales
- Fuerzas longitudinales

Tabla VIII. **Características mecánicas y dimensionales de postes de concreto**

Longitud de poste (m)	Clase (lb)	Diámetro en punta (mm).	Diámetro en base (mm)	Diámetro en base a nivel del terreno (mm).	Empotramiento (m)	Altura útil (m)
18,00	1 000	165	435	400,5	2,30	15,60
18,00	2 000	210	480	445,5	2,30	15,60
18,00	3 000	255	525	490,5	2,30	15,60
18,00	4 000	300	570	535,5	2,30	15,60
18,00	6 000	390	660	625,5	2,30	15,60
21,00	2 000	255	570	529,5	2,70	18,30
21,00	3 000	255	570	529,5	2,70	18,30
21,00	4 000	300	615	574,5	2,70	18,30
21,00	6 000	435	750	709,5	2,70	18,30
24,00	2 000	255	615	570	3,00	21,00
24,00	3 000	300	660	615	3,00	21,00
24,00	4 000	300	660	615	3,00	21,00
24,00	6 000	390	750	705	3,00	21,00

Fuente: Catálogo de Ventas Productos Atlas

La figura 6, muestra las variables y como las distintas fuerzas ocasionadas por el viento someten una estructura de una línea.

Donde:

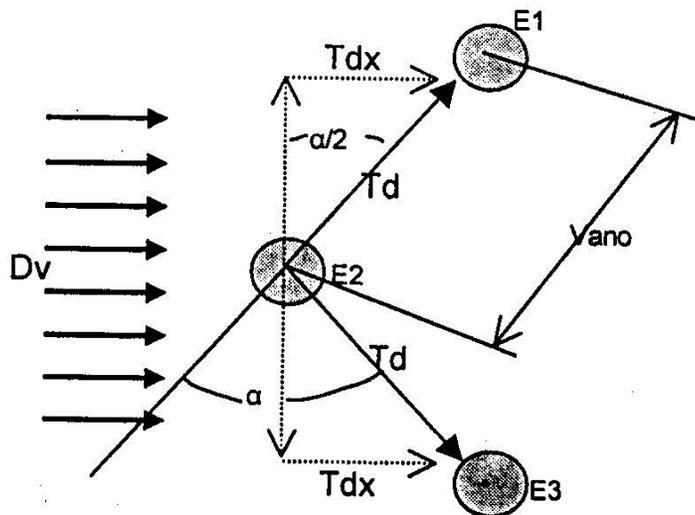
T_d = Tensión de diseño del conductor o hilo de guarda (kg)

α = Deflexión de la línea (grados)

D_v = Dirección del viento

E = Vista en planta de poste de concreto

Figura 6. Vista en planta de la fuerza ejercida por el viento sobre las estructuras de una línea



Fuente: BOJ DE LEÓN, Edgar Ubaldo. Evaluación técnico económica del diseño de líneas de transmisión de 69 KV utilizando estructuras compactas, p. 60.

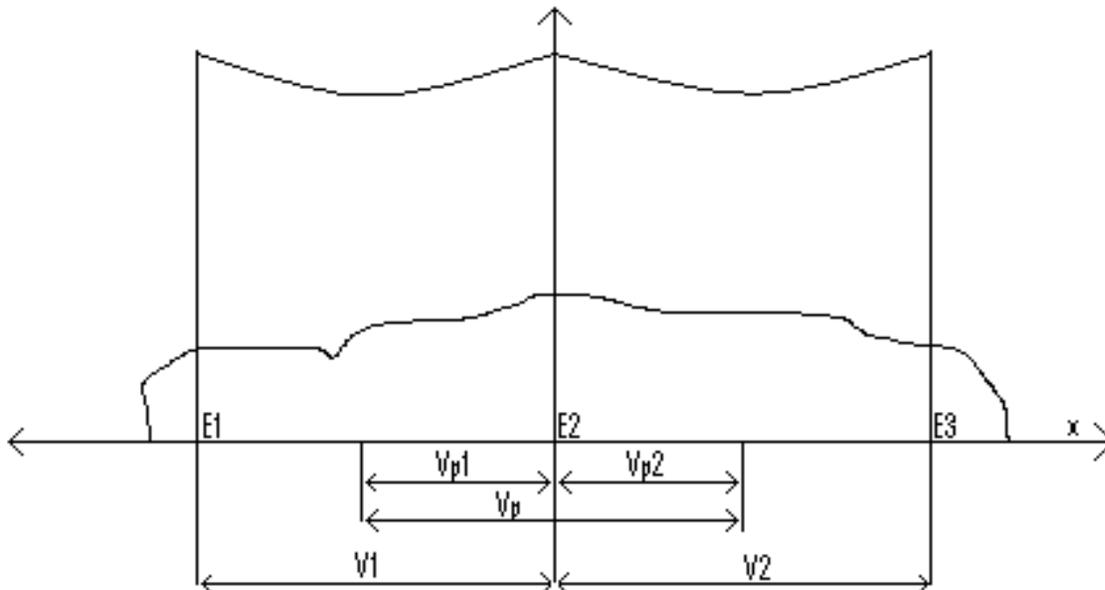
Para lograr establecer las fuerzas mínimas en el cálculo mecánico de estructuras tomaremos los siguientes datos, los cuales se obtienen de las figuras 3 y 4, que afectan las estructuras en esta zona del país.

- Velocidad del viento = 120 Km/h
- Rango de temperatura = -5° a 40° C.

2.3.1.1.1. Fuerzas transversales

Estas fuerzas transversales son provocadas por el viento, que sopla horizontalmente y en ángulo recto con dirección a la línea que se encuentra sobre las estructuras que cargan los conductores e hilos de guarda.

Figura 7. Vanos de viento y de peso



Fuente: BOJ DE LEÓN, Edgar Ubaldo. Evaluación técnico económica del diseño de líneas de transmisión de 69 KV utilizando estructuras compactas, p. 61.

2.3.1.1.2. Vano de viento

El vano de viento se define como la longitud de vano horizontal que se considera para la determinación del esfuerzo transversal, que transmiten a la estructura debido a la acción del viento sobre los conductores y cables. Esta longitud queda determinada por la semi suma de los dos vanos contiguos a la estructura, según se puede observar en la figura 7.

$$V_v = (V_1 + V_2) / 2 \quad 2,11$$

Donde:

V_v = Longitud del vano de viento medio en la dirección longitudinal (m)

V_1 = Longitud del vano anterior a la estructura medido en la dirección longitudinal (m)

V_2 = Longitud del vano posterior a la estructura medido en la dirección longitudinal (m)

V_p = Longitud del vano de peso de la estructura (m)

V_{p1} = Longitud del vértice de la catenaria anterior a la estructura (m)

V_{p2} = Longitud del vértice de la catenaria posterior a la estructura (m)

2.3.1.1.3. Fuerza debida al viento en los cables

Esta se obtiene calculando primero la presión del viento ejercida sobre superficies de los conductores y cables sostenidas en las estructuras, por medio de la siguiente fórmula:

$$P_{vc} = 0,00482 V^2 \quad 2,12$$

Donde:

P_{vc} = Presión del viento (kg/m^2) sobre los cables o alambres

V = Velocidad del viento de diseño (km/h)

El viento que actúa sobre los conductores e hilos de guarda, ejerce una fuerza transversal sobre la estructura, que es igual al producto del vano de viento por la carga unitaria debida al viento por carga unitaria, el producto de la presión del viento por el área unitaria proyectada del conductor e hilos de guarda se define en la siguiente ecuación:

$$F = V_v * P_v * \varnothing_c \quad 2,13$$

Donde:

F_{tc} = Fuerza transversal debida al viento sobre los conductores o cable de guarda. (kg)

V_v = Vano de viento (m)

P_v = Presión del viento (kg/m^2) sobre cables o alambres

\varnothing_c = Diámetro del conductor o hilo de guarda (m)

2.3.1.1.4. Fuerza debida al viento en el poste

Se debe considerar que la ráfaga de viento cubre totalmente la altura útil del poste, aplicando un factor de 1,3 a la velocidad de diseño. Con base en lo anterior, la ecuación aplicable para la presión del viento es:

$$P_{ve} = 0,00815 V^2 \quad 2,14$$

Donde:

P_{ve} = Presión del viento sobre la altura útil del poste (kg/m^2)

V = Velocidad del viento de diseño (km/h)

La fuerza transversal sobre el poste de concreto, que se debe al viento que actúa sobre el propio poste debe calcularse considerando su área proyectada, perpendicular a la dirección del viento.

Para el cálculo del área proyectada se considera el poste como una superficie trapezoidal.

$$F_{te} = 0,5 (\varnothing_{pp} + \varnothing_{bntn}) * H_{up} * P_{ve} \quad 2,15$$

Donde:

F_{te} = Fuerza transversal debida al viento sobre el poste de concreto (kg)

\varnothing_{pp} = Diámetro de la punta del poste (m)

\varnothing_{bntn} = Diámetro de la base del poste a la altura del nivel del terreno (m)

H_{up} = Altura útil del poste (m)

P_{ve} = Presión del viento sobre el poste (kg/m^2)

2.3.1.1.5. Fuerza debida a la deflexión de la línea

Cuando la línea cambia de dirección, la carga transversal resultante sobre la estructura, se debe considerar igual al vector suma de: la resultante de las componentes transversales de las tensiones mecánicas máximas en los conductores e hilos de guarda, originada por el cambio de dirección de la línea. Refiriéndose a la figura 6, se tiene:

$$F_{ff} = 2 * T_d * \text{sen}(\alpha / 2) \quad 2,16$$

Donde:

F_{ff} = Fuerza transversal debido a la deflexión de la línea (kg)

T_d = Tensión de diseño aplicada al conductor o hilo de guarda (kg)

esta tensión es un porcentaje de la tensión de ruptura del conductor

α = Deflexión de la línea (grados)

2.3.1.1.6. Fuerzas verticales

La carga vertical sobre cimientos, postes, aisladores y accesorios de sujeción de los conductores e hilos de guarda, está constituida por el peso propio de la estructura soportadora, más el de los conductores, hilos de guarda y herraje en general, teniendo en cuenta los efectos que pueden resultar por diferencias de nivel entre los soportes de los mismos.

2.3.1.1.7. Vano de peso

Las fuerzas verticales que producen el peso de los conductores e hilos de guardas sobre las estructuras, se puede calcular mediante la teoría del vano de peso. Se define el vano de peso, como la distancia horizontal entre los puntos más bajos de las catenarias adyacentes a las estructuras consideradas (ver figura 7).

$$V_p = V_{p1} + V_{p2} \quad 2,17$$

Donde:

V_p = Longitud del vano (m)

V_{p1} = Longitud, del vértice de la catenaria anterior a la estructura (m)

V_{p2} = Longitud del vértice de la catenaria posterior a la estructura (m)

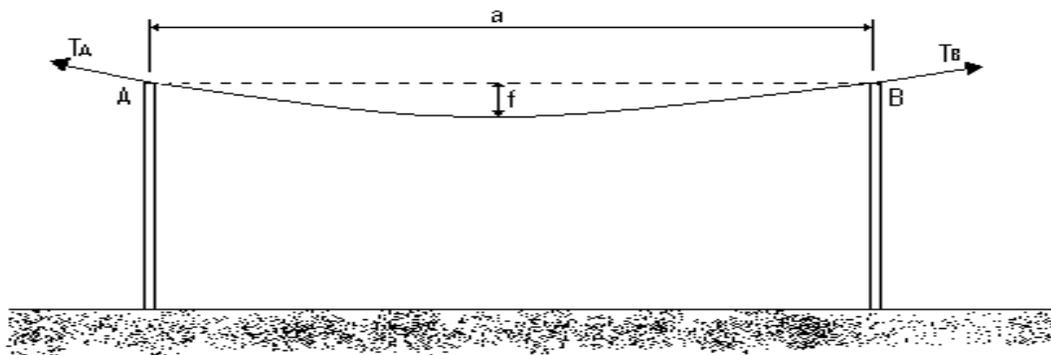
De este modo, la carga vertical por conductor o hilo de guarda, es igual al vano de peso, multiplicado por el peso por unidad de longitud del cable correspondiente. Para el caso de la línea en diseño, en la cuál se considera una distribución de estructuras de igual altura, situadas a la misma separación, la longitud del vano de peso será igual a la del vano de viento para la misma estructura.

2.3.1.1.8. Fuerzas longitudinales

Las fuerzas longitudinales se deben a las componentes de las tensiones mecánicas máximas de los conductores o cables, que se producen por el desequilibrio de uno a otro lado del soporte, consecuencia del cambio de tensión mecánica, remate o ruptura de conductores en una línea. En tramos rectos de línea, donde no cambia la tensión mecánica de los conductores e

hilos de guarda de uno a otro lado de los soportes, no es necesario considerar las tensiones mecánicas por conductores, excepto en el caso de estructuras de remata en tangente.

Figura 8. Flecha de un conductor sostenido por dos estructuras



Fuente: BOJ DE LEÓN, Edgar Ubaldo. Evaluación técnico económica del diseño de líneas de transmisión de 69 KV utilizando estructuras compactas, p. 67.

La fuerza longitudinal, que se debe a la supuesta ruptura de los conductores o hilos de guarda en las estructuras de remate o deflexión, será considerada con base en la tensión de diseño aplicada a los conductores o cables.

2.3.1.2. Flecha y tensión mecánica del conductor

2.3.1.2.1. Planteamiento de la ecuación de la flecha

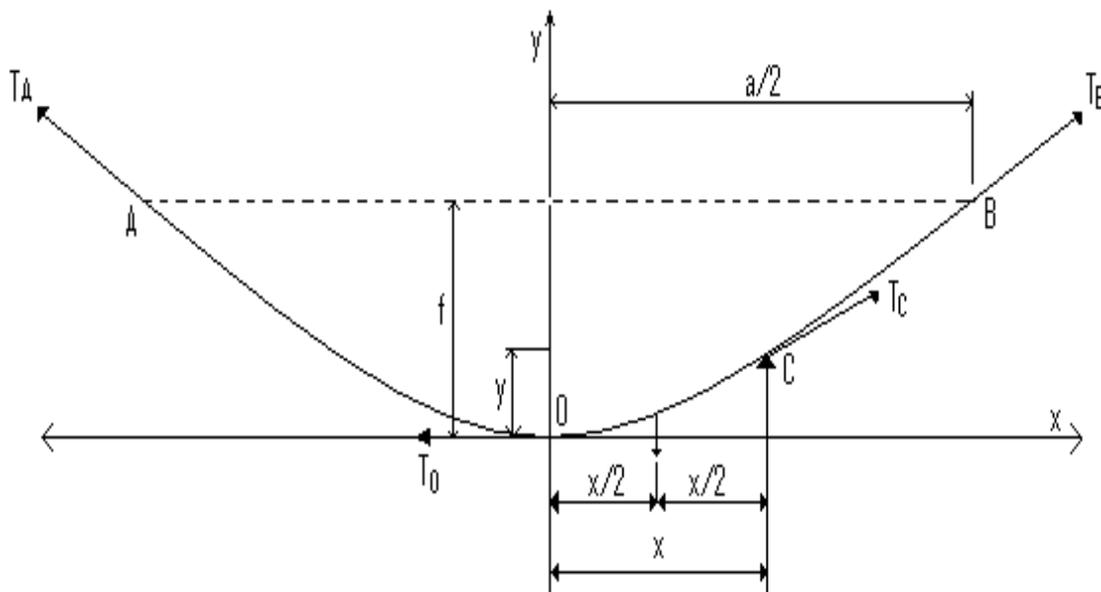
Un conductor de peso uniforme, sujeto entre dos apoyos por los puntos A y B situados a la misma altura, forma una curva llamada catenaria. La distancia f entre el punto más bajo situado en el centro de la curva y la recta AB, que une

los apoyos, recibe el nombre de flecha. Se llama vano a la distancia “a” entre los dos puntos de amarre A y B. (ver figura 8).

Los postes deberán soportar las tensiones T_A y T_B que ejerce el conductor en los puntos de amarre. La magnitud de la tensión $T = T_A = T_B$ dependerá de la longitud del vano, del peso del conductor, de la temperatura y de las condiciones atmosféricas.

Para vanos de hasta 500 metros, se puede equiparar la forma de la catenaria a la de una parábola, que ahorra complejos cálculos matemáticos, y se obtiene, sin embargo, una exactitud más que suficiente.

Figura 9. **Relación entre la flecha y tensión de un conductor**



Fuente: BOJ DE LEÓN, Edgar Ubaldo. Evaluación técnico económica del diseño de líneas de transmisión de 69 KV utilizando estructuras compactas, p. 68.

Se calcula a continuación la relación que existe entre la flecha y la tensión. Para esto, se representa el conductor de un vano centrado en unos ejes de coordenadas, como lo muestra la figura 9.

Se considerará un trozo de cable OC, que tendrá un peso propio P_L aplicado en el punto medio y estará sometido a las tensiones T_o y T_c aplicadas en sus extremos.

Tomando momentos, respecto al punto C, se tendrá:

$$P_L (x / 2) = T_o y \quad 2,18$$

Por lo tanto el valor de y será:

$$y = (x / 2) (P_L / T_o) \quad 2,19$$

Designando P al peso por unidad de longitud del conductor, el peso total del conductor en el tramo OC, que hemos llamado P_L , será igual al peso por unidad de longitud por la longitud del conductor que, cometiendo un pequeño error, denominaremos x .

Por lo tanto, admitiendo que:

$$P_L = P * x \quad 2,20$$

Se sustituye esta expresión en la fórmula anterior el valor de “ y ” resulta

$$y = x^2 P / 2T_o \quad 2,21$$

Si ahora consideramos el punto A, correspondiente al amarre del cable en vez del punto C, se tendrá:

$$f = Pa^2 / 8T_o \quad 2,22$$

Se puede despejar el valor de la tensión T_o y se tendrá que:

$$T_o = Pa^2 / 8f \quad 2,23$$

Las dos ecuaciones anteriores relaciona la flecha en función de la tensión T_o , del peso unitario P y de la longitud del vano a .

Comparando esta ecuación de la parábola con la de catenaria, se tiene:

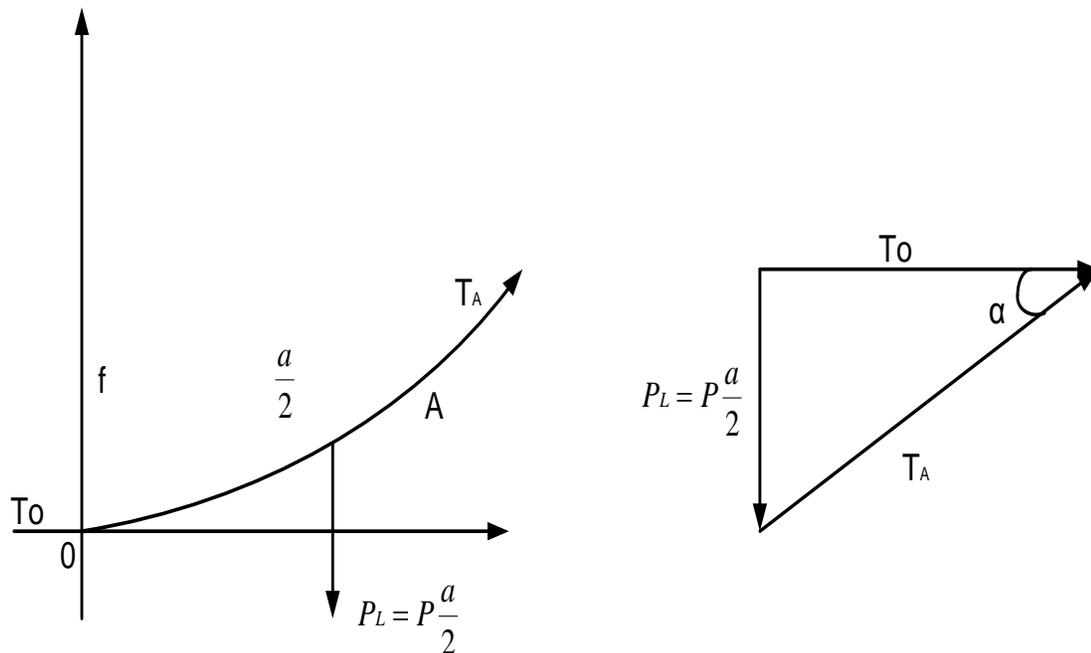
$$f = (T_o/P) * (\cosh (aP / 2T_o) - 1) \quad 2,24$$

Se podrá observar la complejidad de ésta, y como se demostrará más adelante, los resultados serán prácticamente iguales. Interesa trabajar con la tensión T_A , en lugar de la empleada hasta ahora T_o . Se observa el triángulo de fuerzas compuesto por T_o , T_A y P_L en la figura 10.

2.3.1.2.2. Comprobación entre la catenaria y la parábola

Para este caso, donde el vano se encuentra entre los rangos de 0 a 200 m, según la demostración entre la parábola y la catenaria se tiene para dos vanos que son 100 y 150 m, con una tensión en el conductor según características del proyecto eléctrico en construcción.

Figura 10. **Representación de tensiones mecánicas en un cable conductor**



Fuente: BOJ DE LEÓN, Edgar Ubaldo. Evaluación técnico económica del diseño de líneas de transmisión de 69 KV utilizando estructuras compactas, p. 70.

2.3.2. Principales normas aplicadas al diseño de la red

Actualmente en nuestro país se ha normalizado la aplicación de la Norma Caribe en la construcción de proyectos de servicios eléctricos, principalmente en el interior del país, ya que la empresa Unión Fenosa, se encarga de la distribución de la energía eléctrica a pequeños y medianos consumidores por medio de Deocsa/Deorsa, según el área en que se encuentre el proyecto.

En la redacción del presente informe se ha tomado en cuenta el contenido de la siguiente documentación técnica:

- Normalización de conductores para redes de distribución aérea (versión 3. Enero 2000).
- Criterios de arquitectura de red (versión 1. Marzo 2000).
- Criterios de arquitectura de red – área Caribe.
- Normas técnicas del diseño y operación de las instalaciones de distribución (NTDOID) – Guatemala. Edición del 27-10-1999.
- Normas técnicas del servicio de distribución (NTSD) - Guatemala. Edición de junio de 1998.
- Manual de construcción del sistema de distribución de energía eléctrica (volumen) – Panamá.
- Normas de construcción aérea. Conductores 1/0 AWG, AAC y ACSR 13,2 y 34,5 KV (volumen 2) – Panamá. Edición de noviembre de 1994.
- Normas para proyectos de electrificación rural 34,5 KV (volumen 5) – Panamá. Revisión 1998.
- Normas de distribución (volumen II de IV) República Dominicana. – edición 15/03/97.
- Normas de sistemas aéreos de distribución. – República Dominicana.
- National Electrical Safety Code (NESC) - Estados Unidos.
- Normas ANSI.
- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas. Subestaciones y centros de transformación.
- Reglamento técnico de líneas eléctricas aéreas de alta tensión (RTLAAT).
- Reglamento electrotécnico para baja tensión (España).

2.3.2.1. Distribución primaria

La distribución primaria se encuentra en la línea trifásica, bifásica o monofásica en media tensión, que parte desde un ramal de la subestación que constituye el eje eléctrico de una zona geográfica de distribución. En algunos

casos se cierra con otra línea eje de otra subestación próxima o con otra línea eje de la misma subestación.

En las redes de distribución se toma como línea principal, donde parten las líneas derivadas distribuidoras a consumidores y con la menor cantidad de derivaciones hacia transformadores de distribución independientes.

Para la selección de la línea troncal en una red de distribución es conveniente tomar en cuenta ciertos criterios, con el objeto de definir cuál debe ser la línea principal o troncal, siendo los siguientes:

- La línea que tiene mayor carga
- La línea que circula paralela a la carretera
- La línea que enlaza con otra proveniente de la misma o de otra subestación.

La carga máxima de diseño de una línea principal no superara los 400 kVA. Y la carga máxima de diseño de una salida de subestación no superará los 10 000 kVA. Para este proyecto utilizaremos una línea con voltaje primario de 1,2/7,6 kV.

2.3.2.2 Distribución secundaria

Estas líneas son aquellas que parten de una línea principal y alimentan a subderivadas y/o racimos. Serán siempre abiertas, no teniendo ninguna otra posibilidad de alimentación desde otras líneas secundarias o principales. Las líneas subderivadas tienen su origen en líneas derivadas y alimentan a racimos.

Estas líneas pueden ser trifásicas o monofásicas. Y la potencia instalada por fase en las derivadas monofásicas no podrá superar el 5% de la potencia total instalada en el circuito completo.

Y los racimos son agrupamientos de transformadores monofásicos de distribución que comparten un elemento de protección y maniobra.

Las limitaciones del racimo serán las siguientes:

- Potencia máxima instalada 800kVA
- Número máximo de transformadores 8
- Longitud máxima de línea monofásica (desde el elemento de corte a C.T. mas alejado) 4 km.

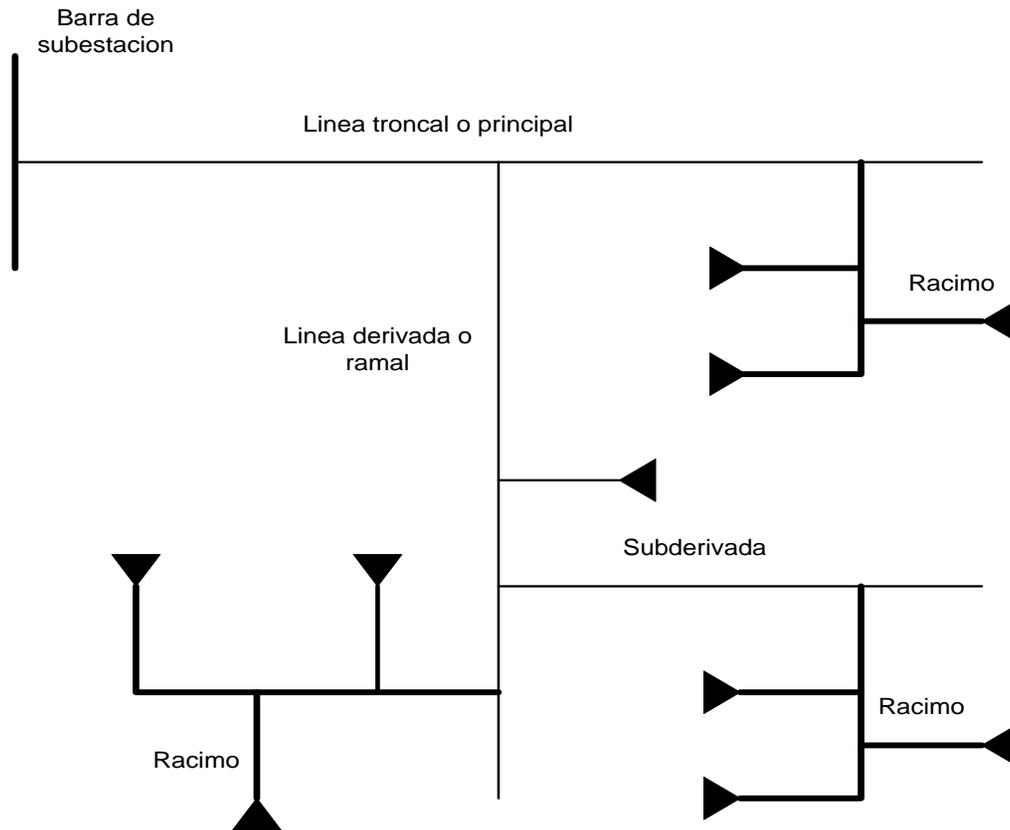
La figura 11, muestra la arquitectura de la red de distribución.

2.3.2.2.1. Tipos de postes

Dependiendo del proyecto y aspectos como la topografía del lugar y el acceso a estos, se determina el tipo de poste que se puede utilizar en el diseño de líneas eléctricas. Los postes se clasifican por los siguientes tipos:

- Postes de hormigón pretensado y centrifugado (HPC); y poste de hormigón armado vibrado (HVA)
- Postes metálicos de chapa (MCH)
- Postes de madera

Figura 11. Línea derivada y subderivada



Fuente: Unión Fenosa Internacional S.A. Curso de ejecución de obras y consideraciones generales, p. 7.

Los postes de concreto se utilizan con carácter prioritario, como alternativa se utilizan los apoyos metálicos de chapa en puntos de difícil acceso. Los de madera se utilizan como alternativa a los de hormigón cuando no están disponibles los metálicos y principalmente en lugares de difícil acceso, como el área rural.

Tabla IX. **Postes de madera según esfuerzo y clase.**

Código	Designación	Postes
450958	M - 6 – c5	Poste de madera de 6 m clase 5
450959	M - 9 – c5	Poste de madera de 9 m clase 5
450960	M - 10 – c5	Poste de madera de 10,5 m clase 5
450961	M - 10 – c3	Poste de madera de 10,5m clase 3
450962	M - 12 – c3	Poste de madera de 12 m clase 3
450963	M - 12 – c1	Poste de madera de 12 m clase 1
450964	M - 14 – c3	Poste de madera de 14 m clase 3
450965	M - 14 – c1	Poste de madera de 14 m clase 1

Fuente: Unión Fenosa Internacional S.A. Curso de ejecución de obras y consideraciones generales, p. 6.

Para los proyectos en estudio, se proyectarán postes de madera, por la dificultad que existe en el acceso de las distintas comunidades, ya que esto exigirá que los postes sean acarreados por los vecinos del lugar, estos postes a proyectar cumplirán con las especificaciones mostradas en la tabla IX.

2.3.2.2.2. Características de conductores

Los conductores a emplear para las redes de distribución en media tensión serán desnudos de aluminio con alma de acero ACSR (*Aluminium Conductor Steel Reinforced*) normalizados para las líneas eléctricas aéreas de 13,2, 24,9, y 34,5 kVA de Unión Fenosa.

Para la aplicación en las redes aéreas desnudas de media tensión en las empresas eléctricas del área Centroamericana y del Caribe se han seleccionado cables ACSR, por costos y calidad. En dicho conductor vienen

combinadas las dos principales características del acero galvanizado y del aluminio. El primero para proporcionar la mayor parte del esfuerzo a la rotura del cable y el segundo para proporcionar la conductividad. Se han normalizado a cuatro el número de conductores para mayor sencillez y economía tanto de desarrollo como de mantenimiento y explotación de la red. La tabla X muestra los tipos de conductores con su código correspondiente.

2.3.2.2.3. Selección de transformadores de distribución

Los centros de transformación en las ampliaciones e introducción de energía eléctrica a cualquier sector, se selecciona con base al número de usuarios, voltaje en la línea primaria, condiciones ambientales y condición social del lugar.

Para los estudios elaborados a las comunidades de Chajaneb, Sactz'icnil, Chajcoal, Sebob, Cojilá, Chiquic, Caqlaib y Santo Tomás, se proyectarán transformadores de distintos valores, entre los cuales están de 10, 25 y 37,5 kVA, autoprotegidos.

Tabla X. **Los conductores y su código**

Código	Material
330480	Conductor ACSR 477 MCM (Hawk)
436990	Conductor ACSR 266 MCM (Partridge)
525748	Conductor ACSR 4/0 MCM (Penguin)
436978	Conductor ACSR AWG 1/0 (Raven)

Fuente: Unión Fenosa Internacional S.A, Curso de ejecución de obras y consideraciones generales.

2.3.2.2.4. Tipos de acometida

Los proyectos que se ejecutan en el interior del país están estandarizados a las normas que establece Unión Fenosa, en estas líneas eléctricas aéreas de baja tensión se aplicará al diseño general y cálculo de los diferentes elementos que intervienen en la construcción de líneas eléctricas aéreas de baja tensión con conductores trenzados de aluminio, aleación de aluminio o aluminio acero, o concéntricos de cobre, frecuencia nominal de 60 Hz y tensiones nominales de 120, 208 y 240 V.

En la ejecución de proyectos de líneas eléctricas se deben de considerar ciertos criterios importantes para seleccionar las acometidas adecuadas para los usuarios, estas características se detallan a continuación:

- Longitud, topología de la línea y potencia a distribuir a medio plazo.
- Características del terreno.
- Máxima caída de tensión porcentual admisible hasta las distintas cargas.
- Factores de potencia de las distintas cargas.
- Accesibilidad media al trazado de la línea para el acopio de los apoyos.
- Emplazamientos de posibles centros de transformación.
- Características de la red existente a la que ha de ser conectada.
- Consideraciones económicas.

Los puntos a. y c. están íntimamente ligados y conducen a distintos valores de “momento eléctrico”, que dependerán de la caída de tensión admisible y del factor de potencia de la instalación. La optimización de estas

variables conducirá a una elección adecuada de los conductores a emplear así como de los vanos y apoyos necesarios.

Ha de tenerse en cuenta que la potencia considerada para el diseño debe ser aquella que se prevea ha de transportar la línea, al menos a medio plazo, determinada por un anteproyecto general o considerando los previsibles aumentos de demanda. En cuanto a la longitud y la topología de la línea, también se deberá tener en cuenta si se prevé o no prolongar la línea en el futuro, para poder atender a los nuevos puntos de suministro.

Respecto al punto e. y como norma general, se realizará el diseño de la línea atendiendo a las directrices mostradas en el presente informe, cuando la accesibilidad al trazado de la línea no presente especiales dificultades.

También puede ser aconsejable en algunos casos, y a esto se refiere al punto g), que cuando se construyan ramales que deriven de líneas ya existentes y que se consideren definitivas, se debe seleccionar la clase de apoyos y el tipo de aislamiento con las mismas características de la red existente, con el objeto de mantener cierta uniformidad.

En el diseño de la red de distribución de las ocho comunidades ya mencionadas, se ha proyectado que las líneas serán de tipo monofásico, debido a la limitación de la red en la troncal, ya que esta está compuesta por una red monofásica, así mismo las necesidades de los vecinos no requieren que la red sea distinta a la monofásica. Según las tensiones normalizadas en nuestro país para pequeños usuarios en líneas monofásicas estas son de 120 y 240 V, por lo tanto los vecinos estarán limitados a este rango de tensiones disponibles. Por lo tanto, se evitará la expansión y crecimiento de instalaciones a tensiones diferentes a las normalizadas.

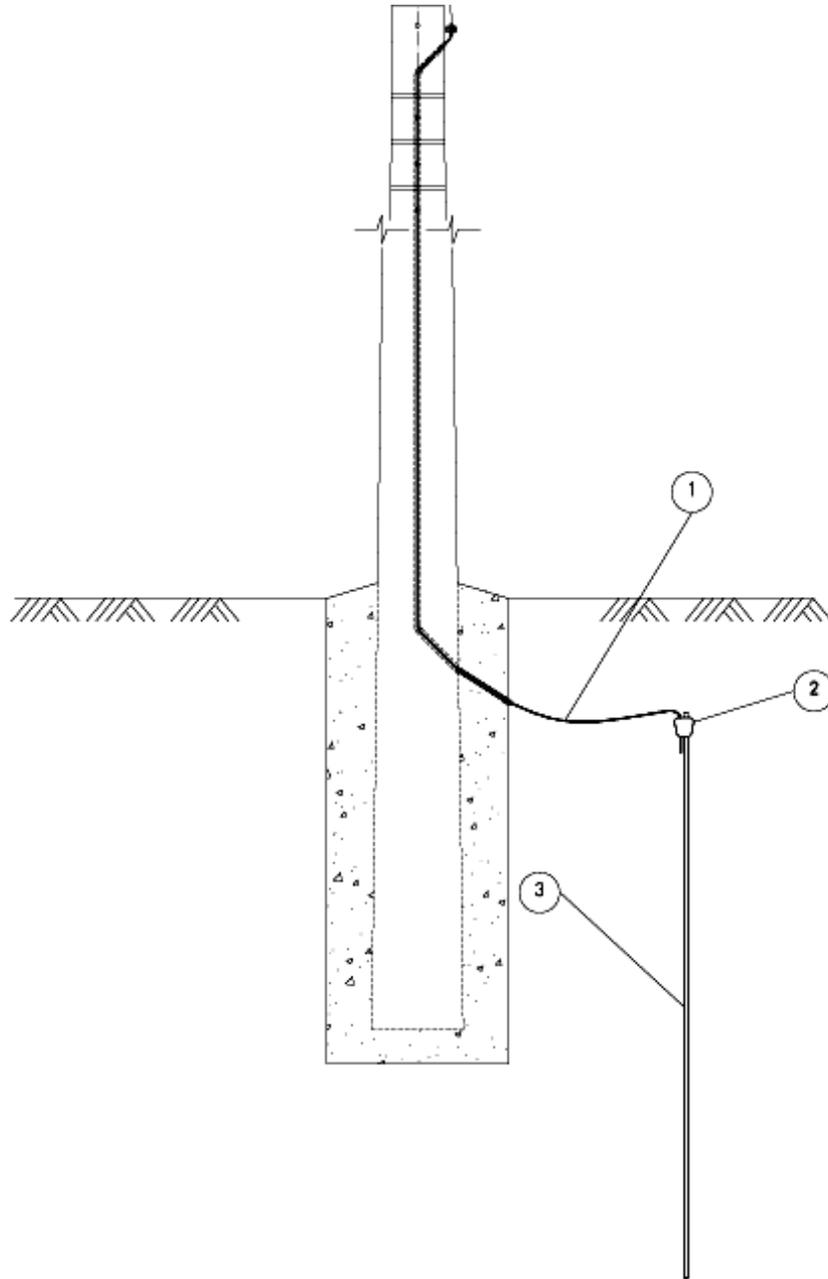
2.3.2.2.5. Sistemas de tierras

La línea de distribución monofásica proyectada a las ocho comunidades incluidas en este proyecto estará provista de un sistema de tierras con la finalidad de proteger la red, limitando las tensiones de defecto a tierra que se pueden originar en la propia instalación. Esta instalación deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad del rayo o cortocircuito contribuyendo de esta manera, a la eliminación del riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas de paso y de contacto con las masas eventualmente en tensión. Para el correcto funcionamiento de un transformador monofásico con una única borna de M.T., es fundamental que exista una conexión segura y confiable del transformador al conductor neutro y al potencial de la tierra.

Las redes de distribución de energía eléctrica deben estar diseñadas de tal forma que todas las estructuras que sostienen las líneas primarias de media tensión, incluyen una instalación de puesta a tierra para la línea neutra, sin excepción, así como todos los elementos instalados llevarán su correspondiente conexión a tierra, según la Norma Caribe se tiene estandarizado que en las redes secundarias de baja tensión se aterriza el neutro en los remates de cada ramal.

Según la figura 12, la conexión de puesta a tierra se realizará mediante un cable de cobre desnudo de sección AWG #2 (1), conectados con conectores de compresión hidráulica de 5/8" para puesta a tierra (2), hacia la varilla de cobre de 5/8"X8' (3). Sus características están definidas en la correspondiente especificación técnica. Este conductor poseerá una resistencia mecánica adecuada para las condiciones a las que esté sometido.

Figura 12. Puesta a tierra en poste de hormigón



Fuente: Unión Fenosa Internacional, S.A. Unidades constructivas líneas aéreas eléctricas zona Caribe.

Los postes de concreto están diseñados de tal forma que en el interior de las mismas se pueda instalar el conductor hacia la red de puesta a tierra, sin embargo en postes de madera esto no es posible. Por lo tanto, se instala al contorno del poste con un protector de madera que tiene la finalidad de limitar el contacto a personas que tengan acceso a esta y donde esté expuesta a daño mecánico.

El valor de la resistencia para una red de puesta a tierra, medido en cualquiera de los apoyos de la línea, será inferior en todo caso a 5 Ω . Este valor se obtendrá teniendo en cuenta el funcionamiento en paralelo de todas las puestas a tierra individuales de la línea. La lectura de resistencia de puesta a tierra individual de cada punto no debe ser mayor de 50 Ω .

En todo caso, los valores de puesta a tierra garantizarán que las tensiones de paso y contacto no superarán los valores máximos indicados en la publicación IEEE “Guía para la seguridad en la puesta a tierra en subestaciones de corriente alterna”, es decir:

$$V_p = (157 / \sqrt{t_s}) * (1 + (6 \rho_s / 1000)) \quad (V) \quad 2,25$$

$$V_c = (157 / \sqrt{t_s}) * (1 + (1,5 \rho_s / 1000)) \quad (V) \quad 2,26$$

siendo:

V_p : Tensión de paso máxima admisible (V).

V_c : Tensión de contacto máxima admisible (V).

t_s : Duración de la corriente de cortocircuito (s).

ρ_s : Resistividad superficial del terreno ($\Omega \cdot m$).

La densidad de corriente disipada, que es igual al cociente entre la intensidad de defecto y la superficie total del electrodo en contacto con tierra, será inferior al valor dado por la expresión:

$$\delta = 11\,600 / (\sqrt{\rho * t}) \quad (\text{A/m}^2) \qquad 2,27$$

en la que:

δ : Densidad de corriente disipada (A/m^2).

ρ : Resistividad del terreno ($\Omega \cdot \text{m}$).

t : Tiempo de duración del defecto (s).

En la instalación de puesta a tierra de masas y elementos a ella conectados se cumplirán las siguientes condiciones:

- Será accesible en un punto para la medida de la resistencia de tierra.
- Todos los elementos que constituyen la instalación de puesta a tierra, estarán protegidos adecuadamente contra deterioro por acciones mecánicas o de cualquier otra índole.
- Los elementos conectados a tierra, no estarán intercalados en el circuito como elementos eléctricos en serie, sino que su conexión al mismo se efectuará mediante derivaciones individuales.
- Para asegurar el correcto contacto eléctrico de todas las masas y la línea de tierra, se verificará que la resistencia eléctrica entre cualquier punto de la masa unido al conductor de la línea de tierra, en el punto de penetración en el terreno, será tal que el producto de la misma por la intensidad de defecto máxima prevista sea igual o inferior a 50 V.

2.3.2.2.6. Retenidas

Las retenidas tienen como finalidad evitar que los postes se desplomen debido a las fuerzas longitudinales provocadas por la tensión de los conductores eléctricos y otras fuerzas que ejercen fuerzas perpendiculares en las estructuras, están diseñadas de modo que permitan la instalación de pinzas de anclaje, grapas de suspensión, y el respectivo tirante con cable acerado, como lo muestra la figura 13. En otros tipos de estructuras como fachadas en pared, se utilizarán pletinas de acero galvanizado, que se sujetarán directamente a la pared mediante tornillos con sus correspondientes tacos.

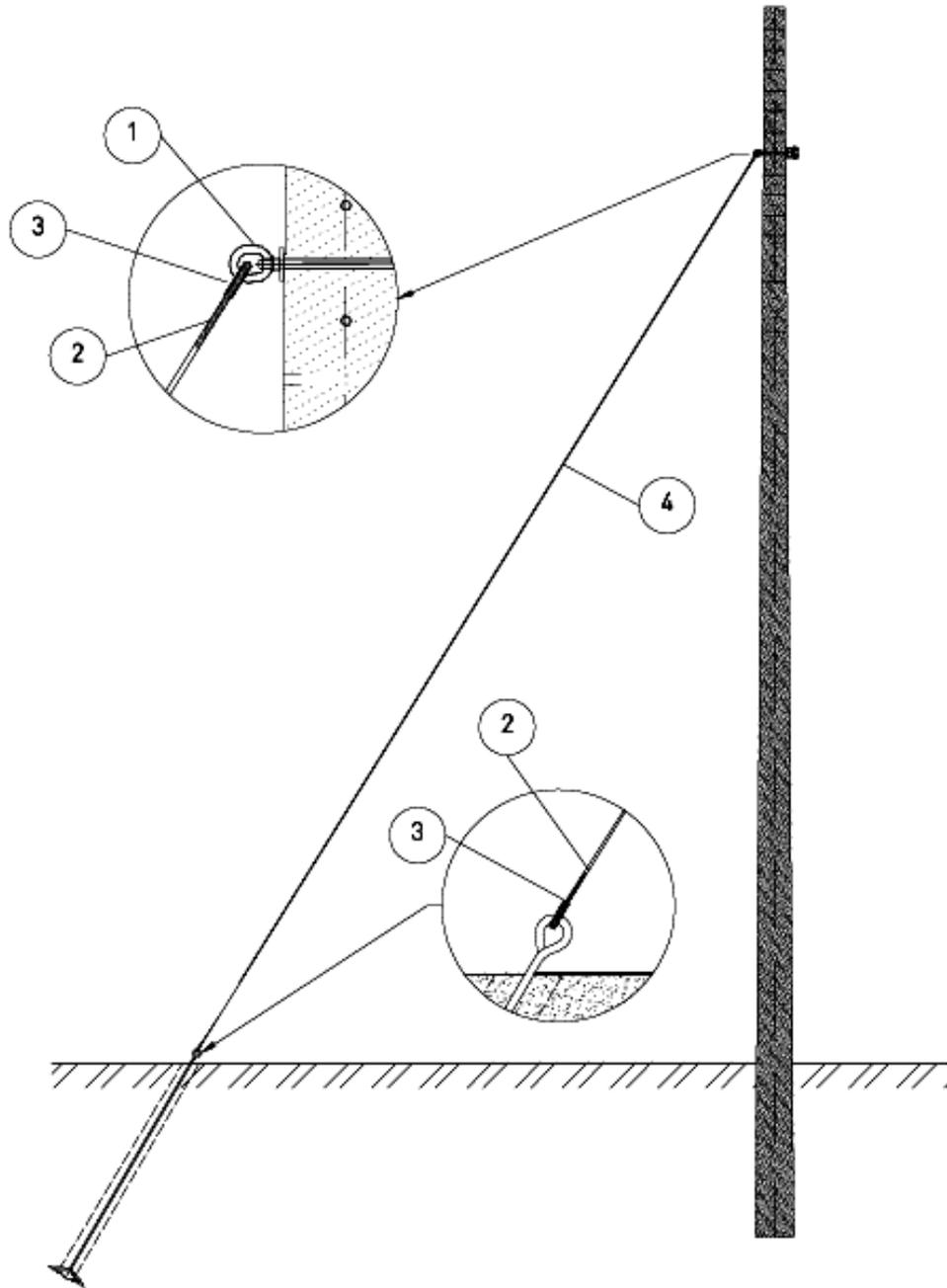
En los postes se utilizarán tornillos pasantes de acero galvanizado con cabeza de ojo, todo cumpliendo con las especificaciones de la Norma Caribe. Cuando por determinadas circunstancias existen retenidas o mensajeros que discurran paralelas a la línea y estén sujetos a la misma estructura, las distancias de seguridad que se han de respetar son las siguientes:

- A vientos o retenidas paralelas a la línea 0,30 m
- Otros 0,15 m

2.3.2.2.7. Neutro

En sistemas trifásicos de distribución se emplean con neutro común y múltiple conexión a tierra, en cumplimiento de las especificaciones de la Norma Caribe, ya que normaliza el aterrizaje del neutro en todas las estructuras de media tensión. Se utiliza este tipo de sistema debido a las ventajas económicas y de operación que ofrece. Por lo general, los devanados de los transformadores de la subestación que dan servicio al primario están conectados en Y, y el punto neutro está conectado con firmeza a tierra.

Figura 13. **Montaje conjunto retenida en tornillo existente**



Fuente: Unión Fenosa Internacional, S.A. Unidades constructivas líneas aéreas eléctricas zona caribe.

En ocasiones se conecta una pequeña impedancia entre el neutro del transformador y tierra para limitar las corrientes de cortocircuito línea a tierra, en el sistema primario.

El circuito neutro debe ser una trayectoria continua a lo largo de las rutas primarias del alimentador y hacia cada ubicación de los usuarios con conductor de baja resistencia. Regularmente se utiliza el mismo conductor para el neutro tanto en sistemas primarios de media tensión como secundarios de baja tensión para la distribución a los usuarios, interconectados en cada estructura de media tensión ya que poseen conexión a puesta a tierra.

El neutro se conecta a tierra en cada transformador de distribución, a intervalos frecuentes. El neutro lleva una parte de las corrientes de carga desbalanceadas o residuales, tanto para los sistemas primarios como secundarios. El resto de esta corriente fluye a tierra por los conductores, conectores y varillas de cobre que se encuentran enterrados. En condiciones típicas se estima que la mitad de la corriente de retorno fluye en el conductor neutro, aun cuando la división puede variar mucho, dependiendo de la resistividad del suelo.

2.3.3. Levantamiento topográfico

2.3.3.1. Toma de puntos de ubicación mediante GPS

Según las visitas de campo que se hicieron a las comunidades Chajaneb, Sactz'icnil, Chajcoal, Sebob, Cojilá, Chiquic, Caqlaib y Santo Tomás, se procedió a la toma de puntos con equipo GPS para la ubicación de estructuras tanto en media tensión como en baja tensión, para tal efecto se estacó cada

punto para un mejor control, el cual se identifica cada punto como lo muestran las tablas en el apéndice.

2.3.3.2. Diseño de mapa

Se elaboraron los planos correspondientes al diseño de la red de distribución de la comunidades: Chajaneb, Sactz'icnil, Chajcoal, Sebob, Cojilá, Chiquic, Caqlaib y Santo Tomás, pertenecientes al municipio de San Juan Chamelco, del departamento de Alta Verapaz, los cuales encontramos en el apéndice de este documento.

2.3.4. Ingeniería de la red

2.3.4.1. Generalidades

Los estudios para el diseño de implementación del servicio eléctricos a las comunidades beneficiadas con el presente proyecto tienen como propósito establecer y justificar las condiciones comunes que debe cumplir cualquier obra que corresponda a la introducción de energía eléctrica, para lo cual se deben incluir en cada proyecto, las particularidades específicas del mismo, tales como el plano del diseño, cantidad de usuarios, potencia a requerir, cronograma de avance físico y financiero, cálculo de tierras y presupuesto.

Por otra parte, el presente documento servirá de base genérica para la tramitación oficial de cada obra, así como norma particular para la empresa que tendrá a cargo la ejecución del proyecto u otros proyectos de la misma índole, en cualquier área del país.

2.3.4.2. Carga estimada

La carga estimada para el proyecto de cada comunidad se determinará con base al consumo de los usuarios de la red actual, tomando como referencia los rangos de consumo por usuario que tiene DEOCSA para el área rural en Alta Verapaz, tomando en cuenta los parámetros siguientes:

Márgenes de tolerancia de caída de tensión:

- Red urbana baja tensión más acometida 2,5%
- Solo acometida (red urbana y rural) 0,8%
- Red rural baja tensión más acometida 5%

En zona rural de nueva electrificación se podrá admitir hasta un 10% de caída de tensión total, incluyendo la acometida y un 1,6% de caída de tensión en acometida, siempre que:

- El transformador tenga tomas de regulación de +5% y -2,5%
- La caída de tensión máxima admisible sea menor o igual que la diferencia entre la tensión nominal del transformador y la tensión mínima admitida en el punto de entrega de energía al usuario
- Niveles de potencia en la red rural
- Nivel de electrificación: Bajo = 0,9 kW, Medio = 1,6 kW y Alto = 2,4 kW

Para abonados con un grado de electrificación clasificado como cliente singular (mayor de 6 kW), en el cálculo se considera las potencias reales para luego determinar la demanda máxima estimada, esto requerirá que el usuario sea candidato a requerir un transformador para servicio exclusivo. Así mismo las áreas suburbanas de nivel bajo se considerarán como rurales. Para calcular

la previsión de potencia a demandar en un tramo de red eléctrica de baja tensión se aplicará un coeficiente de simultaneidad a la potencia máxima prevista por usuario según el grado de electrificación correspondiente.

Existen diferentes formas para determinar la demanda que tendrá un usuario en particular. Una forma sencilla de obtener estos datos es con la utilización del coeficiente de simultaneidad que nos proporciona los valores en función al número de suministros que se incluirán en un sector de la red de distribución eléctrica, esto se obtiene según la tabla XI.

Tabla XI. **Coeficiente de simultaneidad en función de usuarios**

Coeficiente de simultaneidad				
Numero de. Suministros	1	2 a 4	5 a 15	>15
Ns	1	0,8	0,6	0,4

Fuente: Unión Fenosa Internacional, S.A. Curso de ejecución de obras y consideraciones generales. p. 50.

Para el cálculo de la potencia de un número de abonados se realizará utilizando la siguiente ecuación de cálculo, considerando que será para abonados mayores de 15.

$$P_n = P_{15} + (n-15) \cdot P_1 \cdot N_s \quad 2,28$$

Para las comunidades que se les realizó el estudio, la tabla XII nos proporciona los valores de potencia a requerir, considerando una potencia de demanda de 1.6Kw por usuario.

Tabla XII. **Potencia a requerir para las comunidades en estudio**

Comunidad	No. de suministros N	Coefficiente de simultaneidad Ns	Potencia a requerir P_n
Sta. Catalina CHAJANEB	68	0,4	102
Saqtz´iknil	55	0,4	81
Chajcoal	98	0,4	151
Sebob	79	0,4	120
Cojilá	103	0,4	159
Chiquic	77	0,4	117
Caqlaib	35	0,4	48
Sto. Tomás CHAJANEB	83	0,4	126

Fuente: elaboración propia.

2.3.4.3. Carga proyectada a 10 años

En el momento de hacer la evaluación de un proyecto de inversión, el principal objetivo es determinar su rentabilidad económica financiera y social, de tal forma que pueda cubrir las necesidades en forma eficiente, segura y rentable, asignando los recursos económicos con que se cuenta, a la mejor alternativa. Lo anterior se explica, entre otras cosas, por el hecho de que para definir todos los egresos se deberá previamente proyectar la situación contable sobre la cual se calcularán éstos.

Se hace necesario señalar que el costo de oportunidad es imprescindible para tomar la decisión adecuada. Todos los costos deben considerarse en términos reales considerando porcentajes de incrementos que pueda sufrir la ejecución del proyecto. Dependiendo del tipo de proyecto que se evalúa, deberá trabajarse con costos totales proyectados a futuro.

La carga que se considera será la que se encuentre dentro de 10 años después de entrar en funcionamiento el presente proyecto será:

$$P_n \text{ kW } (1,06^{10}) = P_{10} \quad 2,29$$

La potencia proyectada para 10 años (P10), en base al cálculo anterior se prevé un crecimiento del 80%, según lo podemos observar en la tabla XIII.

2.3.4.4. Densidad de carga

La densidad de carga se determina como una relación de la carga demandada por los abonados con el área en km² o m², considerándose para estos casos un área territorial de 50 m² por usuario, se obtienen los datos que muestra la tabla XIII.

Tabla XIII. **Densidad de carga de las comunidades en estudio**

Comunidad	Potencia a 10 años P10	Área territorial por comunidad	Densidad de carga VA/m²
Sta. Catalina CHAJANEB	182,7	3 400	32
Saqtz'iknil	145,1	2 750	32
Chajcoal	270,4	4 900	32
Sebob	214,9	3 950	32
Cojilá	284,7	5 150	32
Chiquic	209,5	3 850	32
Caqlaib	86	1 750	32
Sto. Tomás CHAJANEB	225,6	4 150	32

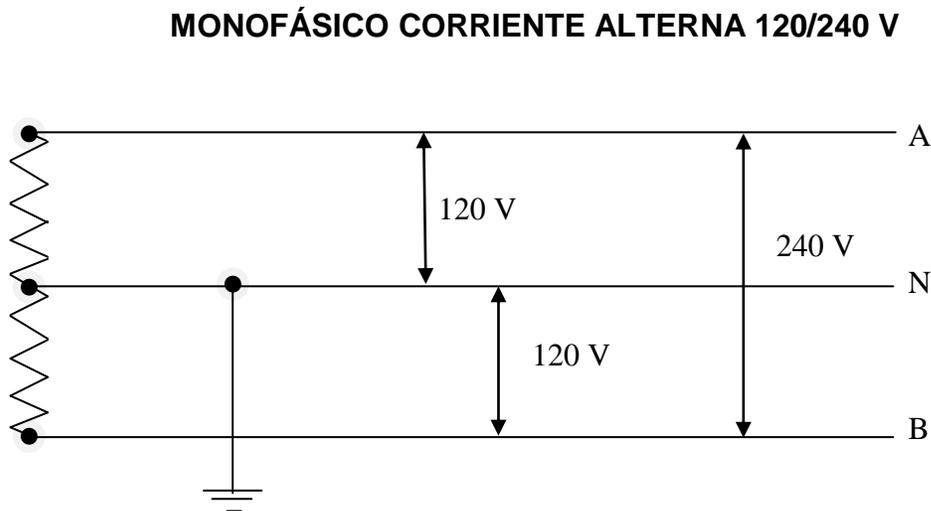
Fuente: elaboración propia.

2.3.4.5. Selección del nivel de tensión de distribución

Los criterios de diseño tienen como fin establecer las reglas y criterios para el análisis y ordenamiento de la explotación de la red de baja tensión (BT) actual y de las redes que se planifiquen en el futuro. Los criterios de diseño de redes de BT aquí descritos se aplicarán a todas las instalaciones comprendidas entre los bornes de BT de los transformadores de la red de distribución general y la protección de la acometida.

Están incluidos los elementos frontera con las redes de MT (transformadores de la red general de distribución) y excluidos los elementos frontera con las instalaciones del cliente (los medidores de energía de los clientes).

Figura 14. **Sistema monofásico de 3 hilos con tensión 120/240 voltios**



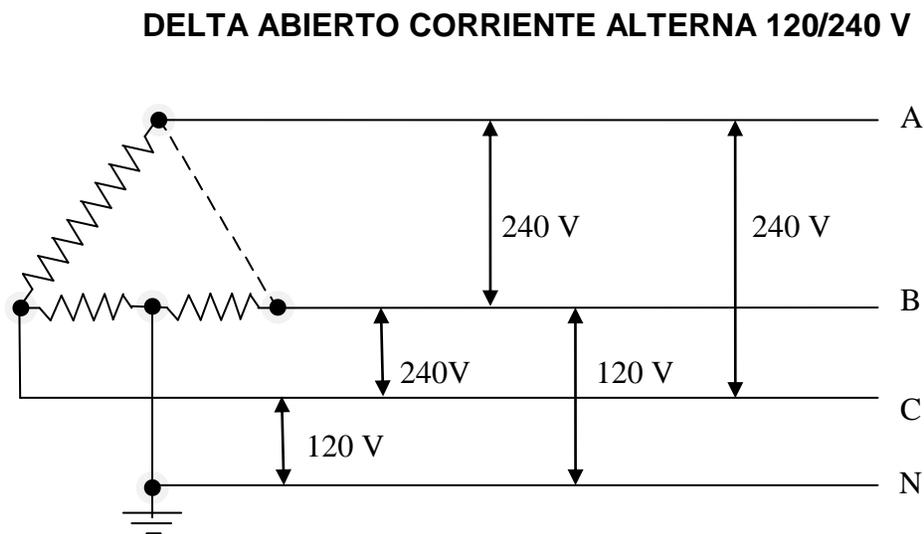
Fuente: Unión Fenosa Internacional, S.A. Curso de ejecución de obras y consideraciones generales. p. 32.

Los siguientes elementos forman parte de la red de baja tensión:

- Transformadores de distribución.
- Red de distribución de BT.
- Acometidas.

Par las comunidades mencionadas anteriormente, se ha diseñado las redes de baja tensión para el suministro de clientes residenciales, comerciales e industriales, definiendo estas redes de tipo monofásico de baja tensión con línea de tres hilos y tensiones nominales de 120/240 voltios. Este sistema se puede visualizar claramente en la figura 14.

Figura 15. **Sistema trifásico a 4 hilos con tensión 120/240 voltios**



Fuente: Unión Fenosa Internacional, S.A. Curso de ejecución de obras y consideraciones generales. p. 33.

Este tipo de red se alimenta únicamente con un transformador autoprotegido, monofásico tipo poste. La red de distribución alimentada por el

citado transformador puede conectarse mediante un puente simple o un puente doble, dependiendo si la red está en ambos lados del transformador a un lado de éste. Esta modalidad se aplicará a redes tanto urbanas como rurales.

En redes trifásicas de cuatro hilos, las tensiones nominales 120, 240 y 208 voltios alimentada mediante un banco con dos transformadores, interconectados en triángulo (delta) abierto, según el esquema siguiente que muestra la figura 15.

La red de distribución de B.T. alimentada por este banco de transformadores puede conectarse mediante un puente simple o un puente doble, dependiendo de las necesidades de la red.

2.3.4.6. Selección de conductores

Los conductores que se proyectaron para utilizar en la electrificación de las comunidades en mención en este documento serán triplex # 2 trenzado, con aislante de cloruro de polivinilo PVC en sus dos fases y neutral, incluyendo alma de acero en el neutral, este conductor es el actualmente utilizado en un sistema monofásico de 120/240 voltios, cumpliendo con las especificaciones de la Norma Caribe. En tabla XIV podemos observar las principales características de los conductores utilizados en redes de baja tensión y acometidas.

Como las comunidades que están siendo objeto de estudio se catalogan como rurales, siendo los usuarios consumidores pequeños, las acometidas que se utilizarán serán conductores dúplex # 6. Las principales características de los conductores utilizados acometidas se pueden observar en las tablas XV, XVI y XVII.

Tabla XIV. **Características de conductores para baja tensión**

Conductores de uso en líneas y acometidas	
Tríplex #2	Trenzado; Fases: #2 AAC – Neutro: #2 AAAC
Tríplex 1/0	Trenzado; Fases: 1/0 AAC – Neutro: 1/0 AAAC
Tríplex 4/0	Trenzado; Fases: 4/0 AAC – Neutro: 4/0 AAAC
Cuádruplex 4/0	Trenzado; Fases: 4/0 AAC – Neutro: 4/0 AAAC
Cuádruplex 336,4	Trenzado; Fases: 336,4 AAC – Neutro: 4/0 AAAC

Fuente: Unión Fenosa Internacional, S.A. Curso de ejecución de obras y consideraciones generales, características de conductores para baja tensión. p. 7.

Tabla XV. **Selección de conductores para acometidas**

Conductor	Descripción
Conductores de uso exclusivo en acometidas	
Concéntrico 2 x #8	Concéntrico; Fase y Neutro: #8 Cu
Concéntrico 3 x #8	Concéntrico; Fases y Neutro: #8 Cu
Concéntrico 2 x #6	Concéntrico; Fase y Neutro: #6 Cu
Concéntrico 3 x #6	Concéntrico; Fases y Neutro: #6 Cu
Concéntrico 3 x #4	Concéntrico; Fases y Neutro: #4 Cu
Concéntrico 4 x #4	Concéntrico; Fases y Neutro: #4 Cu

Fuente: Unión Fenosa Internacional, S.A. Curso de ejecución de obras y consideraciones generales, características de conductores para baja tensión. p. 6.

Tabla XVI. **Características de conductores de uso exclusivo en acometidas de abonado**

Características de los conductores de uso exclusivo en acometidas						
Conductor	Conc. 2 x #8	Conc. 3 x #8	Conc. 2 x #6	Conc. 3 x #6	Conc. 3 x #4	Conc. 4 x #4
Sección de la fase (mm²)	8,37	8,37	13,30	13,30	21,15	21,15
Sección del neutro (mm²)	8,32	8,32	13,21	13,21	21,12	21,12
Composición fase (n° alam. x Ø en mm)	7 x 1,23	7 x 1,23	7 x 1,55	7 x 1,55	7 x 1,96	7 x 1,96
Aislamiento	Polietileno reticulado y PVC					
Diámetro del haz (mm) (1)	= 9,6	= 10,0 x 16,0	= 11,6	=11,3 x 18,2	= 12,8 x 21,1	= 22,0
Peso del haz (daN/m)	≤ 0,225	≤ 0,350	≤ 0,325	≤ 0,475	≤ 0,700	≤ 0,900
Resistencia eléctrica en C.C. a 20 °C (Ω/km)	≤ 2,275	≤ 2,275	≤ 1,431	≤ 1,431	≤ 0,900	≤ 0,900
Resistencia eléctrica en C.C. a 50 °C (Ω/km)	≤ 2,543	≤ 2,543	≤ 1,600	≤ 1,600	≤ 1,006	≤ 1,006
Intensidad máxima admisible (A)	55	55	75	75	95	95

Fuente: Unión Fenosa Internacional, S.A. Curso de ejecución de obras y consideraciones generales, características de conductores para baja tensión. p. 7.

2.3.4.7. Caídas de tensión

En el reparto de caídas de tensión a lo largo de las redes primaria y secundaria, con el fin de garantizar que todos los clientes conectados a las mismas estén incluidos dentro de los márgenes de tolerancia admisibles, por tal razón se estandarizan los siguientes márgenes:

- Red urbana de baja tensión más acometida: 2,5 %.
- Red urbana y rural, sólo acometida: 0,8 %.
- Red rural baja tensión más acometida: 5,0 %.

Tabla XVII. **Características de conductores de uso en líneas y acometidas**

Conductores de uso en líneas y acometidas					
Conductor	Triplex #2	Triplex 1/0	Triplex 4/0	Cuádruplex 4/0	Cuádruplex 336,4
Sección de la fase (mm²)	33,62	53,51	107,20	107,20	170,45
Sección del neutro (mm²)	33,62	53,51	107,20	107,20	170,20
Composición fase (n° x Ø en mm)	7 x 2,47	7 x 3,12	13 x 2,9 + 6 x 2,12	13 x 2,9 + 6 x 2,12	13 x 3,66 + 6 x 2,68
Composición neutro (n° x Ø en mm)	7 x 2,47	7 x 3,12	7 x 4,42	7 x 4,42	7 x 4,42
Aislamiento	Polietileno reticulado				
Diámetro aprox. Del haz (mm)	21,0	27,0	35,0	40,0	49,0
Peso del haz (daN/m)	≤ 0,351	≤ 0,631	≤ 1,189	≤ 1,570	≤ 2,257
Carga de rotura por conductor (daN) (1)	1 063	1 700	3 264	3 264	3 264
Resistencia eléctrica en C.C. a 20 °C (Ω/km)	F: ≤ 0,860 N: ≤ 0,999	F: ≤ 0,539 N: ≤ 0,626	F: ≤ 0,269 N: ≤ 0,312	F: ≤ 0,269 N: ≤ 0,312	F: ≤ 0,169 N: ≤ 0,312
Resistencia eléctrica en C.C. a 50 °C (Ω/km)	F: ≤ 0,964 N: ≤ 1,120	F: ≤ 0,604 N: ≤ 0,702	F: ≤ 0,302 N: ≤ 0,350	F: ≤ 0,302 N: ≤ 0,350	F: ≤ 0,189 N: ≤ 0,350
Intensidad máxima admisible (A) (2)	150	205	300	275	370

(1) Cuando cita la carga de rotura por conductor, se indica la carga de rotura del neutro de AAAC.

(2) (2) Valores calculados en las siguientes condiciones: T, ambiente: 25 °C. T. Conductor: 75 °C, velocidad del viento: 0,6 m/s y sin radiación solar.

Fuente: Unión Fenosa Internacional, S.A. Curso de ejecución de obras y consideraciones generales, características de conductores para baja tensión. p. 7.

Para electrificación en zona rural de nueva electrificación se podrá admitir hasta un 10 % de caída de tensión total, incluyendo la acometida.

2.3.4.8. Cálculo de protección de la red de distribución

La protección principal de las redes de media tensión estará confiada al interruptor automático de cabecera de línea. En redes aéreas urbanas y rurales, el interruptor de cabecera estará dotado de reenganche automático con posibilidad de ciclo (R+2L).

En redes subterráneas en ningún caso se instalará reenganche. En redes aéreas rurales o mixtas podrán instalarse reconectores intermedios en aquellos casos en que bien por segmentación de mercado, bien por longitud de línea se justifique.

En los puntos de la red en los que se prevea una potencia de cortocircuito superior a la capacidad del fusible de expulsión, se instalará asociado con fusibles de alto poder de corte. La protección contra sobretensiones se empleará autoválvulas de óxidos metálicos en los siguientes elementos:

- Transformadores
- Pasos aéreo-subterráneos
- Conductores forrados

2.3.5. Cronograma de elaboración del proyecto

2.3.5.1. Diagrama de Gantt

Los cronogramas de ejecución e inversión de los proyectos en mención se elaboraron por medio de los renglones de trabajo que se ejecutarán, detallando el avance físico de los proyectos, como el avance financiero que corresponde a

los porcentajes de las estimaciones propuestos para la ejecución de los proyectos. Estos cronogramas se detallan en el apéndice del presente informe.

2.3.6. Presupuesto

2.3.6.1. Costos directos

Los costos directos en para la ejecución de los proyectos, representan los gastos que se harán de forma directa, en este caso se toma como el costo de materiales, licencia de construcción, que se hace efectivo directamente a la empresa Deocsa/Deorsa de Unión Fenosa y el costo de los impuestos, que tiene un valor del 12% del monto total del proyecto.

Tabla XVIII. **Costos directos de proyectos**

No.	NOMBRE DE LA COMUNIDAD	COSTOS DIRECTOS
1	Chajaneb	Q. 435 400,00
2	Sactz'icnil	Q. 538 600,00
3	Chajcoal	Q. 789 200,00
4	Sebob	Q. 917 205,00
5	Cojilá,	Q. 642 660,00
6	Chiquic	Q. 623 320,00
7	Caqlaib	Q. 249 800,00
8	Santo Tomás	Q. 531 500,00

Fuente: elaboración propia.

Los montos que se presentarán supondrán fluctuaciones mínimas en el valor de la moneda del dólar. Para tal efecto, la tabla No. XVIII nos muestra el valor de los costos directos de cada proyecto según la comunidad a la que se ha realizado el estudio de introducción de energía eléctrica. El desglose de materiales y el costo unitario se encuentra detallado en las tablas del apéndice.

2.3.6.2. Costos indirectos

Estos costos representan los gastos que se hacen de forma indirecta, por lo que no se tiene un monto exacto, más que la representación de porcentajes que estos puedan generar. Como costos indirectos se consideran la mano de obra calificada, maquinaria y equipo a utilizar, transporte, administración, ingeniería e imprevistos que puedan irse dando durante la ejecución del proyecto. La tabla XIX nos detalla los costos indirectos de los proyectos que se planifica para cada comunidad.

Tabla XIX. **Costos indirectos de proyectos**

No.	NOMBRE DE LA COMUNIDAD	COSTOS INDIRECTOS
1	Chajaneb	Q. 225 000,00
2	Saqtz'iknil	Q. 290 000,00
3	Chajcoal	Q. 401 000,00
4	Sebob	Q. 493 000,00
5	Cojilá,	Q. 375 300,00
6	Chiquic	Q. 326 350,00
7	Caqlaib	Q. 134 000,00
8	Santo Tomás	Q. 271 500,00

Fuente: elaboración propia.

2.3.6.3. Costos totales

Los costos totales no son más que la suma de costos directos con costos indirectos y se encuentran detallados en la tabla XX.

Tabla XX. **Costos totales de proyectos**

No.	NOMBRE DE LA COMUNIDAD	COSTOS TOTALES
1	Chajaneb	Q. 660 400,00
2	Saqtz'iknil	Q. 828 600,00
3	Chajcoal	Q. 1 190 200,00
4	Sebob	Q. 1 410 205,00
5	Cojilá,	Q. 1 017 960,00
6	Chiquic	Q. 949 670,00
7	Caqlaib	Q. 383 800,00
8	Santo Tomás	Q. 803 000,00

Fuente: elaboración propia.

3. FASE DE ENSEÑANZA-APRENDIZJE

3.1 Capacitación al representante de la comunidad

3.1.1. Resultados de la presentación

Los representantes de cada comunidad tomaron conciencia sobre la importancia de la implementación de proyectos de desarrollo en sus comunidades, principalmente de los servicios de energía eléctrica, que constituye uno de los pilares para el desarrollo del país, el cual promueve diversas actividades en los hogares de cada familia y en las distintas organizaciones sociales de la comunidad, mejorando las condiciones de vida de la población.

Los miembros del Consejo de Desarrollo Comunitario manifestaron una diversidad de problemas, a causa de la falta de este vital servicio, no obstante, llegaron a la conclusión que con la introducción de la energía eléctrica, resolverán muchos de los problemas que los aqueja, ya que tendrán la oportunidad de acceder a nuevas tecnologías.

Es importante recalcar que para lograr el desarrollo humano, este debe ir de la mano con el desarrollo tecnológico y de esta manera lograr superar el subdesarrollo en el que viven nuestras comunidades.

3.1.2. Mejoras propuestas por los COCODES

Los representantes del Consejo comunitario de Desarrollo manifestaron su interés en dar seguimiento a las capacitaciones de concientización y desarrollo comunitario incluyendo a toda la población de cada una de las comunidades involucrando de esta manera a jóvenes, mujeres y niños para que sean todos, actores de su propio desarrollo.

3.1.3. Implementación de mejoras

Se solicitó el apoyo a las autoridades municipales para organizar y coordinar, con los representantes de cada una de las comunidades, la ejecución de actividades para capacitar y concientizar a la población en sus respectivas comunidades, sobre la importancia de la introducción de energía eléctrica y como esto promoverá el desarrollo integral para las nuevas generaciones.

CONCLUSIONES

1. La construcción de los proyectos de introducción de energía eléctrica, beneficiará en gran manera a los pobladores de las comunidades Chajaneb, Sactz'icnil, Chajcoal, Sebob, Cojilá, Chiquic, Caqlaib y Santo Tomás, por cuanto dispondrán del servicio eléctrico, mejorando con esto la calidad de vida de estas comunidades. De esta forma será factible la introducción de un proyecto de agua potable, accionado con un sistema eléctrico.
2. La obtención de datos por medio de coordenadas UTM permitirán ubicar geográficamente las estructuras eléctricas en el momento de la ejecución del proyecto.
3. Un diseño de redes de distribución facilita a una empresa constructora en la ejecución de un proyecto de introducción de energía eléctrica en un sector urbano o rural.
4. Contar con un presupuesto detallado facilita a los gestores municipales la implementación de los proyectos de introducción de energía eléctrica a las distintas comunidades en estudio.
5. La elaboración de planes y renglones de trabajo facilitará a los gestores municipales la obtención del financiamiento necesario para la ejecución de los proyectos, mediante los costos financieros establecidos.

RECOMENDACIONES

1. Debido al crecimiento poblacional en las comunidades, es importante implementar las redes de distribución eléctrica a corto plazo, ya que al prolongarse el tiempo demandará un nuevo diseño, lo cual requerirá la obtención de nuevos datos en coordenadas UTM para la ubicación de estructuras, así como el cambio de renglones de trabajo.
2. Considerando los cambios fluctuantes de los precios de materiales en el mercado, será necesario ejecutar el proyecto a la brevedad posible, de lo contrario, los costos establecidos no cubrirán con lo requerido.
3. Concientizar a los consumidores finales del servicio eléctrico de las comunidades en estudio, al ahorro del consumo de energía eléctrica, para evitar que el costo de este servicio afecte al presupuesto familiar y creando de esta forma una cultura ambientalista y ecológica. Esto podrá realizarse durante las asambleas comunitarias mediante charlas de concientización por parte de las autoridades municipales.

BIBLIOGRAFÍA

1. ENRÍQUEZ, Gilberto. *Líneas de transmisión y redes de distribución de energía eléctrica*. 2a ed. México: Limusa Noriega. 1990. 245 p.
2. FINK, Donald; BEATY, Wayne. *Manual de Ingeniería Eléctrica*. 13a ed. México: McGraw-Hill, 1996. 325 p.
3. *Guatemala*. Congreso de la República. *Ley general de electricidad*. Decreto No. 93-96. 1996.
4. JIMENEZ M., Oved R.; CANTU G., Vicente; CONDE E., Arturo. *Líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica*. Universidad Autónoma de Nuevo León, 2006.
5. MORALES MAZARIEGOS, Juan Fernando. *Elementos de protección de potencia*. Guatemala: Sergráfica, 2005. 169 p.
6. NESC. *National electrical safety code*. Estados Unidos: ANSI, 1992.
7. *Normas Técnicas de diseño y operación del servicio de transporte de energía eléctrica*. NTDOST. Resolución CNEE No. 49-99.
8. *Unión Fenosa Internacional*. Manual de unidades constructivas. Guatemala: UEF, 2004.

APÉNDICE

**COORDENADAS UTM DE POSTEADO DE COMUNIDAD
SANTO TOMÁS, SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ**

No. Poste	No. GPS	COORDENADAS		DISTANCIA (m)	No. Poste	No. GPS	COORDENADAS		DISTANCIA (m)
		15P	UTM				15P	UTM	
PT	567	789 709	1 707 378	INICIO	24	595	790 118	1 707 601	76
1	568	789 635	1 707 442	100	25	596	790 153	1 707 590	40
2	569	789 695	1 707 419	65	26	597	790 214	1 707 539	75
3	570	789 733	1 707 398	45	27	598	790 128	1 708 008	70
4	571	789 775	1 707 418	45	28	599	790 224	1 708 028	80
6	573	789 645	1 707 476	35	29	600	790 273	1 708 023	55
7	574	789 681	1 707 493	40	30	602	790 295	1 707 986	75
8	575	789 707	1 707 522	40	31	603	790 343	1 707 943	65
9	576	789 663	1 707 576	85	32	604	790 409	1 707 891	85
10	577	789 700	1 707 616	55	33	605	790 445	1 707 863	45
11	578	789 794	1 707 824	230	35	607	790 396	1 708 042	66
12	579	789 902	1 707 891	127	36	609	790 464	1 708 121	105
13	583	789 880	1 708 131	240	37	611	790 479	1 708 250	130
14	584	789 900	1 708 212	80	38	616	790 550	1 708 231	73
15	586	789 918	1 708 262	55	39	617	790 601	1 708 180	72
18	588	790 083	1 707 958	60	40	618	790 675	1 708 151	80
19	589	790 114	1 707 893	75	41	619	790 733	1 708 149	60
20	590	790 172	1 707 766	140	42	613	790 462	1 708 413	165
21	591	790 104	1 707 729	77	43	614	790 329	1 708 465	140
22	593	790 068	1 707 658	80	44	615	790 253	1 708 531	100
23	594	789 996	1 707 607	85					

Fuente: elaboración propia.

COORDENADAS UTM DE POSTEADO DE COMUNIDAD SACTZ'ICNIL, SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ									
No. Poste	No. GPS	COORDENADAS		DISTANCIA (m)	No. Poste	No. GPS	COORDENADAS		DISTANCIA (m)
		15P	UTM				15P	UTM	
PT	287	792 759	1 707 471	INICIO	21	305	793 500	1 708 474	240
1	288	793 152	1 707 561	285	22	307	793 556	1 708 539	220
2	290	793 318	1 707 692	400	23	306	793 593	1 708 513	70
3	291	793 329	1 707 757	200	24	308	793 550	1 708 598	80
4	289	793 332	1 707 807	200	26	309	793 572	1 708 704	75
6	292	793 425	1 707 911	75	32	310	793 662	1 708 585	71
7	293	793 466	1 707 992	60	33	311	793 727	1 708 611	70
8	294	793 478	1 708 128	70	36	312	793 901	1 708 662	160
9	295	793 496	1 708 206	85	38	313	793 926	1 708 577	71
10	296	793 541	1 708 242	60	39	316	793 976	1 708 543	75
11	297	793 592	1 708 230	67	40	315	794 033	1 708 497	50
12	299	793 630	1 708 192	65	41	314	794 082	1 708 464	100
13	300	793 521	1 708 285	100	46	318	794 136	1 708 425	65
15	302	793 459	1 708 371	73	47	320	794 192	1 708 355	67
16	304	793 416	1 708 444	75					

Fuente: elaboración propia.

COORDENADAS UTM DE POSTEADO DE COMUNIDAD CAQLAIB', SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ									
No. Poste	No. GPS	COORDENADAS		DISTANCIA (m)	No. Poste	No. GPS	COORDENADAS		DISTANCIA (m)
		15P	UTM				15P	UTM	
PT	719	792 932	1 706 409	INICIO	13	698	792 901	1 705 533	63
1	713	793 059	1 706 125	310	16	705	792 986	1 705 459	60
3	715	793 159	1 706 173	75	17	706	793 051	1 705 445	65
4	712	793 045	1 705 790	340	18	707	793 085	1 705 437	80
5	709	793 010	1 705 742	60	20	703	792 845	1 705 486	73
6	708	793 012	1 705 685	60	21	699	792 791	1 705 437	72
7	695	792 992	1 705 619	70	22	700	792 739	1 705 395	67
8	696	793 045	1 705 613	55	23	701	792 682	1 705 363	65
11	711	792 898	1 705 716	70	24	702	792 649	1 705 316	60
12	697	792 960	1 705 556	70					

Fuente: elaboración propia.

**COORDENADAS UTM DE POSTEADO DE COMUNIDAD
SEBOB, SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ**

No. Poste	No. GPS	COORDENADAS		DISTANCIA (m)	No. Poste	No. GPS	COORDENADAS		DISTANCIA (m)
		15P	UTM				15P	UTM	
PT	529	794 584	1 699 064	INICIO	36	564	792 832	1 699 645	160
1	532	794 340	1 698 922	285	37	566	792 748	1 699 622	85
2	533	793 984	1 698 901	400	40	621	792 950	1 699 678	50
3	534	793 783	1 698 882	200	42	622	793 007	1 699 859	100
4	535	793 584	1 698 885	200	43	628	793 211	1 699 998	250
5	536	793 510	1 698 858	80	44	627	793 191	1 700 031	40
6	537	793 448	1 698 895	75	45	626	793 195	1 700 109	80
7	538	793 398	1 698 927	60	46	625	793 148	1 700 150	65
9	539	793 267	1 699 013	85	47	624	793 083	1 700 135	67
11	547	793 316	1 699 058	67	48	623	793 027	1 700 097	68
12	548	793 381	1 699 061	65	50	629	793 537	1 700 039	330
13	540	793 170	1 699 022	100	51	638	793 516	1 700 120	85
14	541	793 035	1 699 041	135	52	637	793 490	1 700 212	90
17	542	792 946	1 699 059	90	53	630	793 613	1 700 006	80
18	544	792 887	1 699 103	75	55	632	793 764	1 700 008	80
19	545	792 816	1 699 077	75	56	633	793 831	1 700 032	70
20	546	792 767	1 699 132	74	57	634	793 870	1 700 099	75
21	550	793 204	1 699 209	240	58	639	792 952	1 699 866	55
22	555	793 419	1 699 247	220	59	642	792 887	1 699 896	75
26	549	793 160	1 699 270	75	60	643	792 696	1 699 877	190
27	556	793 110	1 699 323	73	62	644	792 587	1 699 880	60
28	557	793 053	1 699 351	65	63	645	792 392	1 699 860	305
29	558	793 020	1 699 416	70	64	646	792 110	1 699 936	295
31	559	792 918	1 699 294	150	65	648	791 836	1 700 175	365
32	560	792 858	1 699 332	71	66	649	791 810	1 700 213	45
33	561	792 809	1 699 382	70	67	650	791 762	1 700 246	60
35	562	792 754	1 699 508	83					

Fuente: elaboración propia.

**COORDENADAS UTM DE POSTEADO DE COMUNIDAD
COJILÁ, SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ**

No. Poste	No. GPS	COORDENADAS		DISTANCIA (m)	No. Poste	No. GPS	COORDENADAS		DISTANCIA (m)
		15P	UTM				15P	UTM	
PT	474	789 951	1 707 130	INICIO	33	499	789 818	1 706 502	70
1	475	789 874	1 707 099	83	34	500	789 855	1 706 452	63
2	476	789 740	1 707 007	163	35	501	789 867	1 706 400	55
4	477	789 719	1 706 945	65	37	502	789 901	1 706 242	80
6	478	789 679	1 706 865	50	38	503	789 925	1 706 165	86
7	479	789 641	1 706 914	62	39	504	789 931	1 706 093	77
9	480	789 747	1 706 854	70	41	505	789 937	1 706 035	60
10	485	789 583	1 706 782	127	42	506	789 966	1 705 982	60
11	486	789 593	1 706 724	60	43	507	790 014	1 705 932	70
12	487	789 525	1 706 711	70	44	508	790 057	1 705 877	70
13	488	789 525	1 706 636	76	45	509	790 103	1 705 838	60
15	489	789 351	1 706 629	175	46	510	790 149	1 705 804	60
17	497	789 414	1 706 510	72	47	511	790 195	1 705 793	50
21	490	789 243	1 706 621	60	48	512	790 234	1 705 747	60
22	491	789 187	1 706 614	60	49	514	790 259	1 705 702	40
24	492	789 064	1 706 546	73	50	521	790 281	1 705 655	52
25	495	789 036	1 706 458	85	51	523	790 298	1 705 584	77
26	493	789 085	1 706 417	70	52	525	790 337	1 705 512	76
27	494	788 968	1 706 388	90	53	526	790 393	1 705 480	65
28	481	789 703	1 706 806	64	54	515	790 302	1 705 714	55
29	482	789 725	1 706 741	70	56	516	790 393	1 705 741	55
30	484	789 703	1 706 680	65	57	517	790 421	1 705 701	50
31	483	789 790	1 706 716	70	58	519	790 463	1 705 676	50
32	498	789 822	1 706 572	155	59	520	790 658	1 705 725	206

Fuente: elaboración propia.

COORDENADAS UTM DE POSTEADO DE COMUNIDAD CHAJANEB, SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ									
No. Poste	No. GPS	COORDENADAS		DISTANCIA (m)	No. Poste	No. GPS	COORDENADAS		DISTANCIA (m)
		15P	UTM				15P	UTM	
PT	435	790 874	1 707 535	INICIO	21	449	791 368	1 707 768	55
1	436	790 937	1 707 557	67	23	452	791 469	1 707 953	63
3	437	791 016	1 707 681	70	25	453	791 527	1 708 034	67
4	438	791 019	1 707 720	45	26	454	791 568	1 708 065	52
6	439	791 161	1 707 773	75	30	455	791 598	1 707 909	60
7	440	791 217	1 707 801	65	31	456	791 705	1 707 915	115
8	441	791 260	1 707 819	55	32	466	791 740	1 707 885	45
9	442	791 317	1 707 845	65	33	459	791 916	1 708 058	250
11	443	791 265	1 707 949	60	34	463	791 919	1 708 009	50
12	444	791 280	1 707 999	55	35	464	791 918	1 707 941	70
13	446	791 323	1 708 002	45	36	465	791 884	1 707 899	55
14	447	791 373	1 708 002	50	38	460	791 936	1 708 115	60
15	445	791 200	1 708 051	75	39	461	791 965	1 708 164	56
19	450	791 402	1 707 878	80	40	462	792 003	1 708 143	45
20	448	791 387	1 707 821	60					

Fuente: elaboración propia.

**COORDENADAS UTM DE POSTEADO DE COMUNIDAD
CHIQUIC, SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ**

No. Poste	No. GPS	COORDENADAS		DISTANCIA (m)	No. Poste	No. GPS	COORDENADAS		DISTANCIA (m)
		15P	UTM				15P	UTM	
PT	389	791 279	1 709 229	INICIO	25	413	790 681	1 708 635	45
1	394	791 325	1 709 191	60	26	411	790 730	1 708 599	67
3	395	791 430	1 709 057	85	28	414	790 653	1 708 550	45
5	398	791 519	1 708 965	56	31	415	790 518	1 708 553	62
6	399	791 564	1 708 915	70	32	416	790 534	1 708 607	48
7	397	791 504	1 708 910	80	33	417	790 417	1 708 755	190
8	400	791 411	1 708 676	275	34	419	790 418	1 708 777	25
9	401	791 396	1 708 653	45	35	420	790 456	1 708 801	45
11	402	791 266	1 708 682	150	36	421	790 495	1 708 854	67
12	403	791 097	1 708 739	180	37	422	790 503	1 708 940	82
13	404	790 985	1 708 680	130	39	423	790 469	1 709 062	60
15	405	790 963	1 708 751	75	40	424	790 484	1 709 136	80
18	406	790 887	1 708 772	70	41	425	790 410	1 709 101	75
19	407	790 863	1 708 725	55	42	427	790 267	1 708 721	160
20	408	790 869	1 708 674	53	43	426	790 282	1 708 668	55
21	409	790 824	1 708 779	65	44	428	790 226	1 708 746	50
23	410	790 758	1 708 736	80	46	429	790 151	1 708 772	55
24	412	790 713	1 708 664	85	54	434	789 923	1 709 012	80

Fuente: elaboración propia.

**COORDENADAS UTM DE POSTEADO DE COMUNIDAD
CHAJCOAL, SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ**

No. Poste	No. GPS	COORDENADAS		DISTANCIA (m)	No. Poste	No. GPS	COORDENADAS		DISTANCIA (m)
		15P	UTM				15P	UTM	
1	322	793 283	1 708 422	90	44	348	792 607	1 708 803	45
2	323	793 231	1 708 458	65	45	349	792 524	1 708 818	80
3	324	793 158	1 708 508	90	46	361	792 536	1 708 845	40
4	325	793 140	1 708 445	65	48	350	792 586	1 708 960	60
5	326	793 150	1 708 397	50	49	351	792 636	1 708 938	55
7	327	793 112	1 708 548	60	50	352	792 711	1 708 917	77
9	331	792 990	1 708 527	60	51	353	792 760	1 708 892	56
10	332	792 952	1 708 469	70	52	388	792 596	1 709 005	45
11	333	792 933	1 708 429	45	53	381	792 562	1 709 180	200
12	334	792 980	1 708 399	60	54	382	792 511	1 709 195	55
15	336	792 789	1 708 259	80	55	383	792 485	1 709 228	45
17	339	792 664	1 708 349	78	56	385	792 508	1 709 244	40
20	337	792 728	1 708 125	77	57	387	792 574	1 709 267	70
21	338	792 656	1 708 092	80	58	386	792 502	1 709 330	80
24	340	792 918	1 708 544	74	59	384	792 442	1 709 198	53
25	341	792 865	1 708 597	75	62	362	792 460	1 708 815	65
26	342	792 821	1 708 556	60	63	363	792 410	1 708 672	155
27	343	792 798	1 708 498	62	64	369	792 312	1 708 591	140
29	344	792 791	1 708 464	85	65	372	792 298	1 708 647	60
30	346	792 759	1 708 688	55	66	373	792 255	1 708 704	72
31	354	792 812	1 708 731	70	69	379	792 152	1 708 859	70
33	355	792 922	1 708 787	70	71	368	792 315	1 708 527	65
34	356	793 012	1 709 073	300	72	370	792 232	1 708 530	80
36	359	793 006	1 708 984	50	73	371	792 190	1 708 484	63
37	357	793 090	1 709 081	80	74	365	792 289	1 708 453	80
38	358	793 130	1 709 077	40	75	366	792 310	1 708 386	70
42	347	792 648	1 708 795	80	76	367	792 292	1 708 358	60

Fuente: elaboración propia.

RENGLONES DE TRABAJO
PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA
COMUNIDAD CHAJCOAL”

No.	NOMBRE DE RENGLÓN	UNIDAD	CANT.
1	Suministro e Instalación de Rótulo del Proyecto	unidad	1
2	Replanteo + Marcaje	global	1
3	Ahoyado para poste de baja tensión	unidad	48
4	Suministro e Instalación de Poste de Baja Tensión	unidad	48
5	Ahoyado para poste de media tensión	unidad	30
6	Suministro e Instalación de Poste de Media Tensión	unidad	30
7	Ahoyado para anclaje simple	unidad	65
8	Suministro e Instalación de Ancla Simple	unidad	65
9	Ahoyado para anclaje doble	unidad	36
10	Suministro e Instalación de Ancla Doble	unidad	36
11	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Baja Tensión	unidad	48
12	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Media Tensión	unidad	30
13	Suministro e Instalación de cable de Baja Tensión	metros	3 824
14	Suministro e Instalación de cable en Media Tensión	metros	2 606
15	Suministro e Instalación de Cortacircuito	unidad	1
16	Suministro e Instalación de Pararrayo	unidad	1
17	Suministro e Instalación de Transformadores de 10 kVA	unidad	3
18	Suministro e Instalación de Transformadores de 25 kVA	unidad	4
19	Suministro e Instalación de Tierra Física	unidad	43
20	Medición y ajuste de Valores de Tierra Física	unidad	43

Fuente: elaboración propia.

RENGLONES DE TRABAJO
PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA
COMUNIDAD CHIQUIC”

No.	NOMBRE DE RENGLÓN	UNIDAD	CANT.
1	Suministro e Instalación de Rótulo del Proyecto	unidad	1
2	Replanteo + Marcaje	global	1
3	Ahoyado para poste de baja tensión	unidad	26
4	Suministro e Instalación de Poste de Baja Tensión	unidad	26
5	Ahoyado para poste de media tensión	unidad	29
6	Suministro e Instalación de Poste de Media Tensión	unidad	29
7	Ahoyado para anclaje simple	unidad	36
8	Suministro e Instalación de Ancla Simple	unidad	36
9	Ahoyado para anclaje doble	unidad	46
10	Suministro e Instalación de Ancla Doble	unidad	46
11	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Baja Tensión	unidad	26
12	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Media Tensión	unidad	29
13	Suministro e Instalación de cable de Baja Tensión	metros	2 827
14	Suministro e Instalación de cable en Media Tensión	metros	2 637
15	Suministro e Instalación de Cortacircuito	unidad	1
16	Suministro e Instalación de Pararrayo	unidad	1
17	Suministro e Instalación de Transformadores de 10 kVA	unidad	4
18	Suministro e Instalación de Transformadores de 25 kVA	unidad	2
19	Suministro e Instalación de Tierra Física	unidad	44
20	Medición y ajuste de Valores de Tierra Física	unidad	44

Fuente: elaboración propia.

RENGLONES DE TRABAJO
PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA
COMUNIDAD CAQLAIB”

No.	NOMBRE DE RENGLÓN	UNIDAD	CANT.
1	Suministro e Instalación de Rótulo del Proyecto	unidad	1
2	Replanteo + Marcaje	global	1
3	Ahoyado para poste de baja tensión	unidad	17
4	Suministro e Instalación de Poste de Baja Tensión	unidad	17
5	Ahoyado para poste de media tensión	unidad	7
6	Suministro e Instalación de Poste de Media Tensión	unidad	7
7	Ahoyado para anclaje simple	unidad	16
8	Suministro e Instalación de Ancla Simple	unidad	16
9	Ahoyado para anclaje doble	unidad	11
10	Suministro e Instalación de Ancla Doble	unidad	11
11	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Baja Tensión	unidad	17
12	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Media Tensión	unidad	11
13	Suministro e Instalación de cable de Baja Tensión	metros	1 103
14	Suministro e Instalación de cable en Media Tensión	metros	973
15	Suministro e Instalación de Cortacircuito	unidad	1
16	Suministro e Instalación de Pararrayo	unidad	1
17	Suministro e Instalación de Transformadores de 10 kVA	unidad	1
18	Suministro e Instalación de Transformadores de 25 kVA	unidad	1
19	Suministro e Instalación de Tierra Física	unidad	14
20	Medición y ajuste de Valores de Tierra Física	unidad	14

Fuente: elaboración propia.

RENGLONES DE TRABAJO
PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA
COMUNIDAD COJILÁ”

No.	NOMBRE DE RENGLÓN	UNIDAD	CANT.
1	Suministro e Instalación de Rótulo del Proyecto	unidad	1
2	Replanteo + Marcaje	global	1
3	Ahoyado para poste de baja tensión	unidad	22
4	Suministro e Instalación de Poste de Baja Tensión	unidad	22
5	Ahoyado para poste de media tensión	unidad	37
6	Suministro e Instalación de Poste de Media Tensión	unidad	37
7	Ahoyado para anclaje simple	unidad	25
8	Suministro e Instalación de Ancla Simple	unidad	25
9	Ahoyado para anclaje doble	unidad	50
10	Suministro e Instalación de Ancla Doble	unidad	50
11	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Baja Tensión	unidad	22
12	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Media Tensión	unidad	37
13	Suministro e Instalación de cable de Baja Tensión	metros	2 372
14	Suministro e Instalación de cable en Media Tensión	metros	2 878
15	Suministro e Instalación de Cortacircuito	unidad	1
16	Suministro e Instalación de Pararrayo	unidad	1
17	Suministro e Instalación de Transformadores de 10 kVA	unidad	3
18	Suministro e Instalación de Transformadores de 25 kVA	unidad	2
19	Suministro e Instalación de Transformadores de 37,5 kVA	unidad	1
20	Suministro e Instalación de Tierra Física	unidad	46
21	Medición y ajuste de Valores de Tierra Física	unidad	46

Fuente: elaboración propia.

RENGLONES DE TRABAJO
PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA
COMUNIDAD CHAJANEB”

No.	NOMBRE DE RENGLÓN	UNIDAD	CANT.
1	Suministro e Instalación de Rótulo del Proyecto	unidad	1
2	Replanteo + Marcaje	global	1
3	Ahoyado para poste de baja tensión	unidad	23
4	Suministro e Instalación de Poste de Baja Tensión	unidad	23
5	Ahoyado para poste de media tensión	unidad	19
6	Suministro e Instalación de Poste de Media Tensión	unidad	19
7	Ahoyado para anclaje simple	unidad	30
8	Suministro e Instalación de Ancla Simple	unidad	30
9	Ahoyado para anclaje doble	unidad	20
10	Suministro e Instalación de Ancla Doble	unidad	20
11	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Baja Tensión	unidad	23
12	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Media Tensión	unidad	19
13	Suministro e Instalación de cable de Baja Tensión	metros	1 726
14	Suministro e Instalación de cable en Media Tensión	metros	1 460
15	Suministro e Instalación de Cortacircuito	unidad	1
16	Suministro e Instalación de Pararrayo	unidad	1
17	Suministro e Instalación de Transformadores de 10 kVA	unidad	2
18	Suministro e Instalación de Transformadores de 25 kVA	unidad	2
19	Suministro e Instalación de Tierra Física	unidad	27
20	Medición y ajuste de Valores de Tierra Física	unidad	27

Fuente: elaboración propia.

RENGLONES DE TRABAJO
PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA
COMUNIDAD SANTO TOMÁS”

No.	NOMBRE DE RENGLÓN	UNIDAD	CANT.
1	Suministro e Instalación de Rótulo del Proyecto	unidad	1
2	Replanteo + Marcaje	global	1
3	Ahoyado para poste de baja tensión	unidad	21
4	Suministro e Instalación de Poste de Baja Tensión	unidad	21
5	Ahoyado para poste de media tensión	unidad	23
6	Suministro e Instalación de Poste de Media Tensión	unidad	23
7	Ahoyado para anclaje simple	unidad	22
8	Suministro e Instalación de Ancla Simple	unidad	22
9	Ahoyado para anclaje doble	unidad	36
10	Suministro e Instalación de Ancla Doble	unidad	36
11	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Baja Tensión	unidad	21
12	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Media Tensión	unidad	23
13	Suministro e Instalación de cable de Baja Tensión	metros	2 104
14	Suministro e Instalación de cable en Media Tensión	metros	2 448
15	Suministro e Instalación de Cortacircuito	unidad	1
16	Suministro e Instalación de Pararrayo	unidad	1
17	Suministro e Instalación de Transformadores de 10 kVA	unidad	3
18	Suministro e Instalación de Transformadores de 25 kVA	unidad	3
19	Suministro e Instalación de Tierra Física	unidad	30
20	Medición y ajuste de Valores de Tierra Física	unidad	30

Fuente: elaboración propia.

RENGLONES DE TRABAJO
PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA
COMUNIDAD SACTZ'ICNIL”

No.	NOMBRE DE RENGLÓN	UNIDAD	CANT.
1	Suministro e Instalación de Rótulo del Proyecto	unidad	1
2	Replanteo + Marcaje	global	1
3	Ahoyado para poste de baja tensión	unidad	26
4	Suministro e Instalación de Poste de Baja Tensión	unidad	26
5	Ahoyado para poste de media tensión	unidad	24
6	Suministro e Instalación de Poste de Media Tensión	unidad	24
7	Ahoyado para anclaje simple	unidad	36
8	Suministro e Instalación de Ancla Simple	unidad	36
9	Ahoyado para anclaje doble	unidad	30
10	Suministro e Instalación de Ancla Doble	unidad	30
11	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Baja Tensión	unidad	26
12	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Media Tensión	unidad	24
13	Suministro e Instalación de cable de Baja Tensión	metros	2 525
14	Suministro e Instalación de cable en Media Tensión	metros	2 343
15	Suministro e Instalación de Cortacircuito	unidad	1
16	Suministro e Instalación de Pararrayo	unidad	1
17	Suministro e Instalación de Transformadores de 10 kVA	unidad	2
18	Suministro e Instalación de Transformadores de 25 kVA	unidad	2
19	Suministro e Instalación de Tierra Física	unidad	35
20	Medición y ajuste de Valores de Tierra Física	unidad	35

Fuente: elaboración propia.

REGLONES DE TRABAJO
PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA
COMUNIDAD SEBOB”

No.	NOMBRE DE REGLÓN	UNIDAD	CANT.
1	Suministro e Instalación de Rótulo del Proyecto	unidad	1
2	Replanteo + Marcaje	global	1
3	Ahoyado para poste de baja tensión	unidad	39
4	Suministro e Instalación de Poste de Baja Tensión	unidad	39
5	Ahoyado para poste de media tensión	unidad	36
6	Suministro e Instalación de Poste de Media Tensión	unidad	36
7	Ahoyado para anclaje simple	unidad	58
8	Suministro e Instalación de Ancla Simple	unidad	58
9	Ahoyado para anclaje doble	unidad	62
10	Suministro e Instalación de Ancla Doble	unidad	62
11	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Baja Tensión	unidad	39
12	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Media Tensión	unidad	36
13	Suministro e Instalación de cable de Baja Tensión	metros	3 886
14	Suministro e Instalación de cable en Media Tensión	metros	5 371
15	Suministro e Instalación de Cortacircuito	unidad	1
16	Suministro e Instalación de Pararrayo	unidad	1
17	Suministro e Instalación de Transformadores de 10 kVA	unidad	11
18	Suministro e Instalación de Tierra Física	unidad	50
19	Medición y ajuste de Valores de Tierra Física	unidad	50

Fuente: elaboración propia.

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN E INVERSIÓN
PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA COMUNIDAD CHAJJCOAL”

No.	ACTIVIDAD	MES 1			MES 2			MES 3					
1	Suministro e Instalación de Rótulo del Proyecto												
2	Replanteo + Marcaje												
3	Ahoyado para poste de baja tensión												
4	Suministro e Instalación de Poste de Baja Tensión												
5	Ahoyado para poste de media tensión												
6	Suministro e Instalación de Poste de Media Tensión												
7	Ahoyado para anclaje simple												
8	Suministro e Instalación de Ancla Simple												
9	Ahoyado para anclaje doble												
10	Suministro e Instalación de Ancla Doble												
11	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Baja Tensión												
12	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Media Tensión												
13	Suministro e Instalación de cable de Baja Tensión												
14	Suministro e Instalación de cable en Media Tensión												
15	Suministro e Instalación de Cortacircuito												
16	Suministro e Instalación de Pararrayo												
17	Suministro e Instalación de Transformadores de 10 kVA												
18	Suministro e Instalación de Transformadores de 25 kVA												
19	Suministro e Instalación de Tierra Física												
20	Medición y ajuste de Valores de Tierra Física												
COSTO TOTAL DEL PROYECTO		Q. 1 990 200,00	Q. 238 040,00	Q. 119 020,00									
PORCENTAJE		100%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	10%	10%	10%	10%	10%

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN E INVERSIÓN
PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA COMUNIDAD CHIQUIC”

No.	ACTIVIDAD	MES 1			MES 2			MES 3					
1	Suministro e Instalación de Rótulo del Proyecto												
2	Replanteo + Marcaje												
3	Ahoyado para poste de baja tensión												
4	Suministro e Instalación de Poste de Baja Tensión												
5	Ahoyado para poste de media tensión												
6	Suministro e Instalación de Poste de Media Tensión												
7	Ahoyado para anclaje simple												
8	Suministro e Instalación de Ancla Simple												
9	Ahoyado para anclaje doble												
10	Suministro e Instalación de Ancla Doble												
11	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Baja Tensión												
12	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Media Tensión												
13	Suministro e Instalación de cable de Baja Tensión												
14	Suministro e Instalación de cable en Media Tensión												
15	Suministro e Instalación de Cortacircuito												
16	Suministro e Instalación de Pararrayo												
17	Suministro e Instalación de Transformadores de 10 kVA												
18	Suministro e Instalación de Transformadores de 25 kVA												
19	Suministro e Instalación de Tierra Física												
20	Medición y ajuste de Valores de Tierra Física												
COSTO TOTAL DEL PROYECTO		Q. 949 670,00	Q.189 934,00	Q.94 967,00									
PORCENTAJE		100%	20%	20%	20%	20%	20%	10%	10%	10%	10%	10%	10%

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN E INVERSIÓN
PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA COMUNIDAD CAQLAIB”

No.	ACTIVIDAD	MES 1			MES 2			MES 3					
1	Suministro e Instalación de Rótulo del Proyecto												
2	Replanteo + Marcaje												
3	Ahoyado para poste de baja tensión												
4	Suministro e Instalación de Poste de Baja Tensión												
5	Ahoyado para poste de media tensión												
6	Suministro e Instalación de Poste de Media Tensión												
7	Ahoyado para anclaje simple												
8	Suministro e Instalación de Ancla Simple												
9	Ahoyado para anclaje doble												
10	Suministro e Instalación de Ancla Doble												
11	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Baja Tensión												
12	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Media Tensión												
13	Suministro e Instalación de cable de Baja Tensión												
14	Suministro e Instalación de cable en Media Tensión												
15	Suministro e Instalación de Cortacircuito												
16	Suministro e Instalación de Pararrayo												
17	Suministro e Instalación de Transformadores de 10 kVA												
18	Suministro e Instalación de Transformadores de 25 kVA												
19	Suministro e Instalación de Tierra Física												
20	Medición y ajuste de Valores de Tierra Física												
COSTO TOTAL DEL PROYECTO		Q. 76 760,00	Q. 38 380,00										
PORCENTAJE		20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	10%	10%	10%	10%	10%
		100%											

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN E INVERSIÓN
PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA COMUNIDAD COJILÁ”

No.	ACTIVIDAD	MES 1			MES 2			MES 3					
1	Suministro e Instalación de Rótulo del Proyecto												
2	Replanteo + Marcaje												
3	Ahoyado para poste de baja tensión												
4	Suministro e Instalación de Poste de Baja Tensión												
5	Ahoyado para poste de media tensión												
6	Suministro e Instalación de Poste de Media Tensión												
7	Ahoyado para anclaje simple												
8	Suministro e Instalación de Ancla Simple												
9	Ahoyado para anclaje doble												
10	Suministro e Instalación de Ancla Doble												
11	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Baja Tensión												
12	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Media Tensión												
13	Suministro e Instalación de cable de Baja Tensión												
14	Suministro e Instalación de cable en Media Tensión												
15	Suministro e Instalación de Cortacircuito												
16	Suministro e Instalación de Pararrayo												
17	Suministro e Instalación de Transformadores de 10 kVA												
18	Suministro e Instalación de Transformadores de 25 kVA												
19	Suministro e Instalación de Transformadores de 37,5 kVA												
20	Suministro e Instalación de Tierra Física												
21	Medición y ajuste de Valores de Tierra Física												
COSTO TOTAL DEL PROYECTO		Q. 1 017 960,00	Q. 203 592,00	Q. 101 796,00									
PORCENTAJE		100%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	10%	10%	10%	10%	10%

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN E INVERSIÓN
PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA COMUNIDAD CHAJANEB”

No.	ACTIVIDAD	MES 1			MES 2			MES 3					
1	Suministro e Instalación de Rótulo del Proyecto												
2	Replanteo + Marcaje												
3	Ahoyado para poste de baja tensión												
4	Suministro e Instalación de Poste de Baja Tensión												
5	Ahoyado para poste de media tensión												
6	Suministro e Instalación de Poste de Media Tensión												
7	Ahoyado para anclaje simple												
8	Suministro e Instalación de Ancla Simple												
9	Ahoyado para anclaje doble												
10	Suministro e Instalación de Ancla Doble												
11	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Baja Tensión												
12	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Media Tensión												
13	Suministro e Instalación de cable de Baja Tensión												
14	Suministro e Instalación de cable en Media Tensión												
15	Suministro e Instalación de Cortacircuito												
16	Suministro e Instalación de Pararrayo												
17	Suministro e Instalación de Transformadores de 10 kVA												
18	Suministro e Instalación de Transformadores de 25 kVA												
19	Suministro e Instalación de Tierra Física												
20	Medición y ajuste de Valores de Tierra Física												
COSTO TOTAL DEL PROYECTO		Q. 660 400,00	Q. 132 080,00	Q. 66 040,00									
PORCENTAJE		100%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	10%	10%	10%	10%	10%

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN E INVERSIÓN
PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA COMUNIDAD SANTO TOMÁS”

No.	ACTIVIDAD	MES 1			MES 2			MES 3					
1	Suministro e Instalación de Rótulo del Proyecto												
2	Replanteo + Marcaje												
3	Ahoyado para poste de baja tensión												
4	Suministro e Instalación de Poste de Baja Tensión												
5	Ahoyado para poste de media tensión												
6	Suministro e Instalación de Poste de Media Tensión												
7	Ahoyado para anclaje simple												
8	Suministro e Instalación de Ancla Simple												
9	Ahoyado para anclaje doble												
10	Suministro e Instalación de Ancla Doble												
11	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Baja Tensión												
12	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Media Tensión												
13	Suministro e Instalación de cable de Baja Tensión												
14	Suministro e Instalación de cable en Media Tensión												
15	Suministro e Instalación de Cortacircuito												
16	Suministro e Instalación de Pararrayo												
17	Suministro e Instalación de Transformadores de 10 kVA												
18	Suministro e Instalación de Transformadores de 25 kVA												
19	Suministro e Instalación de Tierra Física												
20	Medición y ajuste de Valores de Tierra Física												
COSTO TOTAL DEL PROYECTO		Q. 803 000,00	Q. 160 600,00	Q. 80 300,00	Q. 80 300,00	Q. 80 300,00	Q. 80 300,00	10%					
PORCENTAJE		100%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	10%	10%	10%	10%	

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN E INVERSIÓN
PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA COMUNIDAD SACTZ’ICNIL”

No.	ACTIVIDAD	MES 1			MES 2			MES 3					
1	Suministro e Instalación de Rótulo del Proyecto												
2	Replanteo + Marcaje												
3	Ahoyado para poste de baja tensión												
4	Suministro e Instalación de Poste de Baja Tensión												
5	Ahoyado para poste de media tensión												
6	Suministro e Instalación de Poste de Media Tensión												
7	Ahoyado para anclaje simple												
8	Suministro e Instalación de Ancla Simple												
9	Ahoyado para anclaje doble												
10	Suministro e Instalación de Ancla Doble												
11	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Baja Tensión												
12	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Media Tensión												
13	Suministro e Instalación de cable de Baja Tensión												
14	Suministro e Instalación de cable en Media Tensión												
15	Suministro e Instalación de Cortacircuito												
16	Suministro e Instalación de Pararrayo												
17	Suministro e Instalación de Transformadores de 10 kVA												
18	Suministro e Instalación de Transformadores de 25 kVA												
19	Suministro e Instalación de Tierra Física												
20	Medición y ajuste de Valores de Tierra Física												
COSTO TOTAL DEL PROYECTO		Q. 828 600,00	Q. 165 720,00	Q. 828 600,00	Q. 828 600,00	Q. 82 860,00	Q. 82 860,00						
PORCENTAJE		100%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	10%	10%	10%	10%

CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN E INVERSIÓN
PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA COMUNIDAD SEBOB”

No.	ACTIVIDAD	MES 1			MES 2			MES 3					
1	Suministro e Instalación de Rótulo del Proyecto												
2	Replanteo + Marcaje												
3	Ahoyado para poste de baja tensión												
4	Suministro e Instalación de Poste de Baja Tensión												
5	Ahoyado para poste de media tensión												
6	Suministro e Instalación de Poste de Media Tensión												
7	Ahoyado para anclaje simple												
8	Suministro e Instalación de Ancla Simple												
9	Ahoyado para anclaje doble												
10	Suministro e Instalación de Ancla Doble												
11	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Baja Tensión												
12	Suministro e Instalación de herraje y aislamiento en Media Tensión												
13	Suministro e Instalación de cable de Baja Tensión												
14	Suministro e Instalación de cable en Media Tensión												
15	Suministro e Instalación de Cortacircuito												
16	Suministro e Instalación de Pararrayo												
17	Suministro e Instalación de Transformadores de 10 kVA												
18	Suministro e Instalación de Tierra Física												
19	Medición y ajuste de Valores de Tierra Física												
COSTO TOTAL DEL PROYECTO		Q. 1 410 205,00	Q.282 041,00	Q.141 020,50	Q.141 020,50	Q.141 020,50	Q.141 020,50	10%					
PORCENTAJE		100%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	10%	10%	10%	10%	

LISTA DE MATERIALES
PROYECTO: "AMPLIACIÓN DE SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA
COMUNIDAD CHAJCOAL"

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT	COSTO TOTAL
AISLADOR TIPO POSTE	25	unidad	Q275,00	Q6 875,00
PERNO AISLADOR TIPO POSTE CORTO	25	unidad	Q16,00	Q400,00
ESPIGA PUNTA DE POSTE	25	unidad	Q80,00	Q2 000,00
RETENCION OMEGA DOBLE 1/0 PARA AISLADOR VERTICAL	25	unidad	Q25,00	Q625,00
AISLADOR DE SUSPENSION DE POLIMERO	28	unidad	Q95,00	Q2 660,00
PERNO OJO 5/8 X 12	138	unidad	Q26,00	Q3 588,00
PERNO MAQUINA 5/8" X 10	49	unidad	Q10,00	Q490,00
ARANDELA CUADRADA CURVA 2-1/4"X5/8"	526	unidad	Q2,50	Q1 315,00
GRILLETE LARGO 5/8 N,C,	70	unidad	Q37,00	Q2 590,00
GRAPA DE SUSPENSION CF, #2 AL 1/0	27	unidad	Q65,00	Q1 755,00
GRAPA DE REMATE ALUM, #2 AL 266 ACSR 10 000 LBS	48	unidad	Q75,00	Q3 600,00
FIJADOR DE ANGULO	137	unidad	Q15,00	Q2 055,00
REMATE PREFORMADO 3/8" ACERO	274	unidad	Q20,00	Q5 480,00
CABLE ACERO GALVANIZADO 3/8" EHS	1 680	m	Q6,50	Q10 920,00
VARILLA DE ANCLAJE DOBLE 3/4"X8'	36	unidad	Q95,00	Q3 420,00
VARILLA DE ANCLAJE SENCILLO 3/4"X8'	65	unidad	Q95,00	Q6 175,00
ANCLA DE POLIPROPILENO 115"	101	unidad	Q78,00	Q7 878,00
CONECTOR TIPO CUÑA 1/0-#2 AL 1/0 AZUL C/C	67	unidad	Q25,00	Q1 675,00
CONECTOR DE TIERRA SIN TORNILLO	93	unidad	Q6,00	Q558,00
TUERCA CUADRADA 5/8"	93	unidad	Q4,00	Q372,00
TUERCA DE OJO DE 5/8"	22	unidad	Q21,00	Q462,00
CABLE COBRE #2 DESNUDO	572	m	Q31,00	Q17 732,00
VARILLA DE COBRE 5/8" X 8'	64	unidad	Q45,00	Q2 880,00
CONECTOR DE COMPRESION COBRE VARILLA 5/8"A CABLE #2	64	unidad	Q50,00	Q3 200,00
POSTE DE 35' MADERA	30	unidad	Q2 200,00	Q66 000,00
POSTE DE 30' MADERA	48	unidad	Q2 800,00	Q134 400,00
TRANSFORMADOR MONOFASICO TIPO POSTE DE 25kVA	4	unidad	Q15 000,00	Q60 000,00
TRANSFORMADOR MONOFASICO TIPO POSTE DE 10kVA	3	unidad	Q12 000,00	Q36 000,00
MONTURA PARA TRANSFORMADOR MONOFASICO N,C,	14	unidad	Q150,00	Q2 100,00
CONECTOR DE COMPRESION TIPO C #2 AL #2	14	unidad	Q18,00	Q252,00
CONECTOR CUÑA CON ESTRIBO 1/0	7	unidad	Q60,00	Q420,00
CONECTOR FARGO	7	unidad	Q77,00	Q539,00
TERMINAL ENTALLAR 1 AGUJERO #2 UL NEUTRO	21	unidad	Q27,00	Q567,00
CONECTOR BRONCE DE 5/8 PARA PUESTA A TIERRA	7	unidad	Q18,00	Q126,00
CABLE ACSR 1/0 RAVEN	5 733	m	Q8,00	Q45 865,60
CABLE TRIPLEX #2 NEUTRO FORRADO N,C,	4 205	m	Q25,00	Q105 132,50
CORTACIRCUITO PARA 13,8 Kv	1	unidad	Q450,00	Q450,00
FUSIBLE EXPULSION TIPO K DE 10 AMPERIOS	1	unidad	Q20,00	Q20,00
SOPORTE TIPO L PARA CORTACIRCUITO	1	unidad	Q95,00	Q95,00
GRAPA DE REMATE C,F, #2 AL 1/0 N,C,	68	unidad	Q50,00	Q3 400,00
GRAPA DE SUSPENSION C,F, #2 AL 1/0 PLASTICO	25	unidad	Q50,00	Q1 250,00
CONECTOR DE PERFORACIÓN	214	unidad	Q35,00	Q7 490,00
PROTECTOR PUNTA CABLE	36	unidad	Q8,00	Q288,00
CINCHO PLASTICO	18	unidad	Q5,00	Q90,00
CABLE DUPLEX #6	2 940	m	Q6,50	Q19 110,00
GRAPA DE REMATE ACOMETIDA	196	unidad	Q20,00	Q3 920,00
PERNO ESPIRAL ABIERTO 5/8"X 12"	25	unidad	Q33,00	Q825,00
PARARRAYOS DE POLIMERO 10kV 10kA	1	unidad	Q400,00	Q400,00

Fuente: elaboración propia.

LISTA DE MATERIALES
PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA
COMUNIDAD CHIQUIC”

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT	COSTO TOTAL
AISLADOR TIPO POSTE	22	unidad	Q275,00	Q6 050,00
PERNO AISLADOR TIPO POSTE CORTO	22	unidad	Q16,00	Q352,00
ESPIGA PUNTA DE POSTE	22	unidad	Q80,00	Q1 760,00
RETENCION OMEGA DOBLE 1/0 PARA AISLADOR VERTICAL	22	unidad	Q25,00	Q550,00
AISLADOR DE SUSPENSION DE POLIMERO	34	unidad	Q95,00	Q3 230,00
PERNO OJO 5/8 X 12	126	unidad	Q26,00	Q3 276,00
PERNO MAQUINA 5/8" X 10	40	unidad	Q10,00	Q400,00
ARANDELA CUADRADA CURVA 2-1/4"X5/8"	476	unidad	Q2,50	Q1 190,00
GRILLETE LARGO 5/8 N,C,	78	unidad	Q37,00	Q2 886,00
GRAPA DE SUSPENSION CF, #2 AL 1/0	24	unidad	Q65,00	Q1 560,00
GRAPA DE REMATE ALUM, #2 AL 266 ACSR 10 000 LBS	60	unidad	Q75,00	Q4 500,00
FIJADOR DE ANGULO	128	unidad	Q15,00	Q1 920,00
REMATE PREFORMADO 3/8" ACERO	256	unidad	Q20,00	Q5 120,00
CABLE ACERO GALVANIZADO 3/8" EHS	1 582	m	Q6,50	Q10 283,00
VARILLA DE ANCLAJE DOBLE 3/4"X8'	46	unidad	Q95,00	Q4 370,00
VARILLA DE ANCLAJE SENCILLO 3/4"X8'	36	unidad	Q95,00	Q3 420,00
ANCLA DE POLIPROPILENO 115"	82	unidad	Q78,00	Q6 396,00
CONECTOR TIPO CUÑA 1/0-#2 AL 1/0 AZUL C/C	74	unidad	Q25,00	Q1 850,00
CONECTOR DE TIERRA SIN TORNILLO	94	unidad	Q6,00	Q564,00
TUERCA CUADRADA 5/8"	94	unidad	Q4,00	Q376,00
TUERCA DE OJO DE 5/8"	24	unidad	Q21,00	Q504,00
CABLE COBRE #2 DESNUDO	576	m	Q31,00	Q17 856,00
VARILLA DE COBRE 5/8" X 8'	62	unidad	Q45,00	Q2 790,00
CONECTOR DE COMPRESION COBRE VARILLA 5/8"A CABLE #2	62	unidad	Q50,00	Q3 100,00
POSTE DE 35' MADERA	29	unidad	Q2 200,00	Q63 800,00
POSTE DE 30' MADERA	26	unidad	Q2 800,00	Q72 800,00
TRANSFORMADOR MONOFASICO TIPO POSTE DE 25kVA	2	unidad	Q15 000,00	Q30 000,00
TRANSFORMADOR MONOFASICO TIPO POSTE DE 10kVA	4	unidad	Q12 000,00	Q48 000,00
MONTURA PARA TRANSFORMADOR MONOFASICO N,C,	12	unidad	Q150,00	Q1 800,00
CONECTOR DE COMPRESION TIPO C #2 AL #2	12	unidad	Q18,00	Q216,00
CONECTOR CUÑA CON ESTRIBO 1/0	6	unidad	Q60,00	Q360,00
CONECTOR FARGO	6	unidad	Q77,00	Q462,00
TERMINAL ENTALLAR 1 AGUJERO #2 UL NEUTRO	18	unidad	Q27,00	Q486,00
CONECTOR BRONCE DE 5/8 PARA PUESTA A TIERRA	6	unidad	Q18,00	Q108,00
CABLE ACSR 1/0 RAVEN	5 801	m	Q8,00	Q46 411,20
CABLE TRIPLEX #2 NEUTRO FORRADO N,C,	3 110	m	Q25,00	Q77 742,50
CORTACIRCUITO PARA 13,8 Kv	1	unidad	Q450,00	Q450,00
FUSIBLE EXPULSION TIPO K DE 10 AMPERIOS	1	unidad	Q20,00	Q20,00
SOPORTE TIPO L PARA CORTACIRCUITO	1	unidad	Q95,00	Q95,00
GRAPA DE REMATE C,F, #2 AL 1/0 N,C,	48	unidad	Q50,00	Q2 400,00
GRAPA DE SUSPENSION C,F, #2 AL 1/0 PLASTICO	18	unidad	Q50,00	Q900,00
CONECTOR DE PERFORACIÓN	172	unidad	Q35,00	Q6 020,00
PROTECTOR PUNTA CABLE	36	unidad	Q8,00	Q288,00
CINCHO PLASTICO	18	unidad	Q5,00	Q90,00
CABLE DUPLEX #6	2 310	m	Q6,50	Q15 015,00
GRAPA DE REMATE ACOMETIDA	154	unidad	Q20,00	Q3 080,00
PERNO ESPIRAL ABIERTO 5/8"X 12"	18	unidad	Q33,00	Q594,00
PARARRAYOS DE POLIMERO 10kV 10kA	1	unidad	Q400,00	Q400,00

Fuente: elaboración propia.

LISTA DE MATERIALES
PROYECTO: "AMPLIACIÓN DE SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA
COMUNIDAD CAQLAIB"

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT	COSTO TOTAL
AISLADOR TIPO POSTE	5	unidad	Q275,00	Q1 375,00
PERNO AISLADOR TIPO POSTE CORTO	5	unidad	Q16,00	Q80,00
ESPIGA PUNTA DE POSTE	5	unidad	Q80,00	Q400,00
RETENCION OMEGA DOBLE 1/0 PARA AISLADOR VERTICAL	5	unidad	Q25,00	Q125,00
AISLADOR DE SUSPENSION DE POLIMERO	8	unidad	Q95,00	Q760,00
PERNO OJO 5/8 X 12	38	unidad	Q26,00	Q988,00
PERNO MAQUINA 5/8" X 10	12	unidad	Q10,00	Q120,00
ARANDELA CUADRADA CURVA 2-1/4"X5/8"	146	unidad	Q2,50	Q365,00
GRILLETE LARGO 5/8 N,C,	18	unidad	Q37,00	Q666,00
GRAPA DE SUSPENSION CF, #2 AL 1/0	8	unidad	Q65,00	Q520,00
GRAPA DE REMATE ALUM, #2 AL 266 ACSR 10 000 LBS	12	unidad	Q75,00	Q900,00
FIJADOR DE ANGULO	38	unidad	Q15,00	Q570,00
REMATE PREFORMADO 3/8" ACERO	76	unidad	Q20,00	Q1 520,00
CABLE ACERO GALVANIZADO 3/8" EHS	467	m	Q6,50	Q3 035,50
VARILLA DE ANCLAJE DOBLE 3/4"X8'	11	unidad	Q95,00	Q1 045,00
VARILLA DE ANCLAJE SENCILLO 3/4"X8'	16	unidad	Q95,00	Q1 520,00
ANCLA DE POLIPROPILENO 115"	27	unidad	Q78,00	Q2 106,00
CONECTOR TIPO CUÑA 1/0-#2 AL 1/0 AZUL C/C	20	unidad	Q25,00	Q500,00
CONECTOR DE TIERRA SIN TORNILLO	30	unidad	Q6,00	Q180,00
TUERCA CUADRADA 5/8"	30	unidad	Q4,00	Q120,00
TUERCA DE OJO DE 5/8"	6	unidad	Q21,00	Q126,00
CABLE COBRE #2 DESNUDO	184	m	Q31,00	Q5 704,00
VARILLA DE COBRE 5/8" X 8'	20	unidad	Q45,00	Q900,00
CONECTOR DE COMPRESION COBRE VARILLA 5/8"A CABLE #2	20	unidad	Q50,00	Q1 000,00
POSTE DE 35' MADERA	7	unidad	Q2 200,00	Q15 400,00
POSTE DE 30' MADERA	17	unidad	Q2 800,00	Q47 600,00
TRANSFORMADOR MONOFASICO TIPO POSTE DE 25kVA	1	unidad	Q15 000,00	Q15 000,00
TRANSFORMADOR MONOFASICO TIPO POSTE DE 10kVA	1	unidad	Q12 000,00	Q12 000,00
MONTURA PARA TRANSFORMADOR MONOFASICO N,C,	4	unidad	Q150,00	Q600,00
CONECTOR DE COMPRESION TIPO C #2 AL #2	4	unidad	Q18,00	Q72,00
CONECTOR CUÑA CON ESTRIBO 1/0	2	unidad	Q60,00	Q120,00
CONECTOR FARGO	2	unidad	Q77,00	Q154,00
TERMINAL ENTALLAR 1 AGUJERO #2 UL NEUTRO	6	unidad	Q27,00	Q162,00
CONECTOR BRONCE DE 5/8 PARA PUESTA A TIERRA	2	unidad	Q18,00	Q36,00
CABLE ACSR 1/0 RAVEN	2 141	m	Q8,00	Q17 124,80
CABLE TRIPLEX #2 NEUTRO FORRADO N,C,	1 213	m	Q25,00	Q30 332,50
CORTACIRCUITO PARA 13,8 Kv	1	unidad	Q450,00	Q450,00
FUSIBLE EXPULSION TIPO K DE 10 AMPERIOS	1	unidad	Q20,00	Q20,00
SOPORTE TIPO L PARA CORTACIRCUITO	1	unidad	Q95,00	Q95,00
GRAPA DE REMATE C,F, #2 AL 1/0 N,C,	20	unidad	Q50,00	Q1 000,00
GRAPA DE SUSPENSION C,F, #2 AL 1/0 PLASTICO	7	unidad	Q50,00	Q350,00
CONECTOR DE PERFORACIÓN	76	unidad	Q35,00	Q2 660,00
PROTECTOR PUNTA CABLE	12	unidad	Q8,00	Q96,00
CINCHO PLASTICO	6	unidad	Q5,00	Q30,00
CABLE DUPLEX #6	1 050	m	Q6,50	Q6 825,00
GRAPA DE REMATE ACOMETIDA	70	unidad	Q20,00	Q1 400,00
PERNO ESPIRAL ABIERTO 5/8"X 12"	7	unidad	Q33,00	Q231,00
PARARRAYOS DE POLIMERO 10kV 10kA	1	unidad	Q400,00	Q400,00

Fuente: elaboración propia.

LISTA DE MATERIALES
PROYECTO: "AMPLIACIÓN DE SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA
COMUNIDAD COJILÁ"

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT	COSTO TOTAL
AISLADOR TIPO POSTE	34	unidad	Q275,00	Q9 350,00
PERNO AISLADOR TIPO POSTE CORTO	34	unidad	Q16,00	Q544,00
ESPIGA PUNTA DE POSTE	34	unidad	Q80,00	Q2 720,00
RETENCION OMEGA DOBLE 1/0 PARA AISLADOR VERTICAL	34	unidad	Q25,00	Q850,00
AISLADOR DE SUSPENSION DE POLIMERO	34	unidad	Q95,00	Q3 230,00
PERNO OJO 5/8 X 12	122	unidad	Q26,00	Q3 172,00
PERNO MAQUINA 5/8" X 10	56	unidad	Q10,00	Q560,00
ARANDELA CUADRADA CURVA 2-1/4"X5/8"	508	unidad	Q2,50	Q1 270,00
GRILLETE LARGO 5/8 N,C,	86	unidad	Q37,00	Q3 182,00
GRAPA DE SUSPENSION CF, #2 AL 1/0	32	unidad	Q65,00	Q2 080,00
GRAPA DE REMATE ALUM, #2 AL 266 ACSR 10 000 LBS	60	unidad	Q75,00	Q4 500,00
FIJADOR DE ANGULO	125	unidad	Q15,00	Q1 875,00
REMATE PREFORMADO 3/8" ACERO	250	unidad	Q20,00	Q5 000,00
CABLE ACERO GALVANIZADO 3/8" EHS	1 550	m	Q6,50	Q10 075,00
VARILLA DE ANCLAJE DOBLE 3/4"X8'	50	unidad	Q95,00	Q4 750,00
VARILLA DE ANCLAJE SENCILLO 3/4"X8'	25	unidad	Q95,00	Q2 375,00
ANCLA DE POLIPROPILENO 115"	75	unidad	Q78,00	Q5 850,00
CONECTOR TIPO CUÑA 1/0-#2 AL 1/0 AZUL C/C	76	unidad	Q25,00	Q1 900,00
CONECTOR DE TIERRA SIN TORNILLO	98	unidad	Q6,00	Q588,00
TUERCA CUADRADA 5/8"	98	unidad	Q4,00	Q392,00
TUERCA DE OJO DE 5/8"	32	unidad	Q21,00	Q672,00
CABLE COBRE #2 DESNUDO	600	m	Q31,00	Q18 600,00
VARILLA DE COBRE 5/8" X 8'	64	unidad	Q45,00	Q2 880,00
CONECTOR DE COMPRESION COBRE VARILLA 5/8"A CABLE #2	64	unidad	Q50,00	Q3 200,00
POSTE DE 35' MADERA	37	unidad	Q2 200,00	Q81 400,00
POSTE DE 30' MADERA	20	unidad	Q2 800,00	Q56 000,00
TRANSFORMADOR MONOFASICO TIPO POSTE DE 37 5kVA	1	unidad	Q21 000,00	Q21 000,00
TRANSFORMADOR MONOFASICO TIPO POSTE DE 25kVA	2	unidad	Q15 000,00	Q45 000,00
TRANSFORMADOR MONOFASICO TIPO POSTE DE 10kVA	3	unidad	Q12 000,00	Q36 000,00
MONTURA PARA TRANSFORMADOR MONOFASICO N,C,	12	unidad	Q150,00	Q1 800,00
CONECTOR DE COMPRESION TIPO C #2 AL #2	12	unidad	Q18,00	Q216,00
CONECTOR CUÑA CON ESTRIBO 1/0	6	unidad	Q60,00	Q360,00
CONECTOR FARGO	6	unidad	Q77,00	Q462,00
TERMINAL ENTALLAR 1 AGUJERO #2 UL NEUTRO	18	unidad	Q27,00	Q486,00
CONECTOR BRONCE DE 5/8 PARA PUESTA A TIERRA	6	unidad	Q18,00	Q108,00
CABLE ACSR 1/0 RAVEN	6 332	m	Q8,00	Q50 652,80
CABLE TRIPLEX #2 NEUTRO FORRADO N,C,	2 609	m	Q25,00	Q65 230,00
CORTACIRCUITO PARA 13,8 Kv	1	unidad	Q450,00	Q450,00
FUSIBLE EXPULSION TIPO K DE 10 AMPERIOS	1	unidad	Q20,00	Q20,00
SOPORTE TIPO L PARA CORTACIRCUITO	1	unidad	Q95,00	Q95,00
GRAPA DE REMATE C,F, #2 AL 1/0 N,C,	36	unidad	Q50,00	Q1 800,00
GRAPA DE SUSPENSION C,F, #2 AL 1/0 PLASTICO	20	unidad	Q50,00	Q1 000,00
CONECTOR DE PERFORACIÓN	223	unidad	Q35,00	Q7 805,00
PROTECTOR PUNTA CABLE	34	unidad	Q8,00	Q272,00
CINCHO PLASTICO	17	unidad	Q5,00	Q85,00
CABLE DUPLEX #6	3 090	m	Q6,50	Q20 085,00
GRAPA DE REMATE ACOMETIDA	206	unidad	Q20,00	Q4 120,00
PERNO ESPIRAL ABIERTO 5/8"X 12"	20	unidad	Q33,00	Q660,00
PARARRAYOS DE POLIMERO 10kV 10kA	1	unidad	Q400,00	Q400,00

Fuente: elaboración propia.

LISTA DE MATERIALES
PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA
COMUNIDAD CHAJANEB”

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT	COSTO TOTAL
AISLADOR TIPO POSTE	15	unidad	Q275,00	Q4 125,00
PERNO AISLADOR TIPO POSTE CORTO	15	unidad	Q16,00	Q240,00
ESPIGA PUNTA DE POSTE	15	unidad	Q80,00	Q1 200,00
RETENCION OMEGA DOBLE 1/0 PARA AISLADOR VERTICAL	15	unidad	Q25,00	Q375,00
AISLADOR DE SUSPENSION DE POLIMERO	15	unidad	Q95,00	Q1 425,00
PERNO OJO 5/8 X 12	85	unidad	Q26,00	Q2 210,00
PERNO MAQUINA 5/8" X 10	32	unidad	Q10,00	Q320,00
ARANDELA CUADRADA CURVA 2-1/4"X5/8"	310	unidad	Q2,50	Q775,00
GRILLETE LARGO 5/8 N,C,	41	unidad	Q37,00	Q1 517,00
GRAPA DE SUSPENSION CF, #2 AL 1/0	13	unidad	Q65,00	Q845,00
GRAPA DE REMATE ALUM, #2 AL 266 ACSR 10 000 LBS	28	unidad	Q75,00	Q2 100,00
FIJADOR DE ANGULO	70	unidad	Q15,00	Q1 050,00
REMATE PREFORMADO 3/8" ACERO	140	unidad	Q20,00	Q2 800,00
CABLE ACERO GALVANIZADO 3/8" EHS	860	m	Q6,50	Q5 590,00
VARILLA DE ANCLAJE DOBLE 3/4"X8'	20	unidad	Q95,00	Q1 900,00
VARILLA DE ANCLAJE SENCILLO 3/4"X8'	30	unidad	Q95,00	Q2 850,00
ANCLA DE POLIPROPILENO 115"	50	unidad	Q78,00	Q3 900,00
CONECTOR TIPO CUÑA 1/0-#2 AL 1/0 AZUL C/C	41	unidad	Q25,00	Q1 025,00
CONECTOR DE TIERRA SIN TORNILLO	58	unidad	Q6,00	Q348,00
TUERCA CUADRADA 5/8"	58	unidad	Q4,00	Q232,00
TUERCA DE OJO DE 5/8"	8	unidad	Q21,00	Q168,00
CABLE COBRE #2 DESNUDO	356	m	Q31,00	Q11 036,00
VARILLA DE COBRE 5/8" X 8'	39	unidad	Q45,00	Q1 755,00
CONECTOR DE COMPRESION COBRE VARILLA 5/8"A CABLE #2	39	unidad	Q50,00	Q1 950,00
POSTE DE 35' MADERA	19	unidad	Q2 200,00	Q41 800,00
POSTE DE 30' MADERA	23	unidad	Q2 800,00	Q64 400,00
TRANSFORMADOR MONOFASICO TIPO POSTE DE 25kVA	2	unidad	Q15 000,00	Q30 000,00
TRANSFORMADOR MONOFASICO TIPO POSTE DE 10kVA	2	unidad	Q12 000,00	Q24 000,00
MONTURA PARA TRANSFORMADOR MONOFASICO N,C,	8	unidad	Q150,00	Q1 200,00
CONECTOR DE COMPRESION TIPO C #2 AL #2	8	unidad	Q18,00	Q144,00
CONECTOR CUÑA CON ESTRIBO 1/0	4	unidad	Q60,00	Q240,00
CONECTOR FARGO	4	unidad	Q77,00	Q308,00
TERMINAL ENTALLAR 1 AGUJERO #2 UL NEUTRO	12	unidad	Q27,00	Q324,00
CONECTOR BRONCE DE 5/8 PARA PUESTA A TIERRA	4	unidad	Q18,00	Q72,00
CABLE ACSR 1/0 RAVEN	3 212	m	Q8,00	Q25 696,00
CABLE TRIPLEX #2 NEUTRO FORRADO N,C,	1 899	m	Q25,00	Q47 465,00
CORTACIRCUITO PARA 13,8 Kv	1	unidad	Q450,00	Q450,00
FUSIBLE EXPULSION TIPO K DE 10 AMPERIOS	1	unidad	Q20,00	Q20,00
SOPORTE TIPO L PARA CORTACIRCUITO	1	unidad	Q95,00	Q95,00
GRAPA DE REMATE C,F, #2 AL 1/0 N,C,	44	unidad	Q50,00	Q2 200,00
GRAPA DE SUSPENSION C,F, #2 AL 1/0 PLASTICO	13	unidad	Q50,00	Q650,00
CONECTOR DE PERFORACIÓN	148	unidad	Q35,00	Q5 180,00
PROTECTOR PUNTA CABLE	24	unidad	Q8,00	Q192,00
CINCHO PLASTICO	12	unidad	Q5,00	Q60,00
CABLE DUPLEX #6	2 040	m	Q6,50	Q13 260,00
GRAPA DE REMATE ACOMETIDA	136	unidad	Q20,00	Q2 720,00
PERNO ESPIRAL ABIERTO 5/8"X 12"	13	unidad	Q33,00	Q429,00
PARARRAYOS DE POLIMERO 10kV 10kA	1	unidad	Q400,00	Q400,00

Fuente: elaboración propia.

LISTA DE MATERIALES
PROYECTO: "AMPLIACIÓN DE SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA
COMUNIDAD SANTO TOMÁS"

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT	COSTO TOTAL
AISLADOR TIPO POSTE	15	unidad	Q275,00	Q4 125,00
PERNO AISLADOR TIPO POSTE CORTO	15	unidad	Q16,00	Q240,00
ESPIGA PUNTA DE POSTE	15	unidad	Q80,00	Q1 200,00
RETENCION OMEGA DOBLE 1/0 PARA AISLADOR VERTICAL	15	unidad	Q25,00	Q375,00
AISLADOR DE SUSPENSION DE POLIMERO	28	unidad	Q95,00	Q2 660,00
PERNO OJO 5/8 X 12	93	unidad	Q26,00	Q2 418,00
PERNO MAQUINA 5/8" X 10	33	unidad	Q10,00	Q330,00
ARANDELA CUADRADA CURVA 2-1/4"X5/8"	360	unidad	Q2,50	Q900,00
GRILLETE LARGO 5/8 N,C,	63	unidad	Q37,00	Q2 331,00
GRAPA DE SUSPENSION CF, #2 AL 1/0	20	unidad	Q65,00	Q1 300,00
GRAPA DE REMATE ALUM, #2 AL 266 ACSR 10 000 LBS	48	unidad	Q75,00	Q3 600,00
FIJADOR DE ANGULO	94	unidad	Q15,00	Q1 410,00
REMATE PREFORMADO 3/8" ACERO	188	unidad	Q20,00	Q3 760,00
CABLE ACERO GALVANIZADO 3/8" EHS	1 164	m	Q6,50	Q7 566,00
VARILLA DE ANCLAJE DOBLE 3/4"X8'	36	unidad	Q95,00	Q3 420,00
VARILLA DE ANCLAJE SENCILLO 3/4"X8'	22	unidad	Q95,00	Q2 090,00
ANCLA DE POLIPROPILENO 115"	58	unidad	Q78,00	Q4 524,00
CONECTOR TIPO CUÑA 1/0-#2 AL 1/0 AZUL C/C	54	unidad	Q25,00	Q1 350,00
CONECTOR DE TIERRA SIN TORNILLO	66	unidad	Q6,00	Q396,00
TUERCA CUADRADA 5/8"	66	unidad	Q4,00	Q264,00
TUERCA DE OJO DE 5/8"	16	unidad	Q21,00	Q336,00
CABLE COBRE #2 DESNUDO	408	m	Q31,00	Q12 648,00
VARILLA DE COBRE 5/8" X 8'	48	unidad	Q45,00	Q2 160,00
CONECTOR DE COMPRESION COBRE VARILLA 5/8"A CABLE #2	48	unidad	Q50,00	Q2 400,00
POSTE DE 35' MADERA	23	unidad	Q2 200,00	Q50 600,00
POSTE DE 30' MADERA	21	unidad	Q2 800,00	Q58 800,00
TRANSFORMADOR MONOFASICO TIPO POSTE DE 25kVA	3	unidad	Q15 000,00	Q45 000,00
TRANSFORMADOR MONOFASICO TIPO POSTE DE 10kVA	3	unidad	Q12 000,00	Q36 000,00
MONTURA PARA TRANSFORMADOR MONOFASICO N,C,	12	unidad	Q150,00	Q1 800,00
CONECTOR DE COMPRESION TIPO C #2 AL #2	12	unidad	Q18,00	Q216,00
CONECTOR CUÑA CON ESTRIBO 1/0	6	unidad	Q60,00	Q360,00
CONECTOR FARGO	6	unidad	Q77,00	Q462,00
TERMINAL ENTALLAR 1 AGUJERO #2 UL NEUTRO	18	unidad	Q27,00	Q486,00
CONECTOR BRONCE DE 5/8 PARA PUESTA A TIERRA	6	unidad	Q18,00	Q108,00
CABLE ACSR 1/0 RAVEN	5 386	m	Q8,00	Q43 084,80
CABLE TRIPLEX #2 NEUTRO FORRADO N,C,	2 314	m	Q25,00	Q57 860,00
CORTACIRCUITO PARA 13,8 Kv	1	unidad	Q450,00	Q450,00
FUSIBLE EXPULSION TIPO K DE 10 AMPERIOS	1	unidad	Q20,00	Q20,00
SOPORTE TIPO L PARA CORTACIRCUITO	1	unidad	Q95,00	Q95,00
GRAPA DE REMATE C,F, #2 AL 1/0 N,C,	30	unidad	Q50,00	Q1 500,00
GRAPA DE SUSPENSION C,F, #2 AL 1/0 PLASTICO	16	unidad	Q50,00	Q800,00
CONECTOR DE PERFORACIÓN	173	unidad	Q35,00	Q6 055,00
PROTECTOR PUNTA CABLE	14	unidad	Q8,00	Q112,00
CINCHO PLASTICO	7	unidad	Q5,00	Q35,00
CABLE DUPLEX #6	2 490	m	Q6,50	Q16 185,00
GRAPA DE REMATE ACOMETIDA	166	unidad	Q20,00	Q3 320,00
PERNO ESPIRAL ABIERTO 5/8"X 12"	16	unidad	Q33,00	Q528,00
PARARRAYOS DE POLIMERO 10kV 10kA	1	unidad	Q400,00	Q400,00

Fuente: elaboración propia.

LISTA DE MATERIALES
PROYECTO: "AMPLIACIÓN DE SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA
COMUNIDAD SACTZ'ICNIL"

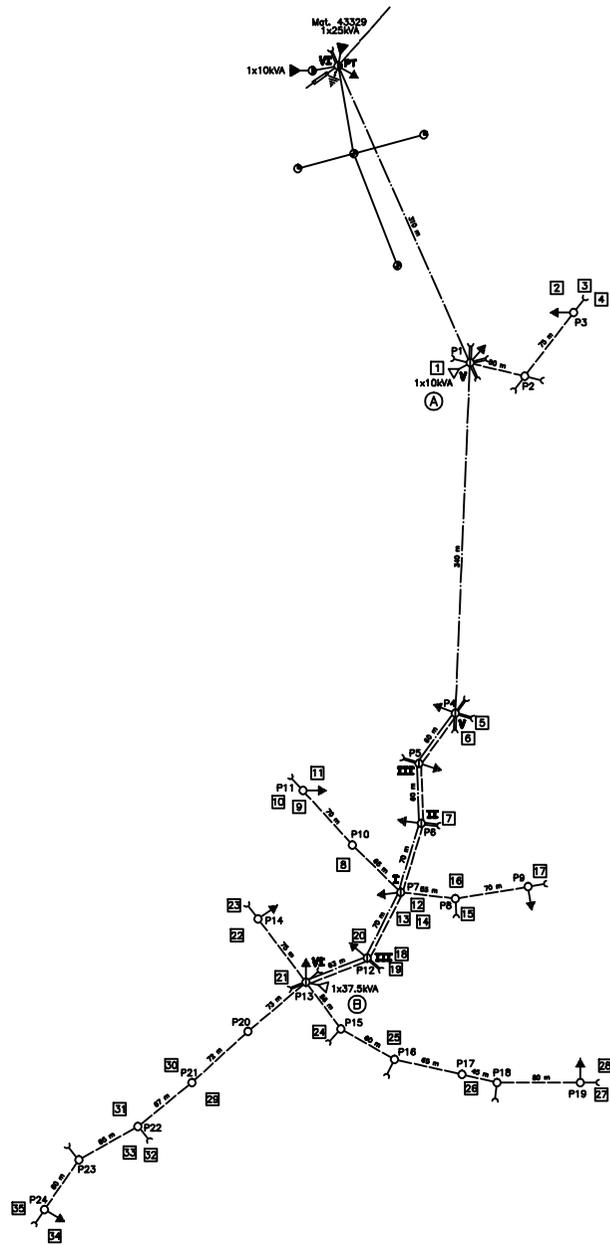
DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT	COSTO TOTAL
AISLADOR TIPO POSTE	25	unidad	Q275,00	Q6 875,00
PERNO AISLADOR TIPO POSTE CORTO	25	unidad	Q16,00	Q400,00
ESPIGA PUNTA DE POSTE	25	unidad	Q80,00	Q2 000,00
RETENCION OMEGA DOBLE 1/0 PARA AISLADOR VERTICAL	25	unidad	Q25,00	Q625,00
AISLADOR DE SUSPENSION DE POLIMERO	19	unidad	Q95,00	Q1 805,00
PERNO OJO 5/8 X 12	96	unidad	Q26,00	Q2 496,00
PERNO MAQUINA 5/8" X 10	40	unidad	Q10,00	Q400,00
ARANDELA CUADRADA CURVA 2-1/4"X5/8"	388	unidad	Q2,50	Q970,00
GRILLETE LARGO 5/8 N,C,	51	unidad	Q37,00	Q1 887,00
GRAPA DE SUSPENSION CF, #2 AL 1/0	23	unidad	Q65,00	Q1 495,00
GRAPA DE REMATE ALUM, #2 AL 266 ACSR 10 000 LBS	32	unidad	Q75,00	Q2 400,00
FIJADOR DE ANGULO	96	unidad	Q15,00	Q1 440,00
REMATE PREFORMADO 3/8" ACERO	192	unidad	Q20,00	Q3 840,00
CABLE ACERO GALVANIZADO 3/8" EHS	1 182	m	Q6,50	Q7 683,00
VARILLA DE ANCLAJE DOBLE 3/4"X8'	30	unidad	Q95,00	Q2 850,00
VARILLA DE ANCLAJE SENCILLO 3/4"X8'	36	unidad	Q95,00	Q3 420,00
ANCLA DE POLIPROPILENO 115"	66	unidad	Q78,00	Q5 148,00
CONECTOR TIPO CUÑA 1/0-#2 AL 1/0 AZUL C/C	51	unidad	Q25,00	Q1 275,00
CONECTOR DE TIERRA SIN TORNILLO	74	unidad	Q6,00	Q444,00
TUERCA CUADRADA 5/8"	74	unidad	Q4,00	Q296,00
TUERCA DE OJO DE 5/8"	24	unidad	Q21,00	Q504,00
CABLE COBRE #2 DESNUDO	452	m	Q31,00	Q14 012,00
VARILLA DE COBRE 5/8" X 8'	47	unidad	Q45,00	Q2 115,00
CONECTOR DE COMPRESION COBRE VARILLA 5/8"A CABLE #2	47	unidad	Q50,00	Q2 350,00
POSTE DE 35' MADERA	24	unidad	Q2 200,00	Q52 800,00
POSTE DE 30' MADERA	26	unidad	Q2 800,00	Q72 800,00
TRANSFORMADOR MONOFASICO TIPO POSTE DE 25kVA	2	unidad	Q15 000,00	Q30 000,00
TRANSFORMADOR MONOFASICO TIPO POSTE DE 10kVA	2	unidad	Q12 000,00	Q24 000,00
MONTURA PARA TRANSFORMADOR MONOFASICO N,C,	8	unidad	Q150,00	Q1 200,00
CONECTOR DE COMPRESION TIPO C #2 AL #2	8	unidad	Q18,00	Q144,00
CONECTOR CUÑA CON ESTRIBO 1/0	4	unidad	Q60,00	Q240,00
CONECTOR FARGO	4	unidad	Q77,00	Q308,00
TERMINAL ENTALLAR 1 AGUJERO #2 UL NEUTRO	12	unidad	Q27,00	Q324,00
CONECTOR BRONCE DE 5/8 PARA PUESTA A TIERRA	4	unidad	Q18,00	Q72,00
CABLE ACSR 1/0 RAVEN	5 155	m	Q8,00	Q41 236,80
CABLE TRIPLEX #2 NEUTRO FORRADO N,C,	2 778	m	Q25,00	Q69 437,50
CORTACIRCUITO PARA 13,8 Kv	1	unidad	Q450,00	Q450,00
FUSIBLE EXPULSION TIPO K DE 10 AMPERIOS	1	unidad	Q20,00	Q20,00
SOPORTE TIPO L PARA CORTACIRCUITO	1	unidad	Q95,00	Q95,00
GRAPA DE REMATE C,F, #2 AL 1/0 N,C,	45	unidad	Q50,00	Q2 250,00
GRAPA DE SUSPENSION C,F, #2 AL 1/0 PLASTICO	17	unidad	Q50,00	Q850,00
CONECTOR DE PERFORACIÓN	124	unidad	Q35,00	Q4 340,00
PROTECTOR PUNTA CABLE	28	unidad	Q8,00	Q224,00
CINCHO PLASTICO	14	unidad	Q5,00	Q70,00
CABLE DUPLEX #6	1 650	m	Q6,50	Q10 725,00
GRAPA DE REMATE ACOMETIDA	110	unidad	Q20,00	Q2 200,00
PERNO ESPIRAL ABIERTO 5/8"X 12"	17	unidad	Q33,00	Q561,00
PARARRAYOS DE POLIMERO 10kV 10kA	1	unidad	Q400,00	Q400,00

Fuente: elaboración propia.

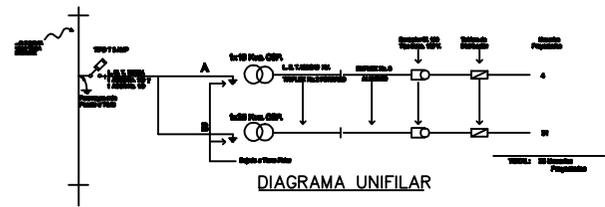
LISTA DE MATERIALES
PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE SERVICIOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA
COMUNIDAD SEBOB”

DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	COSTO UNIT	COSTO TOTAL
AISLADOR TIPO POSTE	27	unidad	Q275,00	Q7 425,00
PERNO AISLADOR TIPO POSTE CORTO	27	unidad	Q16,00	Q432,00
ESPIGA PUNTA DE POSTE	27	unidad	Q80,00	Q2 160,00
RETENCION OMEGA DOBLE 1/0 PARA AISLADOR VERTICAL	27	unidad	Q25,00	Q675,00
AISLADOR DE SUSPENSION DE POLIMERO	47	unidad	Q95,00	Q4 465,00
PERNO OJO 5/8 X 12	177	unidad	Q26,00	Q4 602,00
PERNO MAQUINA 5/8" X 10	58	unidad	Q10,00	Q580,00
ARANDELA CUADRADA CURVA 2-1/4"X5/8"	650	unidad	Q2,50	Q1 625,00
GRILLETE LARGO 5/8 N,C,	106	unidad	Q37,00	Q3 922,00
GRAPA DE SUSPENSION CF, #2 AL 1/0	24	unidad	Q65,00	Q1 560,00
GRAPA DE REMATE ALUM, #2 AL 266 ACSR 10 000 LBS	92	unidad	Q75,00	Q6 900,00
FIJADOR DE ANGULO	182	unidad	Q15,00	Q2 730,00
REMATE PREFORMADO 3/8" ACERO	364	unidad	Q20,00	Q7 280,00
CABLE ACERO GALVANIZADO 3/8" EHS	2246	m	Q6,50	Q14 599,00
VARILLA DE ANCLAJE DOBLE 3/4"X8'	62	unidad	Q95,00	Q5 890,00
VARILLA DE ANCLAJE SENCILLO 3/4"X8'	58	unidad	Q95,00	Q5 510,00
ANCLA DE POLIPROPILENO 115"	120	unidad	Q78,00	Q9 360,00
CONECTOR TIPO CUÑA 1/0-#2 AL 1/0 AZUL C/C	96	unidad	Q25,00	Q2 400,00
CONECTOR DE TIERRA SIN TORNILLO	111	unidad	Q6,00	Q666,00
TUERCA CUADRADA 5/8"	111	unidad	Q4,00	Q444,00
TUERCA DE OJO DE 5/8"	30	unidad	Q21,00	Q630,00
CABLE COBRE #2 DESNUDO	688	m	Q31,00	Q21 328,00
VARILLA DE COBRE 5/8" X 8'	83	unidad	Q45,00	Q3 735,00
CONECTOR DE COMPRESION COBRE VARILLA 5/8"A CABLE #2	83	unidad	Q50,00	Q4 150,00
POSTE DE 35' MADERA	36	unidad	Q2 200,00	Q79 200,00
POSTE DE 30' MADERA	39	unidad	Q2 800,00	Q109 200,00
TRANSFORMADOR MONOFASICO TIPO POSTE DE 10kVA	11	unidad	Q12 000,00	Q132 000,00
MONTURA PARA TRANSFORMADOR MONOFASICO N,C,	22	unidad	Q150,00	Q3 300,00
CONECTOR DE COMPRESION TIPO C #2 AL #2	22	unidad	Q18,00	Q396,00
CONECTOR CUÑA CON ESTRIBO 1/0	11	unidad	Q60,00	Q660,00
CONECTOR FARGO	11	unidad	Q77,00	Q847,00
TERMINAL ENTALLAR 1 AGUJERO #2 UL NEUTRO	33	unidad	Q27,00	Q891,00
CONECTOR BRONCE DE 5/8 PARA PUESTA A TIERRA	11	unidad	Q18,00	Q198,00
CABLE ACSR 1/0 RAVEN	11816	m	Q8,00	Q94 529,60
CABLE TRIPLEX #2 NEUTRO FORRADO N,C,	4275	m	Q25,00	Q106 865,00
CORTACIRCUITO PARA 13,8 Kv	1	unidad	Q450,00	Q450,00
FUSIBLE EXPULSION TIPO K DE 10 AMPERIOS	1	unidad	Q20,00	Q20,00
SOPORTE TIPO L PARA CORTACIRCUITO	1	unidad	Q95,00	Q95,00
GRAPA DE REMATE C,F, #2 AL 1/0 N,C,	71	unidad	Q50,00	Q3 550,00
GRAPA DE SUSPENSION C,F, #2 AL 1/0 PLASTICO	22	unidad	Q50,00	Q1 100,00
CONECTOR DE PERFORACIÓN	179	unidad	Q35,00	Q6 265,00
PROTECTOR PUNTA CABLE	42	unidad	Q8,00	Q336,00
CINCHO PLASTICO	21	unidad	Q5,00	Q105,00
CABLE DUPLEX #6	2370	m	Q6,50	Q15 405,00
GRAPA DE REMATE ACOMETIDA	158	unidad	Q20,00	Q3 160,00
PERNO ESPIRAL ABIERTO 5/8"X 12"	22	unidad	Q33,00	Q726,00
PARARRAYOS DE POLIMERO 10kV 10kA	1	unidad	Q400,00	Q400,00

Fuente: elaboración propia.



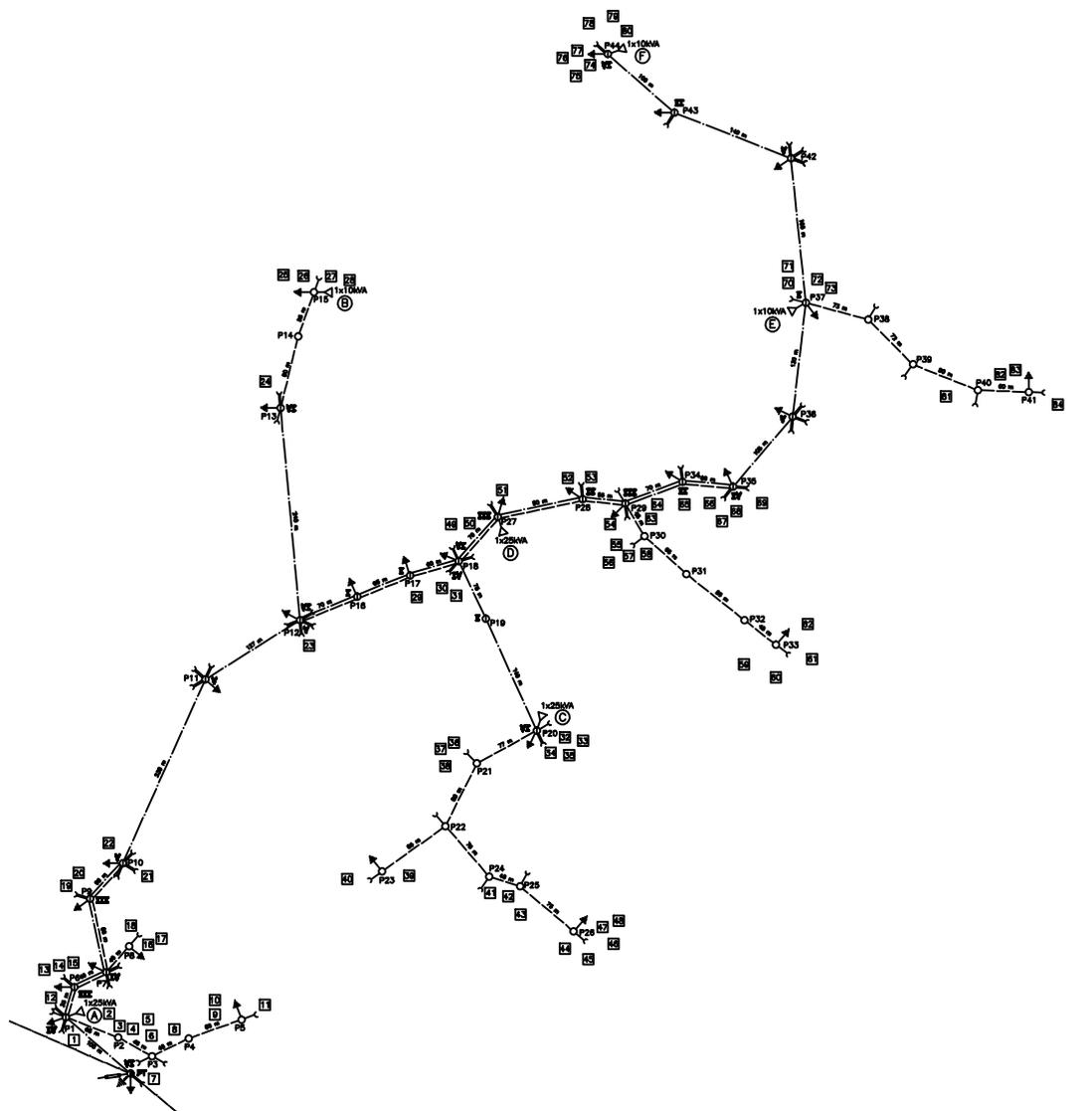
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
---	CONDUCTOR 3 DE ALTA TENSION edatante
---	CONDUCTOR 1 DE ALTA TENSION edatante
---	CONDUCTOR DE BAJA TENSION edatante
---	CONDUCTOR TRIPLEX No. 2 edatante
---	CONDUCTOR 1 ACSR No. 1/0 AWG proyectado
---	CONDUCTOR 3 ACSR No. 2 AWG proyectado
---	CONDUCTOR TRIPLEX No. 2 proyectado
○	POSTE DE 12.00 m (40') edatante
○	POSTE DE 10.80 m (35') edatante
○	POSTE DE 9.00 m (30') edatante
○	POSTE DE 12.00 m (40') proyectado
○	POSTE DE 10.80 m (35') proyectado
○	POSTE DE 9.00 m (30') proyectado
○	RETENIDA DE ANCLA SIMPLE
○	RETENIDA DE ANCLA DOBLE
○	RETENIDA DE ESTACA Y ANCLA SIMPLE
○	RETENIDA DE ESTACA Y ANCLA DOBLE
○	RETENIDA DE POSTE A POSTE
○	RETENIDA DE SECCIONARIO EN POSTE
○	CORTE DE SECCIONARIO ENTRE POSTES
○	CORTE DE SECCIONARIO ENTRE POSTES
○	CORTACIRCUITOS AMPERAJE INDICADO
○	PARARRAYOS VOLTAJE 18.8 KV
○	TRANSFORMADOR CAPACIDAD INDICADA edatante
○	TRANSFORMADOR CAPACIDAD INDICADA proyectado
○	CASA NO INTERESADA
○	CASA NUMERADA INTERESADA
○	PUESTA A TIERRA
○	CAMINO
○	AMORTIGUADOR



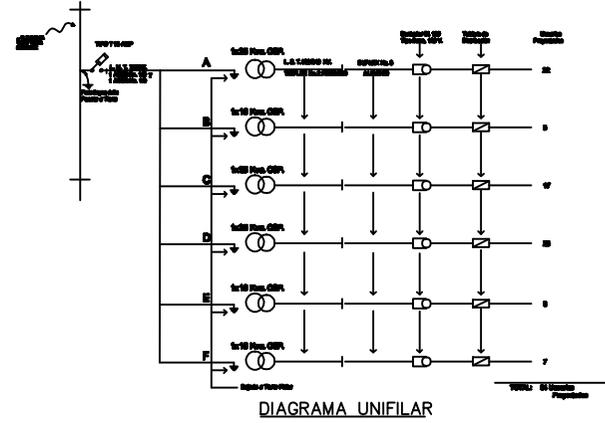
INTRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA

COMUNIDAD CAQLAIB, SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ

INTRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA COMUNIDAD CAQLAIB			
MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO	MUNICIPALIDAD: SAN JUAN CHAMELCO	VOLTAJE DE A.C.: 13.8 KV 1 fase	VOLTAJE DE B.C.: 1380V
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ	DISEÑO: Dennis Day Tzuc	CONTENIDO: DISEÑO DEL RED DE DISTRIBUCION	CLASIFICACION: Bosque/agua
AREA: 20000.00 m ²	FECHA: 14 de Mayo de 2008	ESCALA: 1:1000	HOJA: 1 / 1



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
---	CONDUCTOR 3 DE ALTA TENSION edatante
---	CONDUCTOR 1 DE ALTA TENSION edatante
---	CONDUCTOR DE BAJA TENSION edatante
---	CONDUCTOR TRIPLEX No. 2 edatante
---	CONDUCTOR 1 ACSR No. 1/0 AWG proyectado
---	CONDUCTOR 3 ACSR No. 2 AWG proyectado
---	CONDUCTOR TRIPLEX No. 2 proyectado
○	POSTE DE 12.00 m (40') edatante
○	POSTE DE 10.80 m (35') edatante
○	POSTE DE 8.00 m (30') edatante
○	POSTE DE 12.00 m (40') proyectado
○	POSTE DE 10.80 m (35') proyectado
○	POSTE DE 8.00 m (30') proyectado
○	RETENIDA DE ANCLA SIMPLE
○	RETENIDA DE ANCLA DOBLE
○	RETENIDA DE ESTACA Y ANCLA SIMPLE
○	RETENIDA DE ESTACA Y ANCLA DOBLE
○	RETENIDA DE POSTE A POSTE
○	CORTE DE SECUNDARIO EN POSTE
○	CORTE DE SECUNDARIO ENTRE POSTES
○	CORTACIRCUITOS AMPERAJE INDICADO
○	PARARRAYOS VOLTAJE 18.8 KV
○	TRANSFORMADOR CAPACIDAD INDICADA edatante
○	TRANSFORMADOR CAPACIDAD INDICADA proyectado
○	CASA NO INTERESADA
○	CASA NUMERADA INTERESADA
○	PUESTA A TIERRA
○	CAMINO
○	AMORTIGUADOR



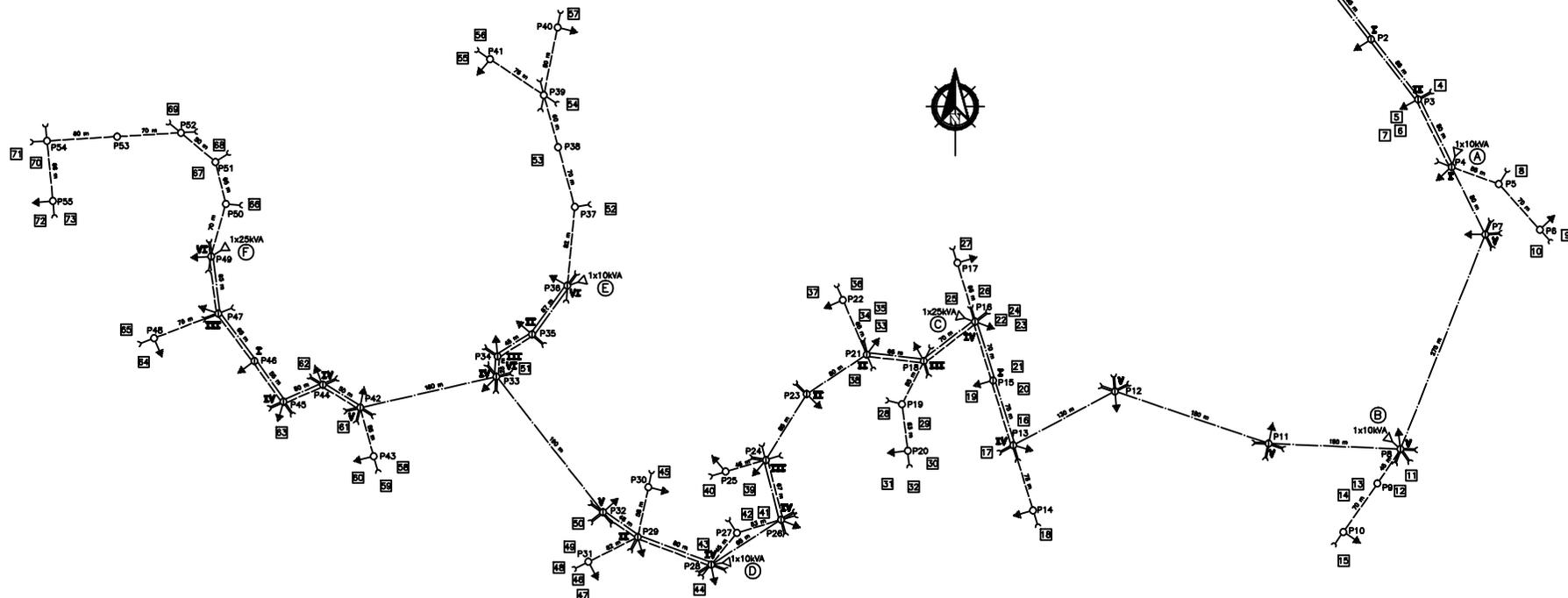
INTRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA
 COMUNIDAD SANTO TOMÁS, SAN JUAN CHAMELO, ALTA VERAPAZ

INTRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA COMUNIDAD SANTO TOMÁS		
MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELO	MUNICIPALIDAD: SAN JUAN CHAMELO	VOLTAJE DE A.C.: 110 KV 1 fase
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ	CONTENIDO: DISEÑO DEL RED DE DISTRIBUCION	VOLTAJE DE B.S.: 1800V
FECHA: 2008	FECHA: 14 de 2008	CLASIFICACION: Residencial
ESCALA: 1:1000	FECHA: 14 de 2008	HOJA: 1 / 1



INTRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA

COMUNIDAD CHIQUE, SAN JUAN CHAMELO, ALTA VERAPAZ



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
---	CONDUCTOR 3 DE ALTA TENSION edestante
---	CONDUCTOR 1 DE ALTA TENSION edestante
---	CONDUCTOR DE BAJA TENSION edestante
---	CONDUCTOR TRIPLEX No. 2 edestante
---	CONDUCTOR 1 ACSR No. 1/0 proyectado
---	CONDUCTOR 3 ACSR No. 2 1/0 proyectado
---	CONDUCTOR TRIPLEX No. 2 proyectado
⊙	POSTE DE 12,00 m (40') edestante
⊙	POSTE DE 10,60 m (35') edestante
⊙	POSTE DE 9,00 m (30') edestante
⊙	POSTE DE 12,00 m (40') proyectado
⊙	POSTE DE 10,60 m (35') proyectado
⊙	POSTE DE 9,00 m (30') proyectado
○	RETENIDA DE ANCLA SIMPLE
○	RETENIDA DE ANCLA DOBLE
○	RETENIDA DE ESTACA Y ANCLA SIMPLE
○	RETENIDA DE ESTACA Y ANCLA DOBLE
○	RETENIDA DE POSTE A POSTE
○	CORTE DE SECUNDARIO EN POSTE
○	CORTE DE SECUNDARIO ENTRE POSTES
○	CORTACIRCUITOS AMPERAJE INDICADO
○	PANORAMIOS VOLTAJE 15.9 KV
○	TRANSFORMADOR CAPACIDAD INDICADA edestante
○	TRANSFORMADOR CAPACIDAD INDICADA proyectado
○	CASA NO INTERESADA
○	CASA NUMERADA INTERESADA
○	PUESTA A TIERRA
○	CAMINO
○	AMORTIGUADOR

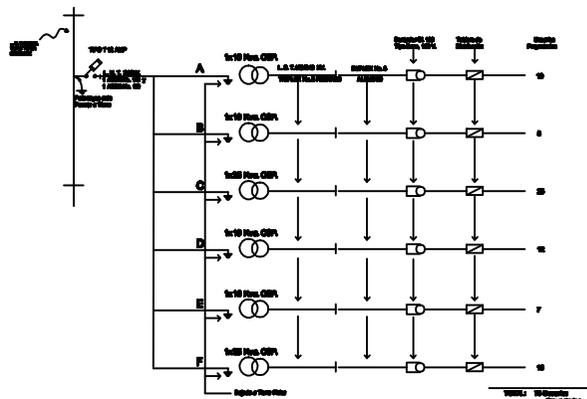


DIAGRAMA UNIFILAR

PROYECTO INTRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA COMUNIDAD CHIQUE		
MESES: SAN JUAN CHAMELO	MUNICIPALIDAD: SAN JUAN CHAMELO	VOLTAJE DE A.C.: 13.8 KV 1 fase
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ	CONTENIDO: DISEÑO DEL REED DE DISTRIBUCION	VOLTAJE DE B.C.: 150V/60Hz
TIPO: Demand Day Work	ESCALA: 1:1	CLASIFICACION: Instalacion
FECHA: 24 de Mayo de 2008	SIGNA: 1/1	

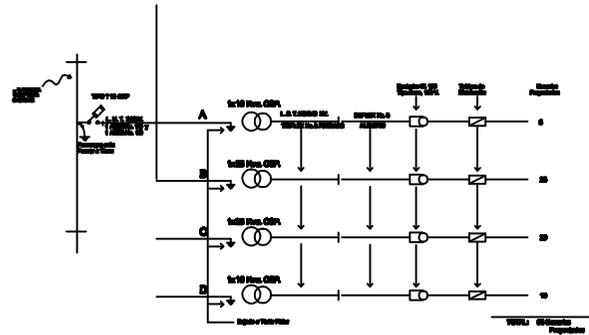
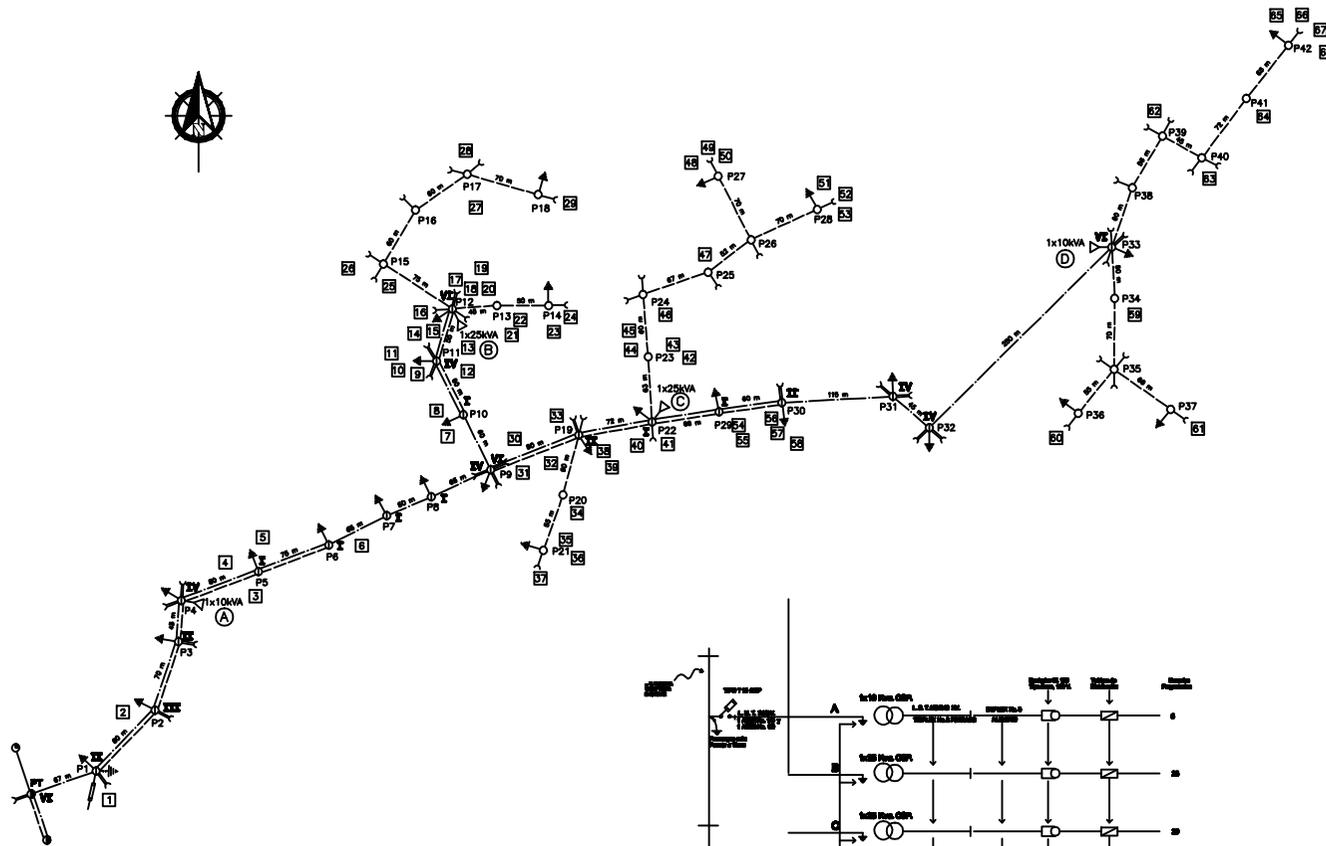
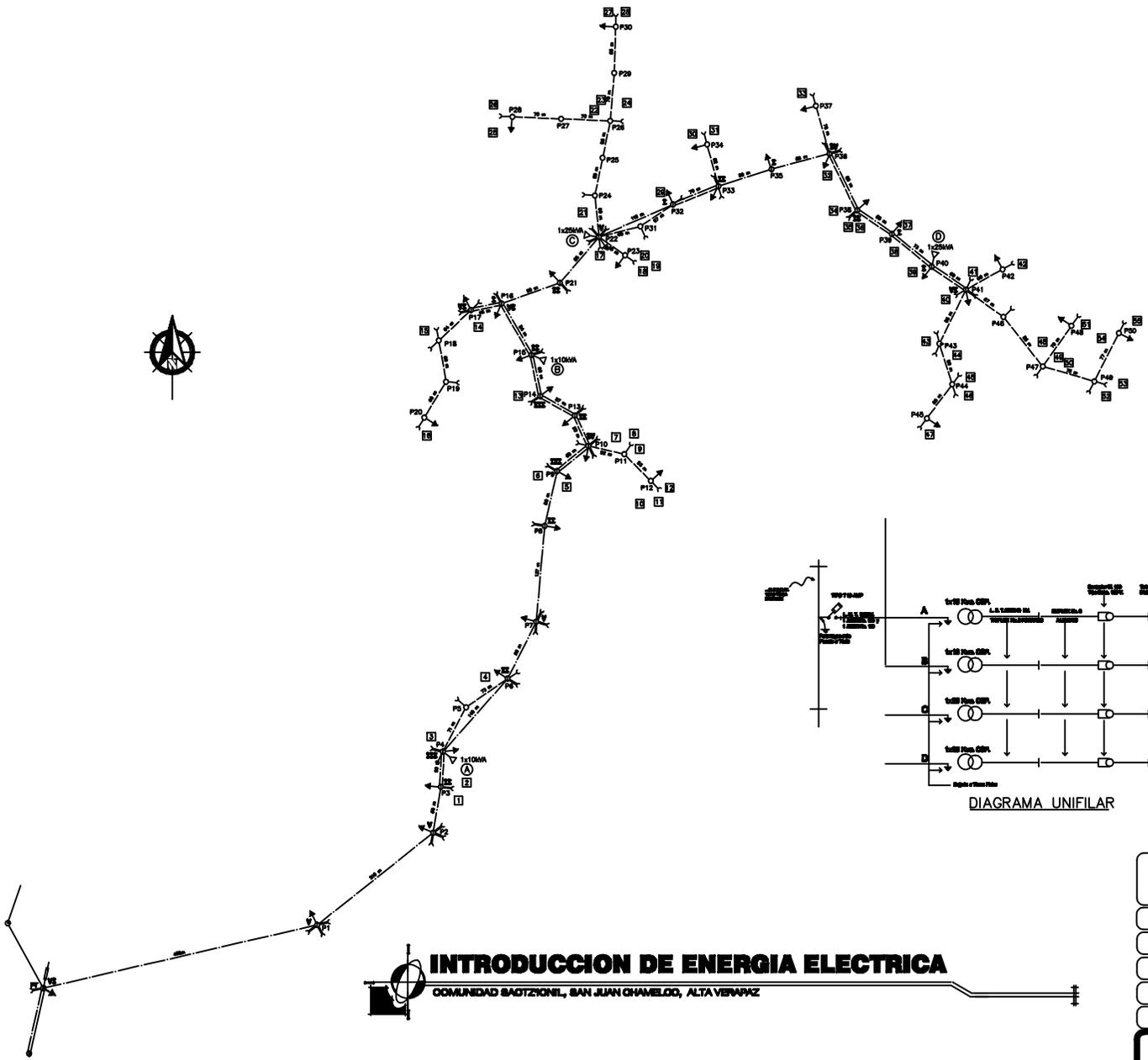


DIAGRAMA UNIFILAR

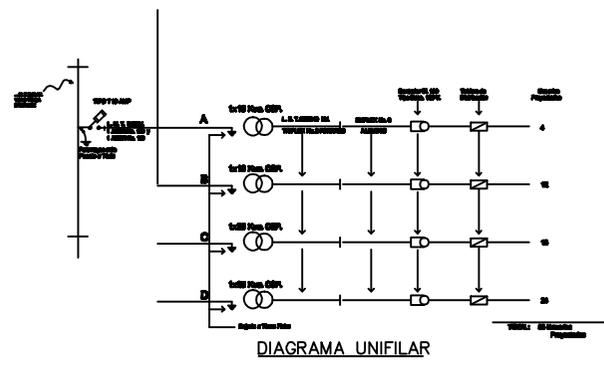
SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
---	CONDUCTOR 3 DE ALTA TENSION edatante
---	CONDUCTOR 1 DE ALTA TENSION edatante
---	CONDUCTOR DE BAJA TENSION edatante
---	CONDUCTOR TRIPLEX No. 2 edatante
---	CONDUCTOR 1 ACSR No. 1/0 ARO proyectado
---	CONDUCTOR 3 ACSR No. 2 ARO proyectado
---	CONDUCTOR TRIPLEX No. 2 proyectado
⊙	POSTE DE 12.00 m (40') edatante
⊙	POSTE DE 10.00 m (33') edatante
⊙	POSTE DE 8.00 m (30') edatante
⊙	POSTE DE 12.00 m (40') proyectado
⊙	POSTE DE 10.00 m (33') proyectado
⊙	POSTE DE 8.00 m (30') proyectado
○	RETENIDA DE ANCLA SIMPLE
○	RETENIDA DE ANCLA DOBLE
○	RETENIDA DE ESTACA Y ANCLA SIMPLE
○	RETENIDA DE ESTACA Y ANCLA DOBLE
○	RETENIDA DE POSTE A POSTE
○	CORTE DE SECUNDARIO EN POSTE
○	CORTE DE SECUNDARIO ENTRE POSTES
⊖	CORTACIRCUITOS AMPERAJE INDICADO
⊖	PARAFUOS VOLTAGE 19.2 KV
⊖	TRANSFORMADOR CAPACIDAD INDICADA edatante
⊖	TRANSFORMADOR CAPACIDAD INDICADA proyectado
⊖	CASA NO INTERESADA
⊖	CASA NUMERADA INTERESADA
⊖	PUESTA A TIERRA
⊖	CAMINO
⊖	ANCIERTO

INTRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA
 COMUNIDAD CHAJANES, SAN JUAN CHAMELO, ALTA VERAPAZ

INTRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA COMUNIDAD CHAJANES		
MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELO	MUNICIPALIDAD: SAN JUAN CHAMELO	VOLTAJE DE A.C.: 13.8 KV 1 fase
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ	CONTENIDO: DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCION	VOLTAJE DE B.S.: 1380VFF
DISEÑO: Enzoel Day Toledo	ESCALA: 1/1	CLASIFICACION: 1/1
FECHA: 20 de Mayo de 2008		

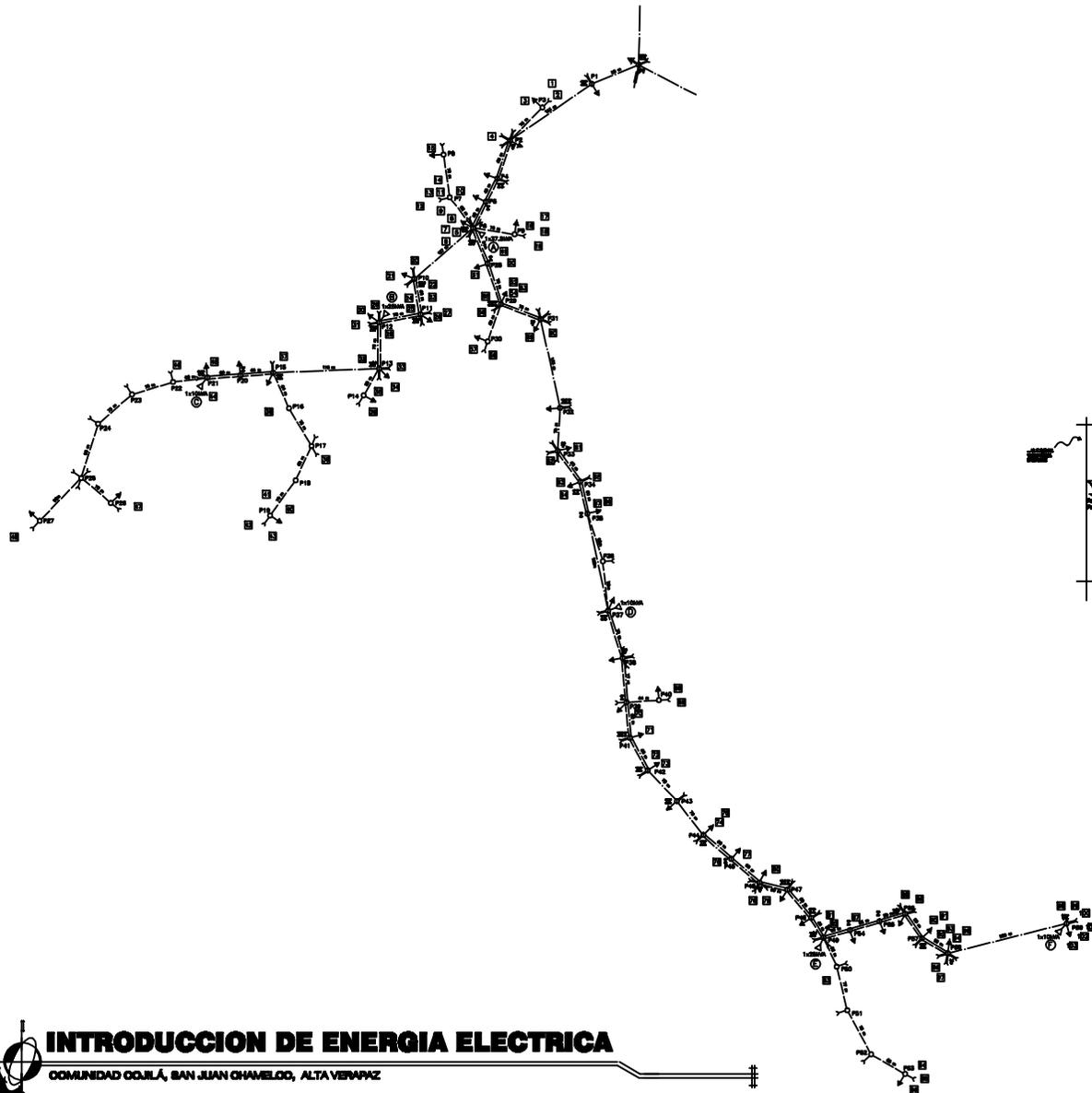


SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
---	CONDUCTOR 3 DE ALTA TENSIÓN existente
---	CONDUCTOR 1 DE ALTA TENSIÓN existente
---	CONDUCTOR DE BAJA TENSIÓN existente
---	CONDUCTOR TRIPLEX No. 2 existente
---	CONDUCTOR 1 ACSR No. 1/0 AWG proyectado
---	CONDUCTOR 3 ACSR No. 2 AWG proyectado
---	CONDUCTOR TRIPLEX No. 2 proyectado
○	POSTE DE 12.00 m (40') existente
○	POSTE DE 10.60 m (35') existente
○	POSTE DE 8.00 m (26') existente
○	POSTE DE 12.00 m (40') proyectado
○	POSTE DE 10.60 m (35') proyectado
○	POSTE DE 8.00 m (26') proyectado
○	RETENIDA DE ANCLA SIMPLE
○	RETENIDA DE ANCLA DOBLE
○	RETENIDA DE ESTACA Y ANCLA SIMPLE
○	RETENIDA DE ESTACA Y ANCLA DOBLE
○	RETENIDA DE POSTE A POSTE
○	CORTE DE SECUNDARIO EN POSTE
○	CORTE DE SECUNDARIO ENTRE POSTES
○	CONTACTOS AMPERAJE INDICADO
○	PARARRAYOS VOLTAJE 10.9 kV
○	TRANSFORMADOR CAPACIDAD INDICADA existente
○	TRANSFORMADOR CAPACIDAD INDICADA proyectado
○	CASA NO INTERESADA
○	CASA INTERESADA INTERESADA
○	CASA INTERESADA INTERESADA
○	PUERTA A TIERRA
○	CAMINO
○	AMORTIGUADOR



INTRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA
 COMUNIDAD SAGTZ'ICHIL, SAN JUAN CHAMELO, ALTA VERAPAZ

INTRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA COMUNIDAD SAGTZ'ICHIL		
MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELO	MUNICIPALIDAD: SAN JUAN CHAMELO	VOLTAJE DE A.C.: 13.8 KV 1 fase
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ	CONTENIDO: DISÑO DE RED DE DISTRIBUCION	VOLTAJE DE B.B.: 13800V
DISEÑO: Dennis Day Tzuc	CLASIFICACION: Baudelocant	ESCALA: 1/1
FECHA: Dennis Day Tzuc	FECHA: 14 de Mayo de 2008	



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
---	CONDUCTOR 3 DE ALTA TENSION adelantado
---	CONDUCTOR 1 DE ALTA TENSION adelantado
---	CONDUCTOR DE BAJA TENSION adelantado
---	CONDUCTOR TRIPLEX No. 2 adelantado
---	CONDUCTOR 1 ACSR No. 1/0 AWG proyectado
---	CONDUCTOR 3 ACSR No. 2 AWG proyectado
---	CONDUCTOR TRIPLEX No. 2 proyectado
●	POSTE DE 12.00 m (40') adelantado
○	POSTE DE 10.00 m (33') adelantado
○	POSTE DE 9.00 m (30') adelantado
○	POSTE DE 12.00 m (40') proyectado
○	POSTE DE 10.00 m (33') proyectado
○	POSTE DE 9.00 m (30') proyectado
○	RETENIDA DE ANCLA SIMPLE
○	RETENIDA DE ANCLA DOBLE
○	RETENIDA DE ESTACA Y ANCLA SIMPLE
○	RETENIDA DE ESTACA Y ANCLA DOBLE
○	RETENIDA DE POSTE A POSTE
○	CORTE DE SECUNDARIO EN POSTE
○	CORTE DE SECUNDARIO ENTRE POSTES
○	CORTACIRCUITOS AMPERAJE INDICADO
○	PARARRAYOS VOLTAJE 15.5 KV
○	TRANSFORMADOR CAPACIDAD INDICADA adelantado
○	TRANSFORMADOR CAPACIDAD INDICADA proyectado
○	CASA NO INTERESADA
○	CASA NUMERADA INTERESADA
○	PUESTA A TIERRA
○	CAJINO
○	AMORTIGUADOR

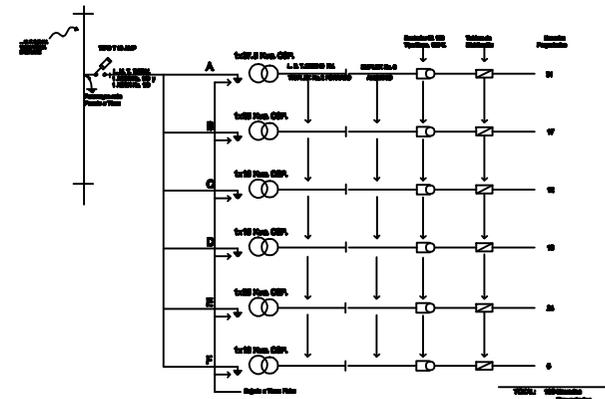
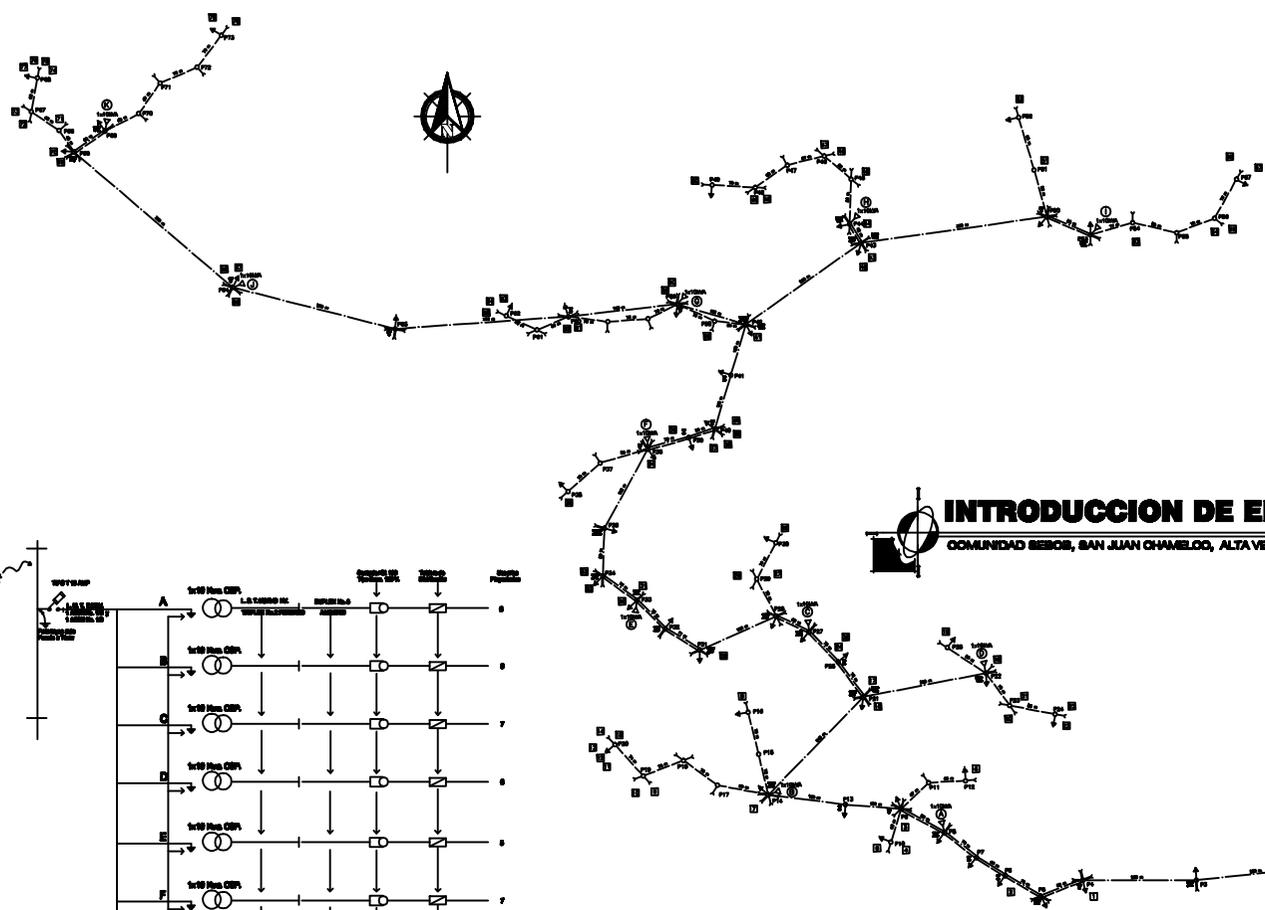


DIAGRAMA UNIFILAR

INTRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA
 COMUNIDAD COJILA, SAN JUAN CHAMELO, ALTA VERAPAZ

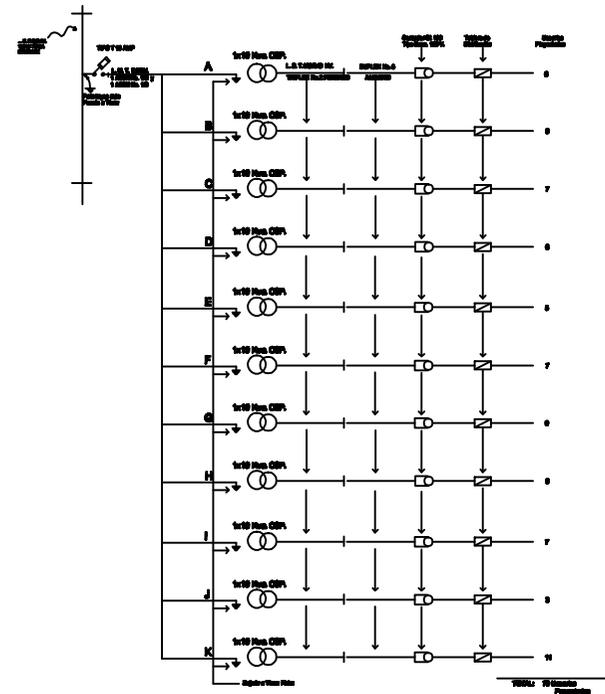
INTRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA COMUNIDAD COJILA		
MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELO	MUNICIPALIDAD: SAN JUAN CHAMELO	VOLTAJE DE A.C.: 13.8 KV 1 fase
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ	DISEÑO: Dennis Day Tzuc	VOLTAJE DE B.C.: 120V/220V
FECHA: Dennis Day Tzuc	CONTENIDO: DISEÑO DEL RED DE DISTRIBUCION	CLASIFICACION: Distribucion
ESCALA: 1:1000	FECHA: 14 de Mayo de 2008	HOJA: 1 / 1



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
---	CONDUCTOR 3 DE ALTA TENSION adelante
---	CONDUCTOR 1 DE ALTA TENSION adelante
---	CONDUCTOR DE BAJA TENSION adelante
---	CONDUCTOR TRIPLEX No. 2 adelante
---	CONDUCTOR 1 ACSIR No. 1/0 AWG proyectado
---	CONDUCTOR 3 ACSIR No. 2 AWG proyectado
---	CONDUCTOR TRIPLEX No. 2 proyectado
○	POSTE DE 12.00 m (40') adelante
○	POSTE DE 10.00 m (35') adelante
○	POSTE DE 9.00 m (30') adelante
○	POSTE DE 12.00 m (40') proyectado
○	POSTE DE 10.00 m (35') proyectado
○	POSTE DE 9.00 m (30') proyectado
○	RETENIDA DE ANCLA SIMPLE
○	RETENIDA DE ANCLA DOBLE
○	RETENIDA DE ESTACA Y ANCLA SIMPLE
○	RETENIDA DE ESTACA Y ANCLA DOBLE
○	RETENIDA DE POSTE A POSTE
○	CORTE DE SECUNDARIO EN POSTE
○	CORTE DE SECUNDARIO ENTRE POSTES
○	CORTACRUCIOS AMPERAJE INDICADO
○	PARARRAYOS VOLTAJE 10.9 KV
○	TRANSFORMADOR CAPACIDAD INDICADA adelante
○	TRANSFORMADOR CAPACIDAD INDICADA proyectado
□	CASA NO INTERESADA
□	CASA NUMERADA INTERESADA
⊥	PUESTA A TIERRA
⊥	CABINO
⊥	AMORTIGUADOR

INTRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA

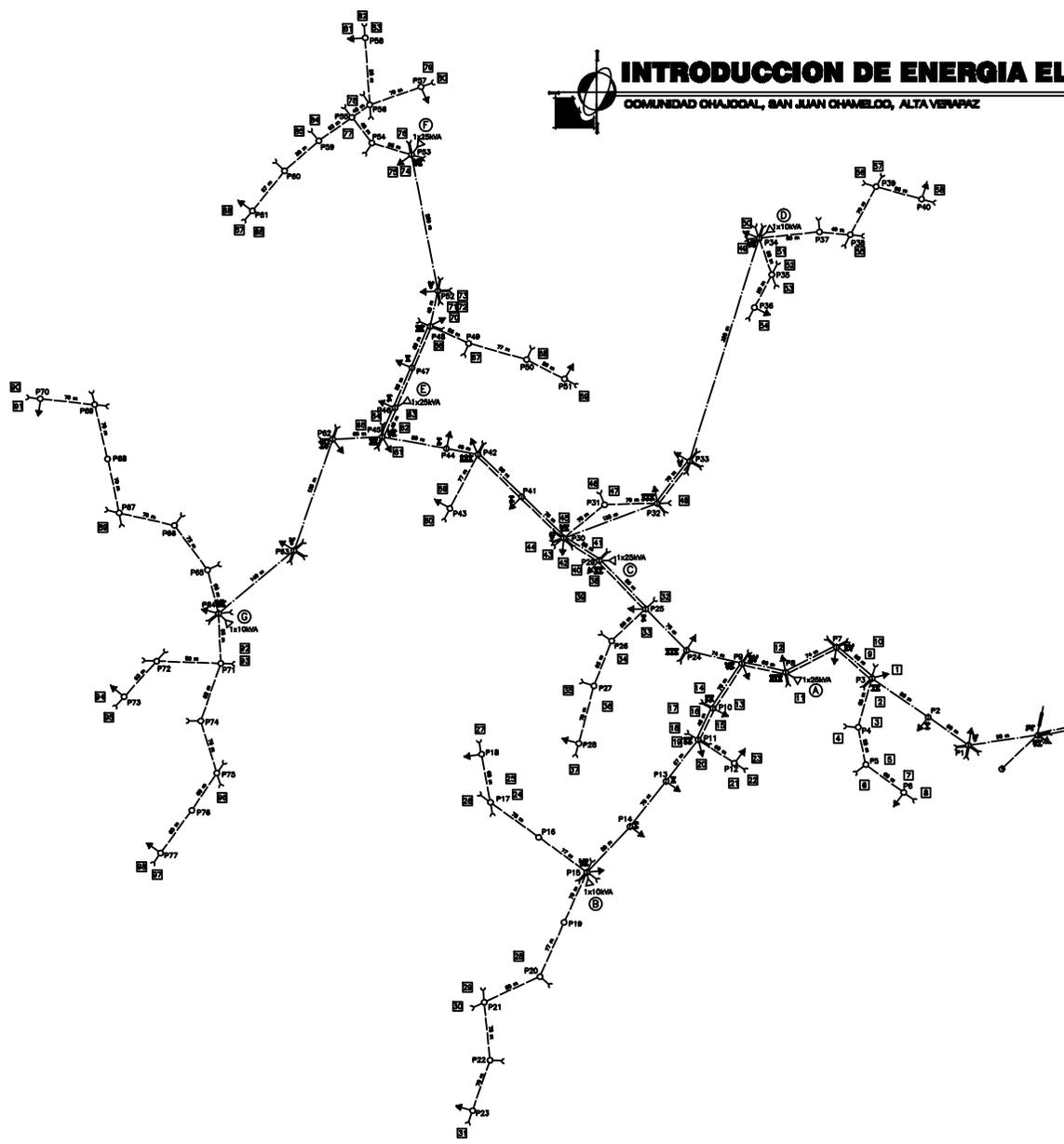
COMUNIDAD SESOS, SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ



PROYECTO		
INTRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA		
COMUNIDAD SESOS		
MUNICIPIO: SAN JUAN CHAMELCO	MUNICIPALIDAD: SAN JUAN CHAMELCO	VOLTAJE DE A.C.: 13.8 KV 1 fase
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ		VOLTAJE DE B.C.: 13800V
DISEÑO: Dennis Day Tzuc	CONTENIDO:	CLASIFICACION: Resistencia
ASISTENTE: Dennis Day Tzuc	DISEÑO DE RED DE DISTRIBUCION	HOJA: 1 / 1
ESCALA: 1:1000	FECHA: 14 de mayo de 2008	

INTRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA

COMUNIDAD CHAJOJAL, SAN JUAN CHAMELOO, ALTA VERAPAZ



SIMBOLOGIA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
---	CONDUCTOR 3 DE ALTA TENSION adelante
---	CONDUCTOR 1 DE ALTA TENSION adelante
---	CONDUCTOR DE BAJA TENSION adelante
---	CONDUCTOR TRIPLEX No. 2 adelante
---	CONDUCTOR 1 ACSIR No. 1/0 proyectado
---	CONDUCTOR 3 ACSIR No. 2 proyectado
---	CONDUCTOR TRIPLEX No. 2 proyectado
○	POSTE DE 12.00 m (40') adelante
○	POSTE DE 10.80 m (35') adelante
○	POSTE DE 9.00 m (30') adelante
○	POSTE DE 12.00 m (40') proyectado
○	POSTE DE 10.80 m (35') proyectado
○	POSTE DE 9.00 m (30') proyectado
○	RETENIDA DE ANCLA SIMPLE
○	RETENIDA DE ANCLA DOBLE
○	RETENIDA DE ESTACA Y ANCLA SIMPLE
○	RETENIDA DE ESTACA Y ANCLA DOBLE
○	RETENIDA DE POSTE A POSTE
○	CORTE DE SECUNDARIO EN POSTE
○	CORTE DE SECUNDARIO ENTRE POSTES
○	CORTACIRCUITOS AMPERAJE INDICADO
○	PANORAMAS VOLTAJE 15.0 KV
○	TRANSFORMADOR CAPACIDAD INDICADA adelante
○	TRANSFORMADOR CAPACIDAD INDICADA proyectado
○	CASA NO INTERESADA
○	CASA NUMERADA INTERESADA
○	PUESTA A TIERRA
○	CAMINO
○	AMORTIGUADOR

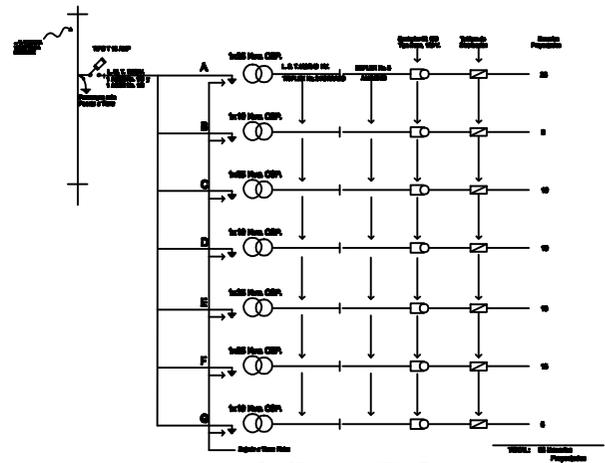


DIAGRAMA UNIFILAR

INTRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA
COMUNIDAD CHAJOJAL

UBICACION: SAN JUAN CHAMELOO	MUNICIPALIDAD: SAN JUAN CHAMELOO	VOLTAJE DE A.C.: 13.8 KV 1 fase
DEPARTAMENTO: ALTA VERAPAZ		VOLTAJE DE B.C.: 150V/200V
DISEÑO: Dennis Day Toledo	CONTENIDO:	CLASIFICACION: Distribucion
ASISTENTE: Dennis Day Toledo	DISEÑO DEL RED DE DISTRIBUCION	HOJA: 1 / 1
ESCALA: 1:1000	FECHA: 14 de Mayo de 2008	