

Universidad Acción Pro Educación y Cultura



Decanato de Ingeniería e Informática

Escuela de Ingeniería

Tesis de Grado para Optar por el Título de:

Ingeniero Eléctrico Mención Potencia

**“PROPUESTA TÉCNICA – ECONÓMICA DE DISEÑO DE UNA LÍNEA DE
DISTRIBUCIÓN DE 5 KILÓMETROS EN MEDIA TENSIÓN 12.5KV / 7.2 KV EN
LA COMUNIDAD DE LA DESCUBIERTA EN ALTAMIRA.
(PROVINCIA DE PUERTO PLATA, AÑO 2016)”**

Sustentantes:

Br. José Alejandro Gómez Beltré	2012-0568
Br. Carlos Alejandro Vilorio Rodríguez	2011-1091
Br. Leandro De Jesús Carmona García	2008-0079

Asesor:

Prof. Ing. César Félix

Distrito Nacional

República Dominicana

Agosto 2016

Los conceptos emitidos en este trabajo de grado son de total responsabilidad de los sustentantes.

RESUMEN

Debido al alto costo de la vida y al alto costo de los materiales eléctricos, en el país existen comunidades que no poseen sistemas de electrificación, lo que a su vez limita que estas comunidades alcancen un desarrollo económico sostenible en términos de la imposibilidad de crear y desarrollar pequeñas empresas con los productos del agro y ganado, vacuno y porcino de la comunidad. La falta de energía eléctrica en esas comunidades conduce además a carencias de fuentes de empleo e ingresos, lo que lleva a los campesinos a la desesperanza, al abandono y la necesidad de emigrar a la ciudad e intentar encontrar mejor condición de vida. Este trabajo de grado pretende desarrollar una propuesta técnica-económica para la comunidad la Descubierta en Altamira, provincia Puerto Plata, en referencia a la electrificación de dicha comunidad. La electrificación de esta comunidad, brinda la oportunidad de desarrollo de la misma y eleva la calidad de vida de sus habitantes, al contar con una red de distribución eléctrica con estructuras seguras y eficientes, lo que podría conducir a la oportunidad de crear pequeñas empresas.

AGRADECIMIENTOS

*En primer lugar queremos darle **A Dios**, por habernos dado la dicha de vivir, por ser quien guía nuestros pasos en todo momento de nuestras vidas, por habernos dado la Fortaleza para concluir esta etapa tan importante en la vida de una manera favorable, permitiéndonos alcanzar todos los objetivos propuestos.*

*A nuestra casa de estudio, **La Universidad Apec**, por darnos la oportunidad de realizar nuestros estudios académicos y de esta forma poder desarrollar y perfeccionar nuestros conocimientos adquiridos.*

*De manera muy particular, **a los profesores**, muy especialmente al **Ing. Carlos J. Vásquez**, quienes con su empeño aportaron muy positivamente en este proceso de formación académica y por estar siempre a disposición ante cualquier cuestionante.*

*De forma exclusiva a nuestro asesor, **el Dr. Ing. Cesar Feliz**, por su apoyo y su dedicación durante todo el proceso de elaboraciones de este trabajo de grado.*

Y a todo aquel, no mencionado, que de una forma directo o indirecta contribuyó en nuestra formación profesional.

Los Sustentantes.

DEDICATORIAS

A **Dios**, por haberme dado la Fortaleza para levantarme cada día y así alcanzar mis metas propuestas.

A mis padres, **Tomas R. Gómez y Belkis D. Beltré**, quienes siempre me han brindado su apoyo en todo este trayecto, por darme ese voto de confianza y creer en mí en todo momento, sirviendo de ejemplo de responsabilidad, dedicación y compromiso, nada de esto fuese posible sin ustedes.

A mis hermanos, **Yonatan J. Ramírez Beltré, Rosa A. Gómez Beltré y Tomas R. Gómez Beltré**, por siempre darme su apoyo, por escucharme y poner a mi disposición los sabios consejos que pueden ofrecer los hermanos mayores. Porque siempre estarán ahí para mí con las mejores intenciones y porque disfrutaran este éxito tanto como yo.

A mi abuela, **Vianela Severino**, por formar parte de mi vida y brindarme su apoyo y comprensión en todo momento.

A mis tías, **Xiomara Severino, Yoarkys Beltré y Maritza Beltré**, quienes siempre se vieron en la plena disposición de aportar un granito de arena para colaborar y quien siempre han estado presente en todo este trayecto.

A mis compañeros de tesis, **Carlos A. Vilorio Rodríguez y Leandro D. Carmona**, quienes fueron cómplices en este arduo proceso, por siempre estar

dispuestos a brindar su apoyo y más que todo por la gran amistad que hemos construido.

*A mis compañeros de la Universidad, **Kelvin Martínez, Teófilo Rosado, Raúl Hernández, Williana Pérez, Erick Valdez, Manuel Herrera, Francisco Cotorrear y Eliang Báez**, por todo el apoyo brindado a lo largo de estos 4 años y porque fueron con quienes lleve una mayor relación de amistad.*

*A mis amigos, **Brian Cruz Pérez, Cesar Coste, Héctor Pacheco y Heaklig Ayala**, quienes estuvieron presente y convivieron conmigo todo este proceso, aportando a su alcance lo necesario para colaborar con mi crecimiento profesional.*

José Alejandro Gómez Beltré

Dedicatorias

*Primero quiero dedicar a **Dios**, por haberme dado la Fortaleza y darme el valor de no desmayarme en la búsqueda de lograr este objetivo que tanto sacrificio ha costado, sobre todo el esfuerzo que he tenido que hacer para alcanzarlo.*

*A mi familia, **Alejandro Vitorio, Gladys Rodríguez, Enersy y Ramón Francisco Vitorio (hermanos)**, quienes siempre me han brindado su apoyo, sacrificio y amor para darme la fortaleza, confianza y creer en mí en todo momento, sirviendo de ejemplo de responsabilidad, dedicación y compromiso, sin ellos esto no hubiera sido posible que este sea una realidad.*

*En especial a mi esposa, **Stephany Jorge Molina**, por estar apoyándome en todo momento de dificultades, dándome el apoyo moral y especial, creyendo en mí todo el tiempo.*

*A mis Amigos, **Rafael Félix, Eduardo Hidalgo, Miguelina Alcina, Claritza de la Cruz y Pedro Silverio**, por formar parte de mí, brindarme su apoyo y comprensión en todo el desarrollo de mi vida profesional.*

*A mis compañeros de tesis, **José Alejandro Gómez Beltré y Leandro D. Carmona**, quienes formaron parte de este proceso, por siempre estar dispuestos a brindar su apoyo y conocimiento, demostrando también la gran amistad que hemos construido.*

*A mis compañeros de la Universidad, que más que compañeros fueron hermanos por cuatro (4) años, **Radical Cuello, Gelson Rivera, Kelvin Martínez, Teófilo Rosado, Raúl Hernández, Manuel Herrera, Francisco Cotorrear**, por todo el apoyo brindado a lo largo de este tiempo y porque fueron con quienes lleve una mayor relación de amistad.*

Carlos Alejandro Vilorio Rodríguez

Dedicatorias

*A **Dios**, por darme la valentía de poder llegar hasta esta etapa de mi vida y otorgarme la oportunidad de terminar este trabajo de grado.*

*A mi esposa, **Solanger Romero**, por soportarme y ayudarme dándome todo el apoyo necesaria en el transcurso de esta carrea universitaria.*

*A mis Hijos, **Lisbeth A. Carmona Romero, Daniel Isaac Carmona Romero y Ángel Miguel Romero**, por ser mi motivación y fuerza motora para todos los días decir “yo puedo hacerlo”.*

*A mis padres, **Santa De Jesús y Alejandro Carmona**, por tener paciencia y confianza en que su hijo puede lograrlo.*

*A mi hermana, **Wendy Beato De Jesús**, por apoyarme y entenderme en los momentos más difíciles de esta carrera.*

Leandro De Jesús Carmona García

TABLA DE CONTENIDO

	Páginas
RESUMEN	I
AGRADECIMIENTOS	I
DEDICATORIAS.....	I
TABLA DE CONTENIDO.....	VI
LISTA DE FIGURAS.....	XI
LISTA DE TABLAS.....	XIV
INTRODUCCION.....	1
CAPÍTULO I: SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL DOMINICANO	5
Historia del Sistema Eléctrico Nacional Dominicano	5
1.2 Capitalización del sistema eléctrico nacional	7
1.3 Surgimiento del proceso de capitalización	8
1.4 Estructura del sector eléctrico post-capitalización	10
1.4.1 Empresas Distribuidoras de Electricidad (EDE).....	10
1.4.1.1 Empresa Distribuidora de Electricidad del Este (EDEESTE)	11
1.4.1.2 Empresa Distribuidora de Electricidad del Sur (EDESUR).....	14
1.4.1.3 Empresa Distribuidora de Electricidad del Norte (EDENORTE).....	17
1.5 División empresarial post-capitalización	19

1.6 Organismo Coordinador del Sistema Eléctrico Nacional Interconectado (OC- SENI)	19
1.6.1 El Sistema Eléctrico Nacional Interconectado Regulado	21
1.6.2 El Sistema Eléctrico Nacional Interconectado No Regulado	21
1.7 Unidad de Electrificación Rural y Sub-Urbana (UERS)	21
CAPÍTULO II: COMPONENTES DE UNA LINEA DE TRANSMISION DE MEDIA TENSION 12.5/7.2KV	
2.1 Conductores	23
2.1.1 Composición de los conductores	23
2.1.1.1 Cobre	24
2.1.1.2 Aleaciones de cobre	25
2.1.1.3 Aluminio	26
2.2 Aisladores.....	29
2.2.1 Materiales aislantes	29
2.2.1.1 Aisladores de soporte o aisladores rígidos	30
2.2.1.2 Aisladores de suspensión.....	30
2.2.1.3 Aisladores de tensión o amarre	31
2.2.2 Dispositivos de protección	31
2.2.2.1 Cuernos o antenas de protección	32
2.2.2.2 Anillos de proteccion	32

2.2.3 Herrajes	33
2.2.3.2 Herrajes para unir entre si los elemntos de cadena de aisladores y los conductores	35
2.2.3.3 Herrajes para proteger los aisladores	41
2.3 Estructuras para líneas de transmisión en media tensión	42
2.3.1 Tipo de postes	43
2.3.1.1 Postes de madera	43
2.3.1.2 Postes de hormigón	44
2.3.1.2.1 Postes de hormigón armado	44
2.3.1.2.2 Postes de hormigón armado vibrado	45
2.3.1.2.3 Postes de hormigón armado centrifugado	45
2.3.1.2.4 Postes de hormigón armado pretensado	45
2.3.1.3 Postes metálicos	46
2.3.1.3.1 Postes metálicos de presilla	46
2.3.1.3.2 Postes metálicos de celosía	47
2.4 Transformadores de distribución.....	47
2.4.1 Clasificación de los transformadores de distribución.....	47
2.4.1.1 Transformador de distribución tipo poste.....	48
2.4.1.2 Transformadores de distribuciones tipo Pad Mounted	48
2.4.1.3 Transformador de distribución CRT	49

2.4.1.4 Transformadores Sumergibles	51
2.4.2 Elementos para montaje de transformadores	52
2.5 Sistema de protección de redes de distribución en MT y BT	55
2.5.1 Interruptores de Potencia.....	57
2.5.2 Seccionador	59
2.5.3 Apartarrayos	60
2.5.3.1 Diferentes tipos de apartarrayos.....	61
2.5.4 Pararrayos	61
2.5.5 Puesto a tierra	62
 CAPITULO III: PARAMETROS DE DISEÑO DE ELECTRIFICACION DE LA LINEA 12.5/7.2 KV PARA LA DESCUBIERTA	 64
3.1 Identificación de problemáticas de distribución en la comunidad La Descubierta	64
3.2 Identificación de la carga demandada por la comunidad.	65
3.4 Cálculos de la potencia demandada por la comunidad	66
3.5 Selección del tipo de conductores	72
3.6 Selección del tipo de transformador.....	76
3.7 Selección del tipo de poste	79
3.7.1 Características físicas de los postes hormigón pretensado.....	80
3.8 Determinación de la cimentación de los puntos de apoyo.	81

3.9 Identificación del impacto socio-económico	82
3.10 Impacto ambiental	83
3.11 Diseño eléctrico del proyecto	84
3.12 Presupuesto general.....	87
CONCLUSIONES	90
RECOMENDACIONES.....	92
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	94
ANEXOS	96
ANTEPROYECTO.....	105

LISTA DE FIGURAS

Figuras	Páginas
Figura 1: Conductores homogéneos de aluminio.....	27
Figura 2: Sección transversal de un conductor con refuerzo de acero con 7 hilos de acero y 24 de aluminio.....	28
Figura 3: Herrajes para fijación de aisladores.	33
Figura 4: Dimensiones de un herraje tipo Grillete.	34
Figura 5: Elementos de la cadena de aisladores.	35
Figura 6: Dimensiones de un herraje tipo Horquilla con guardacabo.	37
Figura 7: Cruceta PV-75.....	39
Figura 8: Cruceta PT-250.....	39
Figura 9: Cruceta PV-200 y PT-200.....	40
Figura 10: Cruceta PT-250.....	40
Figura 11: Diferentes tipos de estructuras dependiendo el nivel de voltaje.....	43
Figura 12: Diferentes tipos de postes de hormigón utilizados tanto en alumbrado exterior, baja y media tensión.....	44
Figura 13: Diferentes tipos de postes metálicos.	46
Figura 14: Características de Transformador tipo poste.	48
Figura 15: Características de Transformador tipo Pad Mounted.	49
Figura 16: Características de Transformador CTR.	50
Figura 17: Características Transformador sumergible.	51
Figura 18: Parrilla para TRANSFO.	52

Figura 19: Plataforma T3.....	52
Figura 20: Herraje para Cortacircuito.....	53
Figura 21: Soporte aislador AP.....	53
Figura 22: Perno ancla AP.....	54
Figura 23: Tornillos para herrajes.....	54
Figura 24: Diferentes tipos de Interruptores de Potencia para MT.....	57
Figura 25: Seccionadora de cuchillas giratorias.....	59
Figura 26: Apartarrayo de resistencia variable.....	60
Figura 27: Pararrayos y sus partes.....	62
Figura 28: Esquema inductivo de conexión de sistema puesta a tierra.....	63
Figura 29: Diagrama unifilar correspondiente al transformador de la zona 1	67
Figura 30: Diagrama unifilar correspondiente al transformador de la zona 2	68
Figura 31: Diagrama unifilar correspondiente al transformador de la zona 3	69
Figura 32: Diagrama unifilar correspondiente al transformador de la zona 4	70
Figura 33: Diagrama unifilar correspondiente al transformador de la zona 5	71
Figura 34: conductor de aleación de aluminio desnudo del tipo A.A.A.C.-6201 ...	73
Figura 35: Conductor de acometida de servicio triplex 2/0.....	74
Figura 36: Placa de especificaciones de transformador de 15 KVA.....	77
Figura 37: Placa de especificaciones de transformador de 25 KVA.....	78
Figura 38: Dimensiones de poste de hormigón pretensado de secciones rectangulares tipo “HC”	79
Figura 39: Diseño general para electrificación de comunidad La Descubierta	84

Figura 40: Diseño por zonas proyecto electrificación comunidad La Descubierta..	
.....	85
Figura 41: Diagrama Unifilar	86
Figura 42: Punto de Interconexión	96
Figura 43: Escuela primaria de la comunidad La Descubierta	97
Figura 44: Fachada de vivienda en la comunidad La Descubierta	97
Figura 45: Microempresas de la comunidad (fábrica de queso)	98
Figura 46: Localización geográfica de la comunidad La Descubierta.....	99

Lista de tablas

Tablas	Páginas
Tabla 1: División de comunidad por zonas	65
Tabla 2: Tabla de factores de demanda por no. de viviendas	66
Tabla 3: Características del conductor de aleación de aluminio desnudo del tipo A.A.A.C.-6201	73
Tabla 4: Características del conductor de acometida de servicio triplex 2/0	75
Tabla 5: Tamaño y altura de los postes de concreto pretensados	80
Tabla 6: Datos técnicos de los postes de hormigón pretensado	80
Tabla 7: Presupuesto General de Estructuras y Materiales Propuestos. Solicitud de Electrificación de Redes de Media Tensión y Baja Tensión, La Descubierta).	87
Tabla 8: Listado General de Estructuras Propuestas, Solicitud de Electrificación de Redes de Media Tensión y Baja Tensión, La Descubierta).....	88
Tabla 9: Listado General de Estructuras Propuestas, Solicitud de Electrificación de Redes de Media Tensión y Baja Tensión, La Descubierta).....	89
Tabla 10: Calculo de caída de tensión por nodo (Transformador 1)	100
Tabla 11: Calculo de caída de tensión por nodo (Transformador 2)	101
Tabla 12: Calculo de caída de tensión por nodo (Transformador 3)	102
Tabla 13: Calculo de caída de tensión por nodo (Transformador 4)	103
Tabla 14: Calculo de caída de tensión por nodo (Transformador 5)	104

INTRODUCCION

La energía eléctrica desde sus orígenes hasta la actualidad desempeña un papel vital en el ámbito socio-político y especialmente económico en el que se desarrolla un país. El desarrollo de una comunidad se debe, entre otros aspectos al suministro confiable, estable y de un costo racional de la energía eléctrica que reciben, y en este mismo orden avanzar en el combate contra la pobreza, mejoría de la educación así como elevar la calidad de vida de sus habitantes vía el fomento de pequeñas empresas.

El país ha vivido una prolongada crisis eléctrica en las últimas décadas por causa de los altos costos de los combustibles, entre otros aspectos. Es así, que a partir de 1973, estos inconvenientes afectaron negativamente a la transmisión, producción y suministro energético a los clientes finales, afectando de paso todas las actividades productivas de la nación.

Existen millones de personas, las cuales no tienen acceso al uso de la energía eléctrica, estas normalmente son de bajos recursos que viven en zonas rurales. Situación, que obliga a las distribuidoras a racionalizar las cargas en horas pico y en las horas base, a los fines de no utilizar las generadoras de altos costos de producción.

Desde el punto de vista de la equidad social, se comprende que el suministro de energía y sus redes de distribución deben ser entendidos como un deber social del Estado hacia la comunidad, por lo que no deberían ser vistos desde la perspectiva económica beneficio/costo.

La Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales (CDEEE), creada en el año 2001, con la finalidad de liderar y coordinar las empresas eléctricas, lleva a cabo los programas del Estado en materia de electrificación rural y suburbana a favor de las comunidades de escasos recursos económicos.

En el 2001 de igual forma nace El Organismo Coordinador del Sistema Eléctrico Nacional Interconectado (OC-SENI), institución que se encarga de coordinar la operación de las instalaciones de las empresas de generación, transmisión y distribución de electricidad que pertenecen al Sistema Eléctrico Nacional Interconectado (SENI) de la República Dominicana y posteriormente a eso el Gobierno, en cumplimiento de sus obligaciones constitucionales crea la Unidad de Electrificación Rural y Sub-Urbana (UERS), con el objetivo de extender el servicio eléctrico a las diferentes comunidades rurales y sub-urbanas del país, para crear las condiciones que permitan el desarrollo y la capacitación personal, y la reducción del analfabetismo y de la insalubridad en esas zonas, mediante la puesta en operación de las escuelas nocturnas, y la adquisición por parte de la ciudadanía de los equipos de refrigeración necesarios para conservar alimentos y medicinas.

La energía eléctrica es de vital importancia para nuestro desarrollo, Además de ser catalogada como un servicio, es una necesidad básica para poder realizar unas pluralizadas actividades relacionadas a la vida diaria del ser humano promedio, como también las tareas destinadas a la industria y negocios. Por lo tanto, la búsqueda de sistemas energéticos estables se encuentra en la pirámide de los insumos más importante en cualquier proyecto de inversión y es aquí donde nace

la intención de elaborar propuestas de electrificación en las comunidades rurales del país para de esa forma cooperar con su desarrollo.

Esta propuesta pretende, elaborar un diseño técnico-económico de las redes de distribución eléctrica para la comunidad de la Descubierta del municipio de Altamira, provincia Puerto Plata siguiendo las normativas de la Deutsche Energie Consulting (DECON).

A los fines de alcanzar el objetivo propuesto se realizaran las siguientes tareas:

1. **Estudio preliminar:** Etapa que contempla definir la idea, conocer todas las necesidades del cliente, definir las ventajas, desventajas de este proyecto y plantear una o varias alternativas con ideas de costos para conjuntamente con el cliente valorarla.
2. **Ante proyecto:** Contempla profundizar la parte de ingeniería, en aquella opción que el cliente en aspectos técnicos y económicos considere como la más favorable y conveniente. Contempla además la elaboración de planos preliminares, presupuesto estimado y detalles esquemáticos que definan la solución del problema.
3. **Proyecto Definitivo:** visualiza el proyecto de forma tal que incluye las especificaciones de los materiales de la obra así como también los planos que dan conclusión a la obra, presupuesto final y puede incluir la gestión para la aprobación del proyecto frente a los organismos oficiales. Estos también incluyen todos los detalles que faciliten su interpretación.

4. Estudio de los **Aspectos Técnicos**. Trabajos de ingeniería para elaborar los diseños, especificaciones y presupuesto de la obra, comprende todo aquello que tiene relación con el funcionamiento y operatividad del proyecto en el que se verifica la posibilidad técnica de fabricar el producto o prestar el servicio, y se determina el tamaño, localización, los equipos, las instalaciones y la organización requerida para realizar la producción.
5. Estudio del **Impacto Ambiental**. Analiza como el proyecto o servicio pueden influir en mejoría o menoscabo al medio ambiente, permite determinar si el proyecto o actividad se hace cargo de los efectos ambientales que genera, mediante la aplicación de medidas de mitigación, y/o compensación.
6. **Análisis Financiero del Proyecto**. El análisis financiero determina la viabilidad del proyecto y es la base para decisión de ejecutar o no la obra.

Este trabajo consta de tres (3) capítulos los cuales formaran el cuerpo del mismo. En el primer capítulo se abarcan todos los aspectos concernientes al Sector Eléctrico de la República Dominicana desde su apertura hasta hoy en día. En el segundo capítulo se desarrollan todos los aspectos de selección de componentes para una Línea de Transmisión en Media Tensión así como los criterios que se emplean en la misma, finalmente pero no menos importante, en el tercer capítulo se determinan los parámetros de diseño para el proyecto de electrificación rural de la Descubierta.

CAPÍTULO I: SISTEMA ELÉCTRICO NACIONAL DOMINICANO

Historia del Sistema Eléctrico Nacional Dominicano

El Estado Dominicana ha presenciado una prolongada crisis eléctrica en las últimas décadas, lo que ha impactado negativamente en la transmisión, producción y suministro de energía eléctrica a los clientes finales, afectando de paso, todas las actividades productivas de la nación. En principio, la crisis era producto de que la capacidad instalada era similar o inferior a la demanda. Todo el mercado de energía eléctrica era servido directamente por el Estado Dominicano, a través de la Corporación Dominicana de Electricidad (CDE).

Los pocos recursos y la situación técnica, unida a las intervenciones del gobierno produjo una forma de operación en la que las plantas generadoras de electricidad eran sometidas a largo periodos de producción en los que solo recibían mínimos mantenimientos, pues para ejecutar los debidos mantenimientos requería que las mismas fueran sacadas de servicios. Apagar una o varias plantas, implicaría un colapso de suministro eléctrico, con el problema de generar molestias sociales y/o políticas. Este método operativo produjo el colapso paulatino del parque generador eléctrico.

A partir del año 1973, aparece un nuevo elemento que acentuara la crisis en el sistema generador y se tradujo en un aumento en el precio de los hidrocarburos,

combustible utilizado por gran parte del parque generador, con este aumento se agudizó aún más la generación eléctrica, por el agravante de suplir los combustibles a nuevos precios. Durante este periodo se presentaron propuestas del sector político para aumentar el parque generador eléctrico. A partir del año 1982 se puso en marcha un plan de ampliación de la capacidad instalada, cuyo hecho cumbre consistió en la instalación de dos plantas de 125 mW movidas a carbón en la localidad de Itabo, municipio de Haina. Estas plantas de carbón operaron sus primeros años en forma dual a petróleo (fuel oil # 6) y carbón mineral, luego fueron operadas estrictamente con carbón mineral hasta hoy. En el sector industrial la crisis se manifestó de forma dramática, por lo que las grandes compañías tuvieron que interconectarse a circuitos privilegiados, que funcionaban óptimamente al inicio, pero que luego también colapsaron, por ello aquellas empresas cuyos procesos necesitaban de la continuidad de suministro procedieron a la instalación de parques propios para la generación eléctrica de base, para garantizar este suministro de energía que necesitaban en sus operaciones. Algunos de estos parques generadores, disponían de capacidad instalada en exceso, entonces, dichas empresas negociaron acuerdos que permitieron que el excedente fuera vendido y colocado en la red pública. Aún en 1996, la crisis eléctrica mantenía su déficit de oferta, con el agravante de que la carga financiera para operar el sistema era insostenible con los limitados recursos disponibles. En esos momentos, la oferta de energía eléctrica era inferior a la demanda del mercado y se aplicó un plan para elevar de forma acelerada la capacidad instalada. Entonces fue planteada la reforma del sector eléctrico a fin de establecer las bases jurídicas y técnicas que

permitieran la inyección de capitales frescos necesarios para ejecutar la inversión requerida en la estabilización de todos los componentes del sector eléctrico dominicano.

1.2 Capitalización del sistema eléctrico nacional

Conforme a lo estipulado en el artículo Evolución del Sistema Eléctrico Dominicano, publicado por Marcos Cochón este señala que; el marco legal existente previo a la capitalización se sustentaba en la ley orgánica de la Secretaria de Estado de Industria y Comercio, una ley que no se refería de manera extensa a la industria eléctrica, sino que enfocaba el tema de la energía concentrándose en los combustibles. Por ese motivo, el marco legal de referencia institucional existente era la ley orgánica de la antigua CDE, la cual era juez y parte, ya que se regulaba a sí misma, tomaba las decisiones de inversión y tomaba las decisiones de regulación en lo concerniente a calidad y precios del servicio. No existía ninguna institución distinta a la CDE que velara de manera independiente por los temas de calidad y precios, no existía un marco regulatorio formal para las relaciones entre suplidores y consumidores, desde ese punto de vista los consumidores eléctricos eran cautivos de un suplidor único. No había entonces, una relación profunda entre calidad del servicio, obligaciones del suplidor y derechos del consumidor, por no existir un marco legal institucional que creará los incentivos correctos para que eso sucediera. Esa fue una de las principales deficiencias existentes sobre la que no se ha analizado mucho, y el cambio que en ese sentido promovía la reforma del sector

para los ciudadanos era uno de sus principales objetivos que nunca se resaltó en su justa dimensión (Cochón, 2013).

1.3 Surgimiento del proceso de capitalización

Conforme a lo estipulado en el artículo “Evolución del Sistema Eléctrico Dominicano”, publicado por Marcos Cochón, dice que; inicialmente, en la República Dominicana se comenzó a trabajar un proceso de reforma estructural del sector eléctrico y de las empresas públicas que no contemplaba la capitalización como mecanismo de inserción del capital privado. Los trabajos se iniciaron con la redacción de un nuevo marco legal e institucional para la industria eléctrica sin poner énfasis en el proceso de inserción de capital en sí mismo. A final del año 1992 se contrataron los servicios de cuatro profesionales chilenos de muy alto nivel y vasta experiencia (un abogado, dos ingenieros y una economista) con la asistencia técnica del BID. Con dichos consultores se trabajó durante la primera mitad del 1993 y para inicios del tercer trimestre de 1993 ya se contaba con el primer borrador completo del anteproyecto de la ley general de electricidad (Cochón, 2013).

Ese documento se discutió posteriormente en el seno de la Comisión Nacional de Energía, creada por Decreto en aquel entonces, que concluyó los trabajos de elaboración final del proyecto que se presentó al Congreso en diciembre del 1993. Dicho proyecto de ley se estancó en el Congreso hasta la primera mitad del 2001 cuando fue aprobado.

La primera idea que debe quedar establecida aquí, es que el proceso de capitalización, más que un proceso de reforma económica y estructural, es un proceso político, donde se requiere la voluntad política para llevarlo adelante y la voluntad política para apoyar todos los eventos subsiguientes del mismo proceso: No es un evento, es un proceso. Si la capitalización hubiera concluido en el momento en el que se anunciaron los ganadores y se entregó la administración de las empresas a los socios privados, tuviésemos que evaluar la eficiencia y eficacia del proceso de capitalización solo hasta ese punto.

Como evento, la capitalización tuvo una primera etapa, que fue desarrollar los trabajos de definición de cuál era la visión que como nación o Estado Dominicano se quería para la industria eléctrica; poner en blanco y negro esa visión, convencer a los capitales privados para que la compartieran y vinieran a invertir a la República Dominicana. Hasta ese punto el proceso fue bastante exitoso, ya que efectivamente se lograron todos los objetivos trazados. Incluso se obtuvieron recursos para inversión en las empresas capitalizadas y compromisos adicionales de inversión superiores a las expectativas que tenía el equipo que trabajó en ese proceso.

1.4 Estructura del sector eléctrico post-capitalización

La estructura del sector post-capitalización fue bien sencilla porque los trabajos técnicos ya estaban terminados. Resultaron tres empresas distribuidoras, todas de capital mixto y en cuanto a la generación, resultaron dos empresas de generación térmica de lo que anteriormente era la CDE térmica, ambas de capital mixto. Asimismo, las anteriores empresas generadoras privadas que tenían contratos con la CDE (los IPPs) siguieron operando como generadoras 100% de capital privado; algunas de ellas pasaron casi inmediatamente al mercado, otras pasaron al mercado con posterioridad y hoy en día solo dos empresas generadoras se mantienen con contratos directos con CDEEE. Todas las demás empresas generadoras incluyendo las capitalizadas de Ege-Haina e Itabo tienen contratos directamente con las empresas distribuidoras. Tanto la empresa de transmisión eléctrica como la empresa de generación hidráulica conformadas como parte del esquema de la estructuración industrial que se definió para la capitalización, se mantienen 100% públicas (Concha, 2005).

1.4.1 Empresas Distribuidoras de Electricidad (EDE)

La actividad de distribución es aquella que tiene por objeto la transmisión de energía eléctrica desde las redes de transporte, o en su caso desde otras redes de distribución o desde la generación conectadas a la propia red de distribución, hasta los puntos de consumo u otras redes de distribución en las adecuadas condiciones de calidad con el fin último de suministrarla a los consumidores.

Una vez el voltaje de la electricidad se ha visto reducido en la subestación de transformación reductora para adecuarlo a la red de distribución (generalmente por debajo de 12.5 KV), esta se distribuirá directamente a pequeñas industrias y hogares (media y la baja tensión respectivamente) pasando por los centros de transformación para adecuar la tensión a las necesidades según valores establecidos. Los distribuidores como titulares de las redes de distribución serán responsables de la construcción, la operación, el mantenimiento y, en caso necesario, el desarrollo de su red de distribución, así como, en su caso, de sus interconexiones con otras redes, y de garantizar que su red tenga capacidad para asumir, a largo plazo, una demanda razonable de distribución de electricidad de acuerdo con los criterios establecidos por la Administración General del Estado.

En la República Dominicana existen tres grandes distribuidoras, Empresa Distribuidora de Electricidad del Este (EDEESTE), Empresa Distribuidora de Electricidad del Sur (EDESUR) y la Empresa Distribuidora de Electricidad del Norte (EDENORTE).

1.4.1.1 Empresa Distribuidora de Electricidad del Este (EDEESTE)

La Empresa Distribuidora de Electricidad del Este (EDEESTE) fue constituida el 5 de agosto de 1999, como parte de la reestructuración del sector eléctrico, creada mediante la Ley 141-97 de Reforma de la Empresa Pública, bajo la modalidad de capitalización (Edeeste, 2013).

En virtud de esa legislación, en 1998 el gobierno dominicano inició la licitación pública internacional con el objetivo de atraer inversionistas privados, que pudieran

aportar los capitales necesarios para la modernización del sistema eléctrico nacional. El convenio estableció un primer aporte estimado en unos 109.3 millones de dólares a través de la empresa AES Corporación. Posteriormente, en noviembre de 2004, AES Corporation, propietaria del 50% de las acciones del sector privado en EDEESTE, vendió su participación al grupo norteamericano Trust Company of the West (TCW), compañía que entonces pasó a ser el accionista privado de EDE Este conjuntamente con el Estado. A la vez, TCW firmó un contrato de administración con AES para que esta última operara la distribuidora del Este.

EDEESTE nació con el proceso de capitalización de la Corporación Dominicana de Electricidad (CDE), el cual estaba sustentado en el Proyecto de Ley de Capitalización de varias empresas del Estado Dominicano, propuesto por el Poder Ejecutivo en 1996 y aprobado en junio de 1997.

Este Proyecto estuvo basado en el alto grado de descapitalización y desprestigio por el que atravesaba la Corporación Dominicana de Electricidad (CDE), tanto en el ámbito nacional como internacional, y proponía la creación de una industria eléctrica eficiente y competitiva por medio de la inyección de capital privado nacional y extranjero, así como la obtención del mejor precio posible por el 50% de las acciones correspondientes al Estado y de este modo crear un ambiente de transparencia y credibilidad pública tanto en nuestro país como en el exterior.

La Comisión para la Reforma de la Empresa Pública (CREP), aprobada por la Ley de Reforma Pública, Núm. 141-97, fue designada para ejecutar la difícil tarea de

acabar con los apagones y eliminar en el mediano término, la no viabilidad financiera del sistema eléctrico.

Conforme la Ley Núm. 141-97, de Reforma de la Empresa Pública, y la Ley Orgánica de la Corporación Dominicana de Electricidad Núm. 4115, el Presidente Leonel Fernández emitió el Decreto Núm. 464-98, del 9 de diciembre de 1998, en virtud del cual autorizó a la Corporación Dominicana de Electricidad a aportar los activos de su propiedad, seleccionados por la Comisión de Reforma de la Empresa Pública, para la integración del capital pagado de las cinco nuevas sociedades anónimas a ser constituidas de acuerdo a las disposiciones de la nueva Ley General de Reforma de la Empresa Pública.

EDEESTE adquiere el derecho para la distribución y comercialización de la energía eléctrica en su zona de concesión, por escritura pública otorgada el 9 de agosto de 1999. El 50% de las acciones de EDEESTE fue adquirido por AES Corporation, el restante 50% por el Estado Dominicano. En noviembre del 2004, el 50% de las acciones de AES Corporation, fue adquirida por Trust Company of the West (TCW).

En la actualidad EDE Este está compuesta por un capital 99% del Estado dominicano. Desde 1999, sirve energía a la zona de Concesión, mediante contrato otorgado por el Estado Dominicano, denominado contrato de derecho, para la explotación de obras eléctricas, comprendida desde la acera Este de la avenida Máximo Gómez, las provincias de San Pedro de Macorís, La Romana, Hato Mayor, El Seibo y La Altagracia; además de la comunidad de Villa Mella y la provincia de Monte Plata.

Su área de concesión es de 11,700 Km. y tiene 2,100 Km. de redes, sirviendo a más de 386 mil clientes, con una demanda máxima aproximada de 525 megavatios. Posee 13 oficinas comerciales que sirven en el Distrito Nacional, la provincia de Santo Domingo, Monte Plata y todas las provincias de la Región Este del país. Además, tiene 7 agencias y 120 puntos de pagos (bancos y distintos comercios).

1.4.1.2 Empresa Distribuidora de Electricidad del Sur (EDESUR)

EDESUR es una de las empresas surgidas durante el proceso de transformación del sector eléctrico desarrollado por el Poder Ejecutivo Nacional entre los años 1991 y 1992, a efectos de permitir el ingreso de capital privado a la operación del sistema.

Empresa Distribuidora de Electricidad del Sur (EDESUR) es una de las empresas surgida del proceso o de capitalización de la Corporación Dominicana de Electricidad (CDE), el cual estaba sustentado en el Proyecto de Ley de Capitalización de varias empresas del Estado Dominicano, propuesto por el Poder Ejecutivo en 1996 y aprobado en junio de 1997.

El 24 de junio de 1997, el Jefe del Estado promulgó la ley 141-97, de Reforma de la Empresa Pública. El servicio de energía eléctrica, originalmente manejado por empresas extranjeras, desde que fue adquirido por el Estado en 1955, había sido administrado como un instrumento político, condicionado a prácticas permisivas y clientelistas que distorsionaron su naturaleza comercial (Edesur, 2014).

Apoyado en la nueva legislación y la ley Orgánica de la Corporación Dominicana de Electricidad, la número 4115 del 21 de abril de 1955, el presidente Fernández

emitió el decreto 464-98 del 13 de diciembre de 1999, en virtud del cual autorizó a la Corporación Dominicana de Electricidad a aportar los activos de su propiedad, seleccionados por la Comisión de Reforma de la Empresa Pública, para la integración del capital pagado de las cinco nuevas sociedades anónimas a ser constituidas de conformidad con las disposiciones de la nueva Ley General de Reforma de la Empresa Pública, es decir: Empresa Generadora de Electricidad HAINA, S.A.; Empresa Generadora de Electricidad ITABO, S.A.; Empresa Distribuidora de Electricidad del Norte, S.A.; Empresa Distribuidora de Electricidad del Sur, S.A.; y Empresa Distribuidora de Electricidad del Este, S.A. En septiembre de 2003, el Gobierno del presidente Hipólito Mejía compró las acciones de Unión Fenosa en EDESUR y EDENORTE, lo que provocó un retroceso que agravó la situación de las compañías, pues se establecieron los apagones financieros. Las empresas distribuidoras estatizadas aumentaron el flujo negativo de caja y el Gobierno no suministró los recursos requeridos para cubrir el déficit. En consecuencia, el 16 de agosto de 2004, casi la mitad de la electricidad que se producía se perdía o no se pagaba.

A raíz de la promulgación de la Ley número 141-97 de fecha treinta (30) de abril de 1997, se crea la Comisión de Reforma de la Empresa Pública (CREP) la cual elaboró y estructuró el proceso de capitalización de la Corporación Dominicana de Electricidad (CDE). Ante la ausencia de una Ley General de Electricidad, se emite el Decreto número 118-98, de fecha dieciséis (16) de marzo de 1998, creando la Superintendencia de Electricidad (SIE) para regular, controlar y supervisar al sector

eléctrico, bajo la dependencia de la Secretaria de Estado de Industria y Comercio (SEIC).

El objeto del convenio del citado Contrato de Suscripciones de Acciones, por parte del Gobierno Dominicano, a través de la entidad denominada Comisión de Reforma de la Empresa Pública (CREP), era la intención de involucrar al sector privado en la reestructuración y operación de la infraestructura de generación y distribución de energía eléctrica, la cual hasta la fecha de la suscripción del mismo la CDE había sido propietaria y administradora, permitiendo así que nuevos capitales del sector privado rehabiliten y extiendan el sistema de generación y distribución, a medida que se crearía un mercado competitivo de electricidad que premie la eficiencia y la buena administración. Posteriormente, mediante la Ley General de Electricidad número 125-01 de fecha veintiséis (26) de julio de 2001 fue creada la Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales (“CDEEE”), con la finalidad de liderar y coordinar las empresas eléctricas, llevar a cabo los programas del Estado en materia de electrificación rural y suburbana a favor de la comunidades de escasos recursos económicos, así como de la administración y aplicación de los contratos de suministro de energía con los Productores Independientes de Electricidad (IPP).

Luego, fueron dictados los Decretos números 647-02 y 648-02, el primero reconociendo la creación de la CDEEE como una empresa autónoma de servicio público, quedando investida de personalidad jurídica, con los atributos inherentes a tal calidad; y el segundo, regulando su funcionamiento. En julio de dos mil dos (2002), el Poder Ejecutivo, a través del Decreto número 555-02 de la citada fecha, promulga el Reglamento para la aplicación de la Ley General de Electricidad

número 125-01. En septiembre de ese mismo año, el Poder Ejecutivo emite el Decreto número 749-02, que modificó algunos artículos del Reglamento para la aplicación de la Ley General de Electricidad.

Adquisición por el Estado, de las Acciones Clase B en la Empresa Distribuidora de Electricidad del Sur, S. A. (Edesur). Con la finalidad de atenuar el aumento de la tarifa por el incremento de los precios de los combustibles y la devaluación del peso (dada la crisis de la época), así como, la alegada mala administración y poca inversión por parte del sector privado, fue considerada la realización de la recompra de las acciones de las empresas Edesur y Edenorte, que se encontraban controladas por Unión Fenosa.

1.4.1.3 Empresa Distribuidora de Electricidad del Norte (EDENORTE)

La Empresa Distribuidora de Electricidad del Norte (EDENORTE) es una compañía dominicana que se dedica a la distribución de energía eléctrica. Su área de concesión es de aproximadamente 19.060km², atendiendo a 14 provincias y a más de 710.000 clientes de la región norte del país. Tiene más de 16.274km de redes, 65 subestaciones y 31.627 transformadores de distribución con una carga instalada de 1.466MVA. Edenorte es controlada por el Estado a través del conglomerado eléctrico estatal CDEEE, (Edenorte, Sistema de Monitorio de la Administración Pública Municipal) EDENORTE nació con el proceso de capitalización de la Corporación Dominicana de Electricidad (CDE), el cual estaba sustentado en el

Proyecto de Ley de Capitalización de varias empresas del Estado Dominicano, propuesto por el Poder Ejecutivo en 1996 y aprobado en junio de 1997 (Edeeste, 2013).

Este Proyecto estuvo basado en el alto grado de descapitalización y desprestigio por el que atravesaba la Corporación Dominicana de Electricidad (CDE), tanto en el ámbito nacional como internacional, y proponía la creación de una industria eléctrica eficiente y competitiva por medio de la inyección de capital privado nacional y extranjero, así como la obtención del mejor precio posible por el 50% de las acciones correspondientes al Estado, y de este modo crear un ambiente de transparencia y credibilidad pública, tanto en nuestro país como en el exterior.

La Comisión para la Reforma de la Empresa Pública (CREP), aprobada por la Ley de Reforma Pública, Núm. 141-97, fue designada para ejecutar la difícil tarea de acabar con los apagones y eliminar en el mediano término, la no viabilidad financiera del sistema eléctrico.

EDENORTE adquiere el derecho para la distribución y comercialización de la energía eléctrica en su zona de concesión, por escritura pública otorgada el 13 de agosto de 1999. En septiembre de 2003, el gobierno del Presidente Hipólito Mejía compró las acciones del Grupo Unión Fenosa en EDENORTE y la Distribuidora pasa nuevamente a manos del Estado Dominicano.

El área geográfica concesionada comprende la zona norte de la República Dominicana, cuyo límite está dado por la Cordillera Central desde la frontera con la República de Haití hasta Bonao y subiendo hacia el norte para terminar en la

península de Samaná, incluyendo el parque de los Haitises. Las provincias comprendidas en el límite del área geográfica son: Dajabón, Santiago Rodríguez, Santiago, La Vega, Monseñor Nouel, Sánchez Ramírez, Duarte y Samaná.

1.5 División empresarial post-capitalización

La estructura del sector post-capitalización fue bien sencilla porque los trabajos técnicos ya estaban terminados. Resultaron tres empresas distribuidoras, todas de capital mixto y en cuanto a la generación, resultaron dos empresas de generación térmica de lo que anteriormente era la CDE térmica, ambas de capital mixto. Asimismo, las anteriores empresas generadoras privadas que tenían contratos con la CDE (los IPPs) siguieron operando como generadoras 100% de capital privado; algunas de ellas pasaron casi inmediatamente al mercado, otras pasaron al mercado con posterioridad y hoy en día solo dos empresas generadoras se mantienen con contratos directos con CDEEE. Todas las demás empresas generadoras incluyendo las capitalizadas de EGE-Haina e Itabo tienen contratos directamente con las empresas distribuidoras (Cochón, 2013).

1.6 Organismo Coordinador del Sistema Eléctrico Nacional Interconectado (OC-SENI)

El Organismo Coordinador del Sistema Eléctrico Nacional Interconectado (OC-SENI), es la institución que se encarga de coordinar la operación de las instalaciones de las empresas de generación, transmisión y distribución de

electricidad que pertenecen al Sistema Eléctrico Nacional Interconectado (SENI) de la República Dominicana.

El SENI es el conjunto de centrales de generación eléctrica y sistemas de distribución que se encuentran interconectados entre sí. La programación y operación integrada del SENI está a cargo del Centro Nacional de Despacho de Carga (CNDC), fue creado el 29 de octubre de 1998, mediante la Resolución N° 235 de la Secretaría de Estado de Industria y Comercio, Mas adelante la Ley General de Electricidad N°125-01, promulgada el 26 de julio de 2001, estableció que las empresas eléctricas de generación, transmisión, distribución y comercialización, así como los auto productores y cogeneradores que venden sus excedentes a través del SENI, deben coordinar la operación de sus instalaciones para prestar el mejor servicio al mínimo costo, y que para ello deben constituir e integrar un organismo que coordine la operación de los sistemas de generación, transmisión, distribución y comercialización en el SENI, denominado Organismo Coordinador (OC-SENI).

El Reglamento para la Aplicación de la Ley General de Electricidad, emitido mediante Decreto N°555-02 del 19 de julio de 2002, y modificado por los Decretos N° 749-02 y N° 494-07, reglamenta las funciones del OC-SENI y establece que debe estar constituido, a los fines de obtener personalidad jurídica propia, como una asociación sin fines de lucro.

1.6.1 El Sistema Eléctrico Nacional Interconectado Regulado

Se considera usuario Regulado de bajo consumo a todo cliente con capacidad instalada igual o menor a 1.4 megavatios. El desmonte se aplicará en conformidad a lo establecido en el artículo 108 de la Ley General de Electricidad. (EGE-HAINA, 2016)

1.6.2 El Sistema Eléctrico Nacional Interconectado No Regulado

Un Usuario No Regulado es un consumidor de energía eléctrica cuya demanda mensual sobrepasa los límites establecidos por la Superintendencia de Electricidad (SIE), lo cual es un máximo de 1.4MW, para clasificar como usuario de servicio público y que cumple con los requisitos establecidos en el reglamento, superando un nivel límite de consumo, que le permite negociar libremente la tarifa de suministro de electricidad con el generador de electricidad que desee, cuyos precios los puede pactar libremente en un mercado competitivo, sin necesidad de atender la regulación de precios establecida por la SIE para los Usuarios Regulados (Reyes & Melgen, 2014).

1.7 Unidad de Electrificación Rural y Sub-Urbana (UERS)

En el 2001 año en que nació el Organismo Coordinador del Sistema Eléctrico Nacional Interconectado (OC-SENI), institución que se encarga de coordinar la operación de las instalaciones de las empresas de generación, transmisión y distribución de electricidad que pertenecen al Sistema Eléctrico Nacional

Interconectado (SENI) de la República Dominicana y posteriormente a eso el Gobierno, en cumplimiento de sus obligaciones constitucionales crea la Unidad de Electrificación Rural y Sub-Urbana (UERS), con el objetivo de extender el servicio eléctrico a las diferentes comunidades rurales y sub-urbanas del país, para crear las condiciones que permitan el desarrollo y la capacitación personal, y la reducción del analfabetismo y de la insalubridad en esas zonas, mediante la puesta en operación de las escuelas nocturnas, y la adquisición por parte de la ciudadanía de los equipos de refrigeración necesarios para conservar alimentos y medicinas.

CAPÍTULO II: COMPONENTES DE UNA LINEA DE TRANSMISION DE MEDIA TENSION 12.5/7.2KV

2.1 Conductores

Consiste en un cuerpo o un medio adecuado, utilizado como portador de corriente eléctrica. El material que forma un conductor eléctrico es cualquier sustancia que puede conducir una corriente eléctrica cuando este conductor se ve sujeto a una diferencia de potencial entre sus extremos. Esta propiedad se llama conductividad, y las sustancias con mayor conductividad son los metales.

En la construcción de líneas aéreas de transmisión de energía eléctrica, se utilizan casi exclusivamente conductores trenzados, los cuales son cables formados por alambres, en capas alternadas, enrolladas en sentidos opuestos. Esta disposición alternada de las capas evita el desenrollado y hace que el radio externo de una capa coincida con el interior de la siguiente. El trenzado proporciona flexibilidad con grandes secciones transversales.

El conductor trenzado puede realizarse con hilos del mismo metal, o de distintos metales, según cuales sean las características mecánicas y eléctricas deseadas.

2.1.1 Composición de los conductores

Los metales utilizados en la construcción de líneas aéreas deben poseer tres características principales: baja resistencia eléctrica, elevada resistencia mecánica,

de manera de ofrecer resistencia a los esfuerzos permanentes o accidentales y bajo costo.

Los metales que satisfacen estas condiciones son relativamente escasos, los cuales son: cobre, aluminio, aleación de aluminio y combinación de metales (aluminio acero) Conviene para cada caso particular investigar el metal más ventajoso, teniendo en cuenta las observaciones generales que siguen.

2.1.1.1 Cobre

El tipo de cobre que se utiliza en la fabricación de conductores es cobre electrolítico de alta pureza. Se obtiene electrolíticamente, por refinado: un electrodo de cobre hace de cátodo y un electrodo de cobre con impurezas hace de ánodo; el cobre electrolítico se deposita sobre el cátodo. Las características del cobre electrolítico coinciden, casi exactamente con las del cobre puro, ya que el contenido mínimo de cobre ha de ser de 99.9 %. Este tipo de cobre se presenta en los siguientes grados de dureza o temple:

- **Cobre recocido**

El cobre recocido llamado también cobre blando tiene una resistencia a la rotura de 22 a 28 [Kg/mm²]. El cobre recocido a 20° C de temperatura ha sido adoptado como cobre-tipo para las transacciones comerciales en todo el mundo. El cobre recocido es dúctil, flexible y se utiliza, sobre todo, para la fabricación de conductores eléctricos que no hayan de estar sometidos a grandes esfuerzos mecánicos.

- **Cobre semiduro**

Tiene una resistencia a la rotura de 28 a 34 [Kg. /mm²] y no es tan dúctil ni maleable como el cobre recocido.

- **Cobre duro**

El cobre duro trabajado, en frío tiene, adquiere dureza y resistencia mecánica, aunque a expensas de su ductilidad y maleabilidad. El cobre duro tiene una resistencia a la rotura de 35 a 47 [Kg/mm²] y sus buenas propiedades mecánicas se emplea para conductores de líneas eléctricas exteriores, donde han de estar sometidos a esfuerzos mecánicos elevados; este tipo de cobre no es muy empleado en instalaciones interiores, debido a que se manipula más difícilmente, que el cobre recocido.

2.1.1.2 Aleaciones de cobre

Los que son solubles en cantidad moderada en una solución sólida de cobre, tales como el manganeso, el níquel, el zinc, el estaño, el aluminio, etc., generalmente endurecen el cobre y disminuyen su ductilidad, pero mejoran sus condiciones de laminado y de trabajo mecánico.

De una forma general se puede decir que las aleaciones de cobre mejoran algunas de las propiedades mecánicas o térmicas del cobre puro, pero a excepción de las propiedades eléctricas. Las aleaciones de cobre las utilizadas son las siguientes:

- **Latones**

Los latones son aleaciones de cobre y zinc con un 50 % de este último metal como máximo, ya que a partir de dicho porcentaje, las aleaciones resultan frágiles. La conductividad eléctrica es relativamente baja, por lo que su empleo no es tan extendido

- **Bronces**

Los bronce son aleaciones de cobre y estaño. Pero actualmente las aleaciones dejaron de ser binarias para pasar a ser ternarias, introduciendo un tercer elemento, además del cobre y el estaño, como fósforo, silicio, manganeso, zinc, cadmio, aluminio; según el tercer elemento es el nombre del bronce, por ejemplo: bronce fosforoso, bronce silicioso, etc.

Pese a la menor resistencia eléctrica y superiores aptitudes mecánicas el cobre ha dejado de ser utilizado en la construcción de líneas aéreas, esto es especialmente notado en alta y muy alta tensión.

2.1.1.3 Aluminio

El aluminio es el material que se ha impuesto como conductor de líneas aéreas, debido a su menor costo y ligereza con respecto a los de cobre para un mismo valor de resistencia. También es una ventaja el hecho de que el conductor de aluminio tenga un mayor diámetro que el de cobre con la misma resistencia. Con un diámetro mayor, las líneas de flujo eléctrico que se originan en el conductor, se encuentran más separadas en su superficie para el mismo voltaje. Esto significa

que hay un menor gradiente de voltaje en la superficie del conductor y una menor tendencia a ionizar el aire que rodea al conductor.

Los conductores en base a aluminio utilizados en la construcción de líneas aéreas se presentan en las siguientes formas:

- **Conductor homogéneo de aluminio puro (AAC)**

El aluminio es, después del cobre, el metal industrial de mayor conductividad eléctrica. Esta se reduce muy rápidamente con la presencia de impurezas en el metal, por lo tanto para la fabricación de conductores se utilizan metales con un título no inferior al 99.7%, condición esta que también asegura resistencia y protección de la corrosión. Los conductores de aluminio 1350 se clasifican de la siguiente forma:

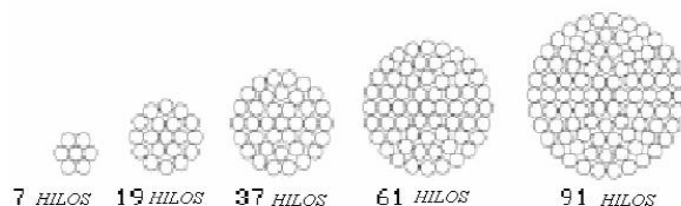
Clase A: Conductores a ser recubiertos por materiales resistentes al clima y conductores desnudos con alta flexibilidad.

Clase B: Conductores a ser aislados con diversos materiales y conductores que requieren mayor flexibilidad.

Clase C: Conductores que requieren la más alta flexibilidad.

Figura 1: *Conductores homogéneos de aluminio.*

Fuente: (Landa, 2012)



- **Conductor homogéneo de aleación de aluminio (AAAC)**

Se han puesto a punto aleaciones especiales para conductores eléctricos. Contienen pequeñas cantidades de silicio y magnesio (0.5 0.6 % aproximadamente) y gracias a una combinación de tratamientos térmicos y mecánicos adquieren una carga de ruptura que duplica la del aluminio (haciéndolos comparables al aluminio con alma de acero), perdiendo solamente un 15 % de conductividad (respecto del metal puro).

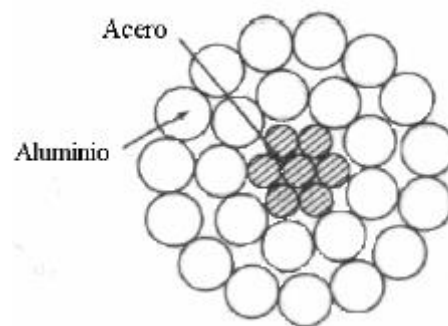
Utilizado normalmente para distribución eléctrica primaria y secundaria. Posee una alta relación resistencia/peso .La aleación de aluminio del cable AAAC ofrece mayor resistencia a la corrosión que el cable ACSR. Una de las aleaciones de aluminios más conocida es el ARVIDAL.

- **Conductor mixtos aluminio con alma de acero (ACSR)**

Estos cables se componen de un alma de acero galvanizado recubierto de una o varias capas de alambres de aluminio puro. El alma de acero asigna solamente resistencia mecánica del cable, y no es tomada en cuenta en el cálculo eléctrico del conductor.

Figura 2: Sección transversal de un conductor con refuerzo de acero con 7 hilos de acero y 24 de aluminio.

Fuente: (Landa, 2012)



2.2 Aisladores

El funcionamiento de una línea de transmisión depende en gran escala de su aislamiento. En buena práctica se requiere que la tensión de arco en seco de los aisladores completos sea de tres a cinco veces mayor que la tensión nominal de funcionamiento, y que la longitud de la línea de fugas sea aproximadamente el doble de la menor distancia entre puntos con tensiones el aire. Sirven de apoyo y soporte a los conductores, al mismo tiempo que los mantienen aislados de tierra. El material más utilizado para los aisladores es la porcelana, aunque también se emplea el vidrio templado y materiales sintéticos.

Bajo el punto de vista eléctrico, los aislantes deben presentar mucha resistencia ante las corrientes de fuga superficiales y tener suficiente espesor para evitar la perforación ante el fuerte gradiente de tensión que deben soportar. Para aumentar la resistencia al contacto, se moldean en forma acampanada.

2.2.1 Materiales aislantes

Los aisladores se construyen con vidrio, pastas o “compound” patentadas y porcelana. Para líneas de transmisión los aisladores de vidrio solo son recomendables si están contruidos con vidrio especial resistente al calor, tal como el pirex. Los productos orgánicos, incluyendo los compuestos o pasta “compound” de origen orgánico, no resisten la acción prolongada de altas tensiones, especialmente si están expuestos a la intemperie, por lo cual su uso queda limitado a instalaciones de baja tensión al interior de edificios.

2.2.1.1 Aisladores de soporte o aisladores rígidos

Estos aisladores se construyen para tensiones de arco hasta 200 kv a 60 hz, si bien es raro usarlos para tensiones de arco superiores a 180 kv (tensión nominal 75 kv). Estos últimos son equivalentes en tensión de arco, a algo menos de tres elementos de cadena de suspensión. Lo reducido del margen de aislamiento y el riesgo de aplicar tensiones tan altas sobre un solo aislador, relativamente frágil, hace que estos aisladores no se usen con tensiones superiores a 66 kv.

2.2.1.2 Aisladores de suspensión

Estos aisladores se usan exclusivamente en líneas de tensión superior a 66 kv, en vanos largos y con conductores pesados. Las unidades o discos modernos de caperuza y vástago han dado resultados muy satisfactorios y se han adoptado progresivamente para hacer frente a las necesidades de las más altas tensiones y de la construcción más pesada, con simplicidad y economía.

La tensión de arco por contorno de cadenas de aisladores de suspensión es casi proporcional a la distancia a tierra en el aire y aproximadamente igual a la tensión de arco entre varillas con la misma distancia.

- **Aislador pirex**

El aislador de suspensión de caperuza y perno con disco Pirex, emplea una aleación metálica en sustitución del cemento. Los constructores afirman que gracias al estudio de la distribución de esfuerzos, que solo es posible por la transparencia de semejante material, y también por el cuidadoso tratamiento

térmico, estos aisladores alcanzar esfuerzos de tracción próximos al doble de los conseguidos con los aisladores corrientes del tipo caperuza y perno.

2.2.1.3 Aisladores de tensión o amarre

Un conjunto de unidades de suspensión dispuestas al extremo o final de una línea, en una estructura, se denomina aislador de amarre o de tensión. Estos aisladores deben soportar el pleno esfuerzo de tracción y han de ser calculados con un amplio factor de seguridad para la máxima cantidad de hielo y presión de viento; el esfuerzo máximo que pueden resistir los aisladores y sus herrajes debería ser equiparado al del conductor, con el fin de tener en cuenta posibles cargas externas, superiores a las supuestas en el proyecto general.

2.2.2 Dispositivos de protección

El daño recibido por los aisladores en caso de arco es un serio problema de mantenimiento, y se han ideado diferentes dispositivos para conseguir que en caso de saltar el arco, se mantenga apartado de la cadena de aisladores. Tales dispositivos han resultado útiles, pero los adelantos en los métodos de protección de líneas aéreas mediante cable a tierra y uso limitado, pero relativamente afortunado, de los tubos de expulsión, estos no solo han reducido los daños en los aisladores, sino que han mejorado el comportamiento de conjunto de línea.

2.2.2.1 Cuernos o antenas de protección

La primera medida de precaución en pequeños cuernos o antenas fijados a la grapa. Se encontró sin embargo, que para obtener resultados eficaces era necesario disponer de antenas bien abiertas, no solo en la grapa, sino también en la parte superior del aislador. Bajo tensiones de choque o descargas atmosféricas, especialmente, el arco tiende a saltar en cascada en la cadena de aisladores, y las pruebas demostraron que la separación entre los cuernos debe ser considerablemente inferior a la longitud de la cadena de aisladores. Por ello, la protección con cuernos o antenas produce una reducción de la tensión de arco o exige un aumento del número de unidades y de la longitud de la cadena de aisladores.

2.2.2.2 Anillos de proteccion

Los anillos de proteccion resultan ser mas eficaces. Los ensayos con tension de choque o impulso demuestran que si el diametro de los anillos guarda la debida proporcion con la longitud de la cadena, puede evitarse la descarga en cascada sobre los aisladores, incluso con ondas de frente muy recto o escarpado. La eficacia de estos anillos consiste en que tienden a igualar el gradiente a lo largo del aislador y a producir un campo mas uniforme. Con ello la proteccion conseguida no se limita simplemente a ofrecer una distancia explosiva mas corta para el arco, como en el caso de las antenas. Los anillos eficaces son de diametro mas bien ancho, y,

tratandose de cadenas de suspension, debe comprobarse que la distancia a las torres o estructuras sea por lo menos igual que al distancia entre anillos.

2.2.3 Herrajes

Loa herrajes son estructuras metalicas que acompanan la estructura de soporte de las lineas de transmision aereas, y que poseen muy variadas funciones. En pocas palabras es un dispositivo metálico que tiene como fin la fijación, empalme, protección eléctrica o mecánica, reparación, separación, amortiguamiento de vibraciones, etc. de los conductores o cables de guarda y los cables de templetes.

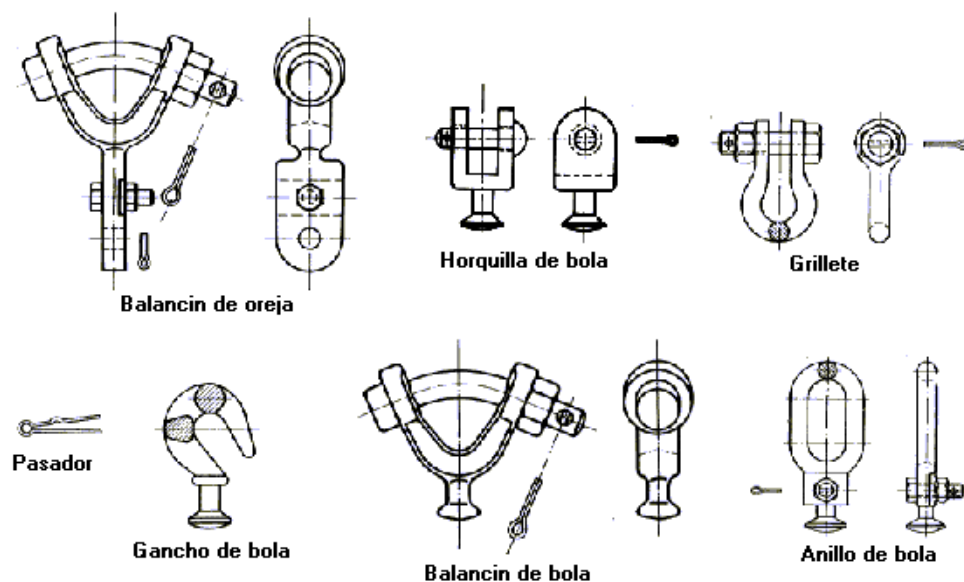


Figura 3: *Herrajes para fijación de aisladores.*

Fuente: (Gonzalez-Longatt, 2007)

- **Grillete**

El grillete es un herraje que tiene como función fijar mecánicamente la cadena de los aisladores a la mensula de la torre de transmisión. El grillete consta de dos partes: el cuerpo, formado por una barra de acero cilíndrica doblada en forma de “U” con dos agujeros en sus extremos, en donde se introduce un pasador que lo sujeta a la torre. El pasador puede trancarse con distintos grados de seguridad de tres maneras: con cupilla, con tornillo y tuerca y con cupilla, tornillo y tuerca al mismo tiempo.

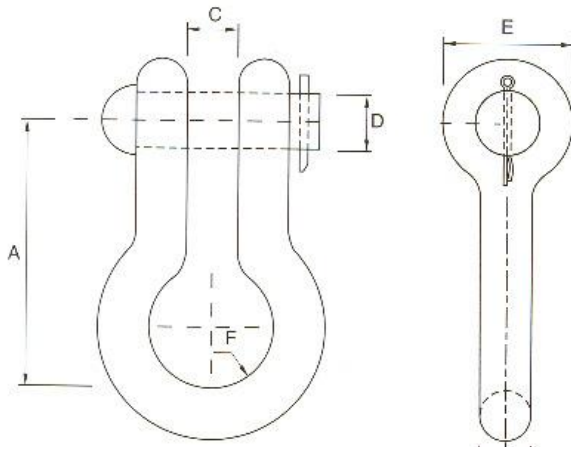


Figura 4: Dimensiones de un herraje tipo Grillete.

Fuente: (Gonzalez-Longatt, 2007)

- **Articulación de fijación tipo bisagra**

Con el fin de fijar la cadena de aisladores a la torre, se emplea este tipo de bisagra, formado por una pieza o lámina única doblada, la cual abraza a un pasador que se fija a la mensula de la torre. La principal diferencia de la bisagra con el grillete radica en que el área de contacto eléctrico es mucho mayor, lo cual lo hace recomendable particularmente para muy altas tensiones eléctricas de operación.

2.2.3.2 Herrajes para unir entre si los elemntos de cadena de aisladores y los conductores

Ademas de los elementos que se utilizan para fijar directamente la cadena de aisladores a la torre, en las cadenas de aisladores se emplea una serie de herrajes que permiten unir entre si mecanicamente los diversos elementos que conforman la cadena.

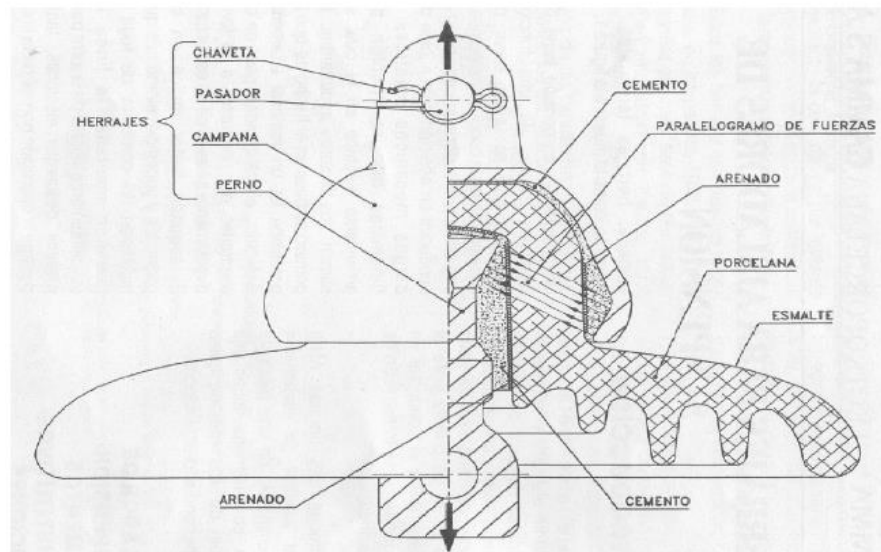


Figura 5: *Elementos de la cadena de aisladores.*

Fuente: (Gonzalez-Longatt, 2007)

- **Ojo bola y Anilla bola**

El ojo bola y anilla bola estan constituidos, como su nombre lo indica, por un ojo o una anilla unida a una bola, la cual se inserta en la cavidad del aislador. La diferencia entre ambos radica en que en un caso se emplean un ojo (aro) y en el otro caso un anillo eliptico. El ojo bola, por permitir solo uso de un pasador permite un ajuste mas completo. La anilla bola permite el paso de cualquier pieza y por ello el ajuste es mucho mas holgado. Ambos elementos cumplen, en el caso de las cadenas simples de aisladores, la misma funcion, unir mecanicamente el primer aislador de la cadena al herraje que fija toda la cadena a la torre, y de unir el primer aislador al yugo triangular en las cadenas dobles.

- **Yugo**

En las cadenas de aisladores dobles de amarre y de suspension, para uno o dos conductores por fase o en las cadenas simples con dos conductores por fase, el yugo tiene como funcion proporcionar un elemento de fijacion comun para las cadenas de aisladores y para el o los conductores de cada fase.

- **Rotula ojo, Rotula anillo y Rotula horquilla**

Son herrajes que permiten acoplar el ultimo aislador de la cadena con el yugo o con la mordaza de amarre o suspension. Estos herrajes estan constituidos por una rotula o cavidad y un ojo, una anilla o una horquilla, dependiendo del caso, que se articula con el herraje que se une a la cadena de aisladores con la mordaza. Estos elementos deben construirse, dependiendo del tipo de cadena y de los conductores,

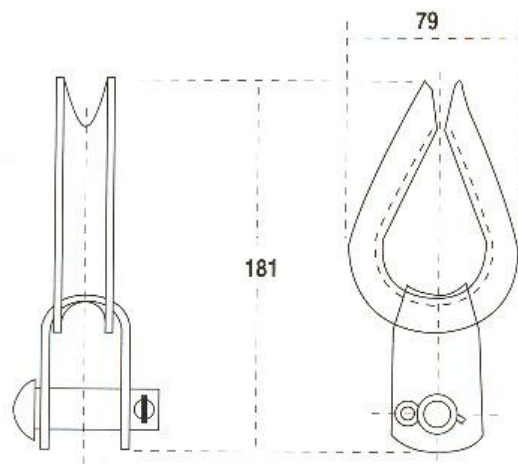
de tal manera que la tension de ruptura del conjunto sea superior a la tension del conductor.

- **Horquilla ojo, Horquilla bola y Horquilla anillo**

Este tipo de herraje constituye una posibilidad para enlazar entre si los yugos tipo macho con los herrajes de la cadena que sustentan o amarran a los conductores con los aisladores. Estos herrajes por un extremo presentan una horquilla y por el otro lado un ojo, que se pueden articular a otros herrajes. Se pueden contruir de hierro forjado y galvanizado.

Figura 6: *Dimensiones de un herraje tipo Horquilla con guardacabo.*

Fuente: (Gonzalez-Longatt, 2007)



- **Eslabon o anillo**

El eslabon cumple la misma funcion del doble ojo, sin embargo, su constitucion es diferente a este. El eslabon esta formado por una pieza unica de forjada forma ovalada, que permite articular el grillete de sujecion a la torre con el yugo. Los eslabones se fabrican en acero forjado y galvanizado en caliente.

- **Tensores o riostra**

Con la moderna tendencia de utilizar varios conductores por fase han surgido los separadores como una necesidad de atender los requerimientos de mantener los conductores a la distancia prevista. El tensor o riostra es un herraje que se emplea en líneas de transmisión con más de un conductor por fase, con el fin de lograr un ajuste óptimo entre los conductores a lo largo del vano. Los que hay que son una barra rematada en dos conectores en cantidades y disposición conforme a los conductores que han de sujetar.

- **Riostras o separaciones con amortiguamiento**

Dada la tendencia de utilización de varios conductores por fase, el requerimiento de amortiguar las vibraciones en los conductores, han aparecido separadores de diferente tipo pero con la misma idea de utilizar un material flexible que se encargue de este problema actualmente hay dos tipos, uno basado en la torsión de este material elástico, y otro en su compresión: según resultados de pruebas en laboratorios de ensayos, el último ha dado mejores resultados de comportamiento, naturalmente se construyen para un diverso número de conductores por fase.

- **Extensiones**

Las extensiones o alargaderas son dispositivos que se instalan en las cadenas de amarre cuando se emplean mordazas del tipo pistola, con el fin de asegurar que el tramo del conductor que sale de la parte trasera de la mordaza no haga contacto con los aisladores.

- **Crucetas**

Cruceta PV-75: para montaje de equipos de protección y para seccionalizar las redes aéreas del sistema para aplicaciones trifásicas con 4 hilos (tres potenciales y el neutro).



Figura 7: *Cruceta PV-75*

Fuente: (Tuveras, 2012)

- **Cruceta PR-200**

Cruceta para remate de conductores de redes de 13 a 33kv con aisladores de suspensión.

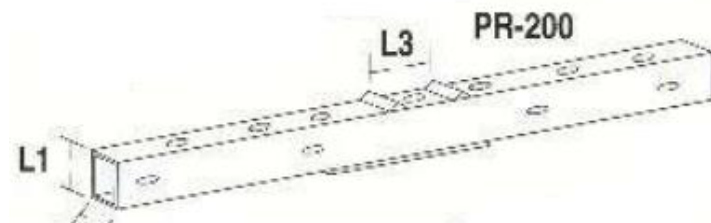


Figura 8: *Cruceta PT-250*

Fuente: (Tuveras, 2012)

- **Cruceta PV-200/PT-200**

Capacidad de conducción en redes de distribución de 13 a 23kv, con un aislador de alfiler.

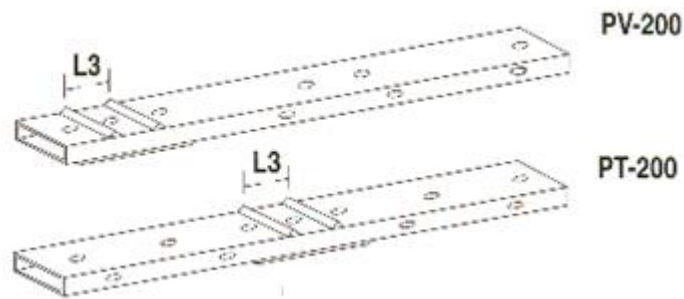


Figura 9: *Cruceta PV-200 y PT-200*

Fuente: (Tuveras, 2012)

- **Cruceta PT-250**

Cruceta tangente de 250cm, para soportar conductores de hasta un nivel de voltaje de 33kv con aisladores de suspensión.

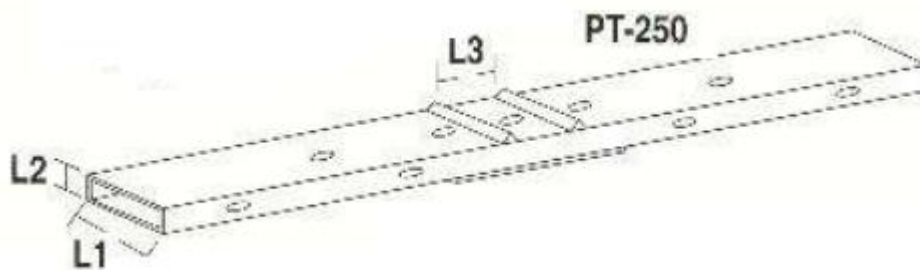


Figura 10: *Cruceta PT-250*

Fuente: (Tuveras, 2012)

2.2.3.3 Herrajes para proteger los aisladores

Adicionalmente a la proteccion que brinda el cable de guarda y el sistema de puesta a tierra, en las lienas de alta tenison, se debe proteger a los aisladores de los arcos electricos originados por sobretensiones, por medio de un conjunto de dispositivos de proteccion, entre los cuales son de uso frecuente: los cuernos de descarga o antenas superiores e inferiores y anillos de proteccion.

2.3 Estructuras para líneas de transmisión en media tensión

Estas deben mantener los conductores a suficiente altura sobre tierra y distanciados entre sí. En la parte más alta de la torre, se ponen conductores desnudos, llamados de guarda, que sirven para apantallar la línea e interceptar los rayos antes que alcancen los conductores activos situados debajo. Estos no conducen corriente alguna, por lo que normalmente se hacen de acero y se conectan solidariamente a tierra en cada torre. Las torres se conectan solidariamente a tierra, tomándose grandes precauciones para asegurar que la resistencia a tierra sea baja.

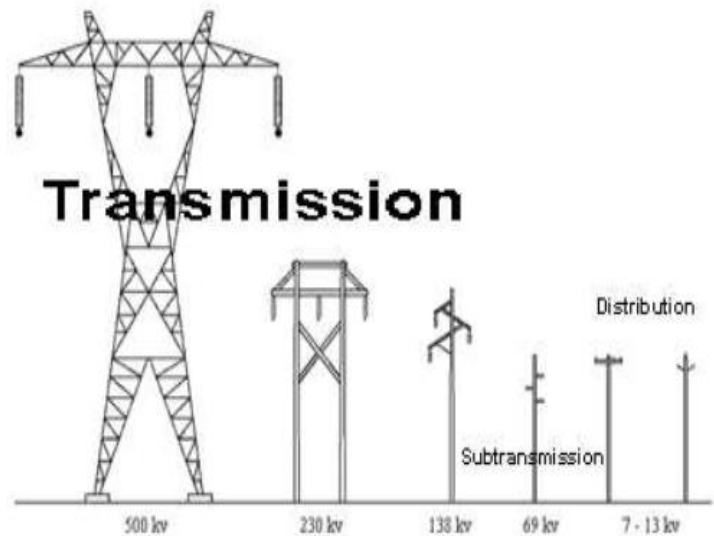
En media tensión (tensiones mayores de 1 kV y menores de 25 kV), se emplea para transportar tensiones medias desde las subestaciones hasta las subestaciones o bancos de transformadores de baja tensión, a partir de los cuales se suministra la corriente eléctrica a las ciudades. Los cables de media tensión pueden ir colgados en torres metálicas, soportados en postes de madera o cemento, o encontrarse soterrados, como ocurre en la mayoría de las grandes ciudades.

2.3.1 Tipo de postes

Los postes dependiendo por el material que estén fabricados se pueden clasificar en postes de madera, hormigón y metálicos. También dependiendo los niveles de voltaje que transite por las líneas de transmisión estos tendrán un uso específico.

Figura 11: *Diferentes tipos de estructuras dependiendo el nivel de voltaje.*

Fuente: (IEEE, 2014)



2.3.1.1 Postes de madera

El campo de aplicación de este tipo de apoyos es casi exclusivamente en baja tensión y están en claro desuso, aunque es posible encontrar algún tipo de poste de madera en alguna línea de media tensión. Como ventajas podemos decir que son fáciles de transportar gracias a su ligereza y bajo precio en comparación con los postes de hormigón y los metálicos.

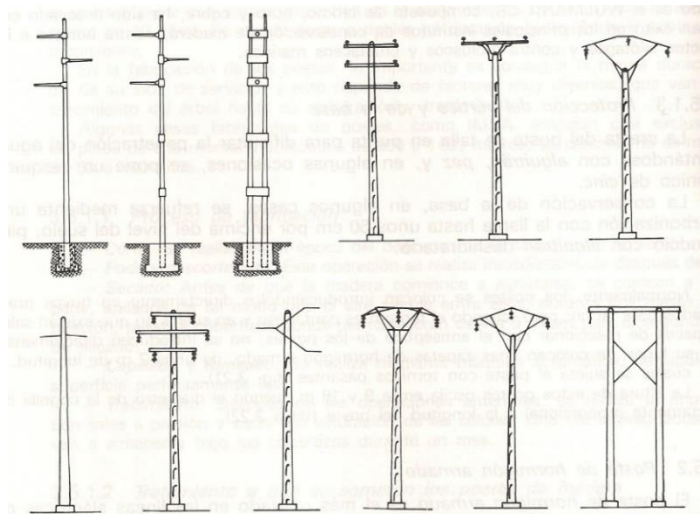
Como desventajas se puede apuntar su vida media relativamente corta, suele ser de unos 10 años, la putrefacción es la mayor causa de deterioro, sobre todo en la parte inferior del poste, no se permiten grandes vanos y los esfuerzos en la cabeza y altura son limitados.

2.3.1.2 Postes de hormigón

Los postes de hormigón están fabricados con los más altos estándares de calidad, tanto en los materiales utilizados, como en los procesos de fabricación, estos se diseñan con base en el cumplimiento de las especificaciones estructurales vigentes, así como de las condiciones de diseño seguro. Disponibles en una variedad de longitudes, los postes de concreto poseen una armadura activa y pasiva de alambre de refuerzo, que les brinda gran resistencia a la tensión y al momento del viento.

Figura 12: *Diferentes tipos de postes de hormigón utilizados tanto en alumbrado exterior, baja y media tensión.*

Fuente: (IEEE, 2014)



2.3.1.2.1 Postes de hormigón armado

Este tipo de poste es el que más se utiliza en redes de baja tensión. La ventaja principal de este tipo de postes es su duración ilimitada además de no necesitar mantenimiento. El mayor inconveniente es el precio con respecto a los postes de madera y que al ser más pesados se incrementan los gastos en el transporte.

2.3.1.2.2 Postes de hormigón armado vibrado

Con la finalidad de mejorar las cualidades del hormigón armado se fabrican este tipo de postes. Suelen tener una altura entre los 7 y 18 m y su sección es rectangular o en forma de doble T. La principal ventaja (que hace que sean los más utilizados) de este tipo de postes es que se puede fabricar en el lugar de su implantación y así ahorrarse los gastos en transportes.

2.3.1.2.3 Postes de hormigón armado centrifugado

Este tipo de postes se emplea desde electrificaciones en ferrocarriles, en líneas rurales en baja tensión y alta tensión incluidas líneas de 220 KV, mástiles para alumbrado exterior (en el reglamento antiguo llamado alumbrado público), además en combinación con varios postes se pueden realizar configuraciones de apoyos en ángulo, derivación, anclaje, etc. No son empleados en lugares de difícil acceso precisamente porque su fabricación no puede realizarse en talleres provisionales.

2.3.1.2.4 Postes de hormigón armado pretensado

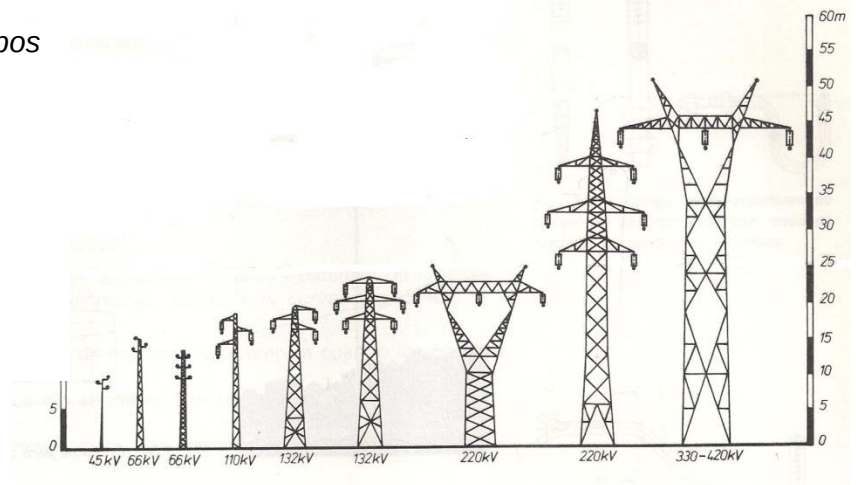
Este tipo de postes cada vez es más utilizado ya que su precio resulta mucho más económico que los del hormigón corriente.

2.3.1.3 Postes metálicos

El metal más utilizado en este tipo de postes es el acero de perfiles laminados en L, U, T, I, etc. Para unir los diferentes perfiles se utilizan remaches, tornillos, pernos e incluso en según qué casos la soldadura.

Figura 13: *Diferentes tipos de postes metálicos.*

Fuente: (Landa, 2012)



2.3.1.3.1 Postes metálicos de presilla

Básicamente está constituido por dos tramos ensamblados por tornillos. Cada tramo está formado por 4 montantes angulares de ala iguales unidos entre sí por presillas soldadas de ahí el nombre. La cabeza o tramo superior tienen una longitud de 6m y la parte inferior se puede configurar con diferentes tramos para obtener alturas de 10, 12, 14, 18 y 20 m.

2.3.1.3.2 Postes metálicos de celosía

Este tipo de poste se emplea prácticamente en las altas tensiones, desde medias tensiones hasta muy altas tensiones, es decir, en líneas de 3ª, 2ª y 1ª categoría. Su forma y dimensiones dependerán de los esfuerzos a los que esté sometido, de la distancia entre postes y la tensión de la línea.

2.4 Transformadores de distribución

Los transformadores de distribución son utilizados para reducir la tensión trifásica en redes de distribución eléctrica a tensión de consumo domiciliaria. Generalmente son transformadores de potencia iguales o inferiores a 500 kVA y de tensiones iguales o inferiores a 67 000 V, tanto monofásicos como trifásicos. Aunque la mayoría de tales unidades están proyectadas para montaje sobre postes, algunos de los tamaños de potencia superiores, por encima de las clases de 18 kV, se construyen para montaje en estacionero en plataformas. Las aplicaciones típicas son para alimentar a granjas, residencias, edificios o almacenes públicos, talleres y centros comerciales.

2.4.1 Clasificación de los transformadores de distribución

Existe una gran variedad de transformadores de distribución los cuales permiten al usuario final elegir el más conveniente de acuerdo con la utilidad del mismo y el medio en que estará trabajando. Dentro de esa gran variedad se pueden contemplar transformadores de distribución tipo poste, tipo pad mounted, transformadores sumergibles y tipo CRT.

2.4.1.1 Transformador de distribución tipo poste

Los transformadores de distribución tipo poste, sean monofásicos o trifásicos son diseñados para ser utilizados en las redes de distribución aérea y para ser montados en postes. Son utilizados para alimentar cargas residenciales, comerciales e industriales de baja tensión, como: fraccionamientos residenciales, zonas urbanas, pequeña industria, comercio, zonas rurales y pozos de bombeo entre otras aplicaciones.

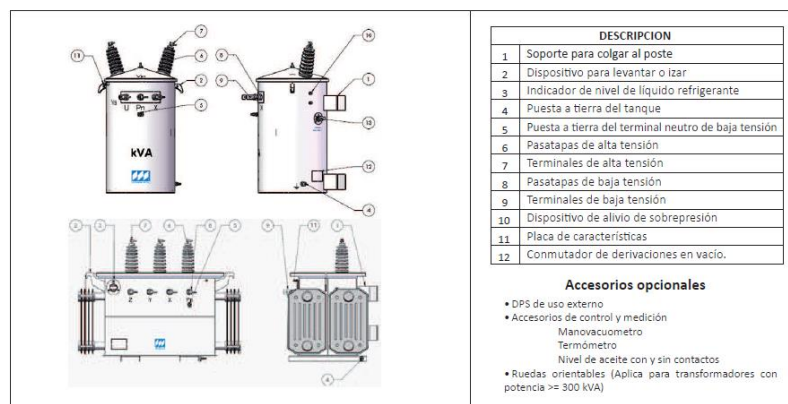


Figura 14: Características de Transformador tipo poste.

Fuente: (Magnetron, 2014)

2.4.1.2 Transformadores de distribuciones tipo Pad Mounted

Los transformadores tipo Pad Mounted, son utilizados como parte de sistemas de distribución subterráneos, idóneos para aplicaciones residenciales, sitios turísticos, hoteles, edificios, entre otros, pues cuentan con compartimientos sellados de seguridad tanto para alta como para baja tensión, lo cual hace que su funcionamiento sea seguro previniendo posibles accidentes al público.

El transformador tipo Pad Mounted es un equipo dentro de un gabinete, generalmente su ubicación se realiza a la intemperie, con terminales de media tensión de frente muerto y provisto de puertas con cerraduras. Los transformadores monofásicos son diseñados para operar alimentados por el primario en un sistema fase-tierra para evitar efectos de ferro resonancia magnética.

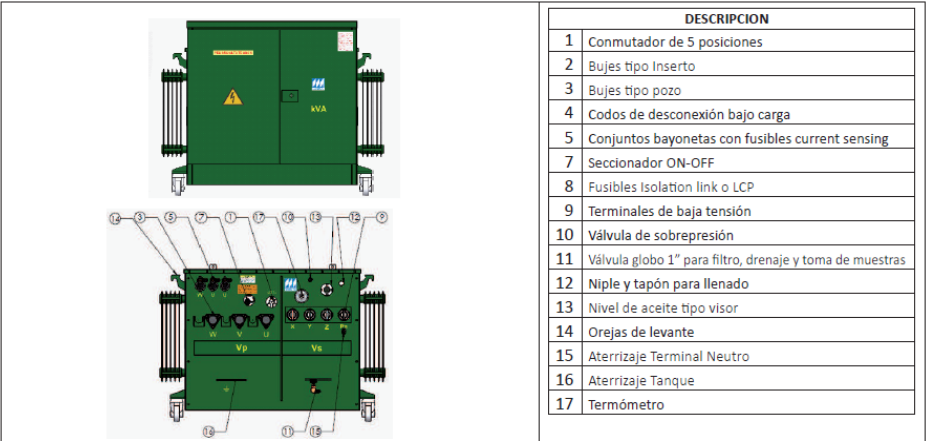


Figura 15: Características de Transformador tipo Pad Mounted.

Fuente: (Magnetron, 2014)

2.4.1.3 Transformador de distribución CRT

Los transformadores sumergidos en aceite han sido la opción más utilizada en las redes eléctricas, pero algunos inconvenientes asociados con el manejo ambiental, la probabilidad de incendio, el control de fugas y el mantenimiento general, han motivado la evolución y utilización de los transformadores tipo seco en zonas tales como: centros comerciales, edificios de publica recurrencia, hospitales, túneles,

bancos, barcos, minería, en el metro y en plataformas petrolíferas así como en cualquier edificio de pública concurrencia entre otros.

Los transformadores secos encapsulados en resina epóxica pueden utilizarse incluso con un elevado porcentaje de humedad y contaminación eliminando riesgos de incendio y las emisiones de sustancias tóxicas y nocivas. Se encuentran fabricados completamente con materiales aislantes que retardan la llama y son auto extinguable.

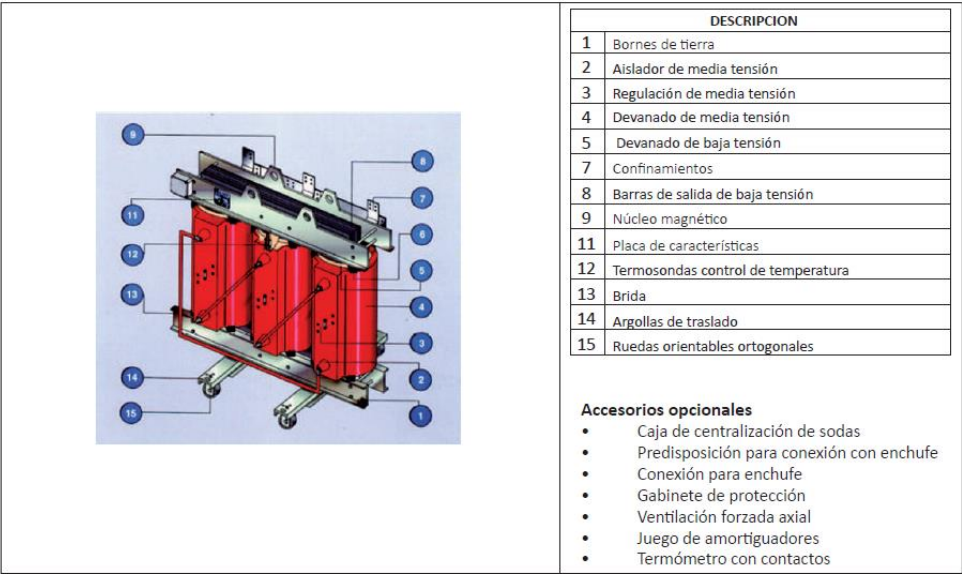


Figura 16: Características de Transformador CTR.

Fuente: (Magnetron, 2014)

Este transformador se encuentra diseñado para trabajar en condiciones adversas, a continuación se establece la fiabilidad del equipo: E2, clase ambiental, el transformador puede estar sometido a una condensación consistente o a una intensa contaminación o a una combinación de ambos fenómenos.

2.4.1.4 Transformadores Sumergibles

Los transformadores sumergibles y ocasionalmente sumergibles, son usados principalmente en circuitos de distribución subterráneos susceptibles a ambientes corrosivos e inundaciones temporales o prolongadas. Los transformadores ocasionalmente sumergibles están contruidos para operar en una cámara o bóveda, bajo el nivel del suelo y sujetos a posibles inundaciones bajo condiciones predeterminadas de presión y tiempo (24 horas bajo una columna de agua de hasta 40cm por encima de la parte superior del transformador).

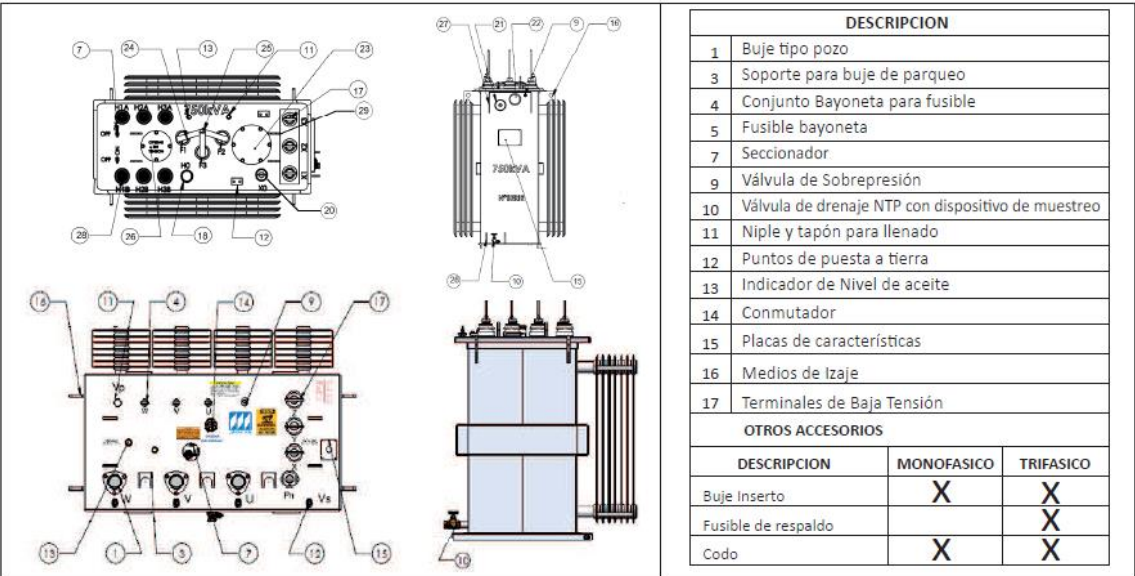


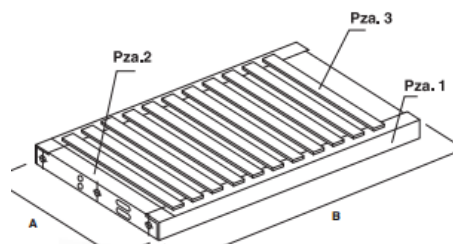
Figura 17: Características Transformador sumergible.

Fuente: (Magnetron, 2014)

2.4.2 Elementos para montaje de transformadores

- **Parrilla para transformadores**

Se utiliza para la instalación de transformadores de distribución eléctrica en zonas específicas en las que el implemento de otros herrajes no es el adecuado.



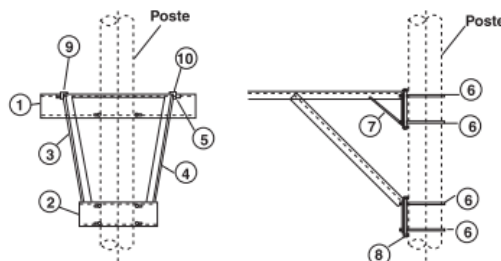
PARRILLA 2P:
Pieza 1 y 2 de ángulo de acero de 6.35 mm x 101.6 mm.
Pieza 3 solera de acero de 9.5 mm x 38.1 mm.
PARRILLA CHICA:
Pieza 1 y 2 de ángulo de acero de 6.35 mm x 76.2 mm.
Pieza 3 solera de acero de 9.52 mm x 38.1 mm.

Figura 18: *Parrilla para TRANSFO.*

Fuente: (CONHESA, 2014)

- **Plataforma T3**

Plataforma para montaje de transformadores en zonas específicas.



PIEZA 1 Y 2: Canal de acero de 152.4 mm.
PIEZA 3 Y 4: Ángulo de acero de 6.35 mm x 76.2 mm.
PIEZA 5: Perno doble rosca de 15.88 mm x 650 mm.
PIEZA 6: Abrazadera 3UH.
PIEZA 7: Solera de acero de 6.35 mm x 50.8 mm x 550 mm.
PIEZA 8: Tornillo máquina de 15.88 mm x 203.2 mm.
PIEZA 9 Y 10: Ángulo de acero de 76.2 mm x 6.35 mm.

Figura 19: *Plataforma T3.*

Fuente: (CONHESA, 2014)

- **Herraje para Apartarrayos o cortacircuito**

Empleado para sujetar apartarrayo o cortacircuitos en líneas de distribución de media y baja tensión.

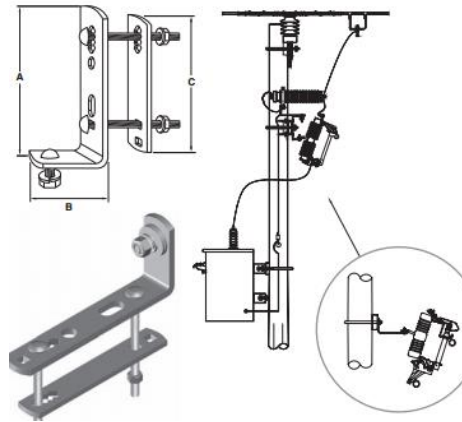


Figura 20: *Herraje para Cortacircuito.*

Fuente: (CONHESA, 2014)

- **Soporte aislador AP**

Soporte para aisladores de porcelana de tipo poste en líneas y redes de distribución eléctrica de baja, media y alta tensión.

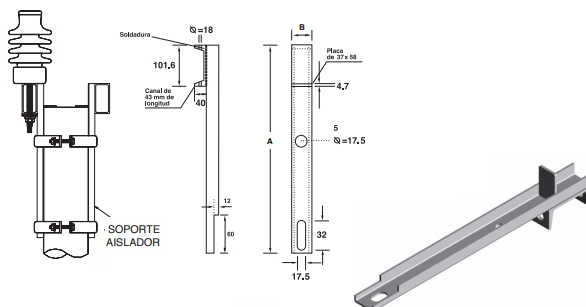


Figura 21: *Soporte aislador AP.*

Fuente: (CONHESA, 2014)

- **Perno de ancla AP**

Se utiliza para anclajes de estructuras eléctricas de baja, media y alta tensión de líneas de distribución.

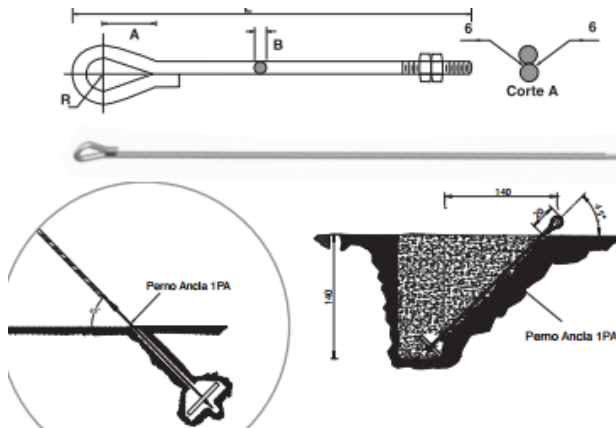


Figura 22: *Perno ancla AP.*

Fuente: (CONHESA, 2014)

- **Tornillos**

Los tornillos son utilizados para sujetar herrajes en estructuras eléctricas de media y alta tensión.

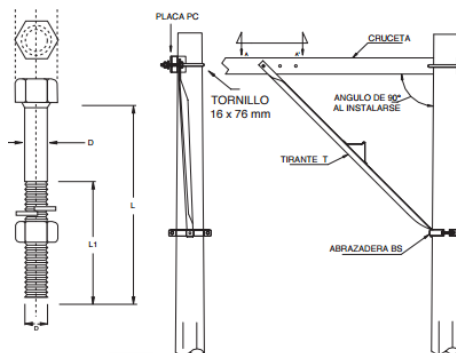


Figura 23: *Tornillos para herrajes.*

Fuente: (CONHESA, 2014)

2.5 Sistema de protección de redes de distribución en MT y BT

El objetivo principal y primordial de los sistemas de protección es remover del servicio lo más pronto posible cualquier equipo o dispositivo del sistema de potencia que comienza a operar de forma inusual. Los Sistemas de Protección tienen como propósito limitar el daño causado a los diferentes equipos, y sacar de servicio el equipo que ha incurrido en la falla lo más rápido posible y con esto mantener la integridad del sistema.

- **Fallas Eléctricas**

Una falla eléctrica es cualquier tipo de acontecimiento el cual puede interferir con el flujo normal de corriente eléctrica, colocando al sistema en un punto de operación fuera de lo normal. Pudiendo causar un cortocircuito.

- **Fallas de aislación**

Es provocado por un contacto entre un conductor y tierra (un conductor en contacto con un pieza metálica o también se podría dar entre un contacto mutuo de conductores). En caso de alta tensión, el contacto involucra un arco eléctrico.

- **Fallas o perturbaciones esperadas**

Causadas por la naturaleza como las descargas atmosféricas, sobrecargas y sobretensiones con magnitudes y duraciones no superiores a los valores asignados de los equipos.

- **Cortocircuito**

Este fenómeno es producido en sistemas de potencia, cuando entran en contacto dos o más líneas entre sí, o con respecto a tierra.

Los cortos circuitos son anomalías las cuales pueden elevar la corriente entre 5 y hasta 20 veces el máximo de la corriente de carga en el punto de falla. (Tuveras, Tuveras.com, 2012).

- **Voltaje de corto circuito**

Es la tensión en el lado del primario a la frecuencia nominal, cuando el lado del secundario este punteado en cortocircuito y el lado primario registren su corriente nominal. (Harper E. , 2007)

- **Corrientes de cortocircuito**

Debido al crecimiento poblacional y con esto al constante incremento de producción de energía eléctrica, las corrientes de cortocircuitos, en los sistemas de transportación y distribución actuales en nuestro país alcanzan valores elevados, que en muchos casos pueden afectar gravemente las instalaciones.

La corriente de cortocircuito de una instalación eléctrica, en general, va acompañada, en su momento inicial, de fenómenos transitorios, los cuales van seguidos de una situación permanente.

- **Corriente de Ruptura y Capacidad Interruptora**

La Corriente de Ruptura es el valor permanente de la corriente de corto circuito y la capacidad Interruptora define el comportamiento de una protección ante una falla de cortocircuito.

- **Voltaje de Restablecimiento**

El Voltaje de Restablecimiento es el voltaje el cual se tiene en el interruptor después de la desconexión. (Harper E. , 2007).

2.5.1 Interruptores de Potencia

El interruptor es un dispositivo eléctrico destinado a la apertura y al cierre de la continuidad del circuito eléctrico cuando este se encuentre bajo carga, en condiciones normales; también sirve para insertar o retirar de cualquier circuito energizado, máquinas, aparatos, líneas aéreas o cables. (Harper, 2002)

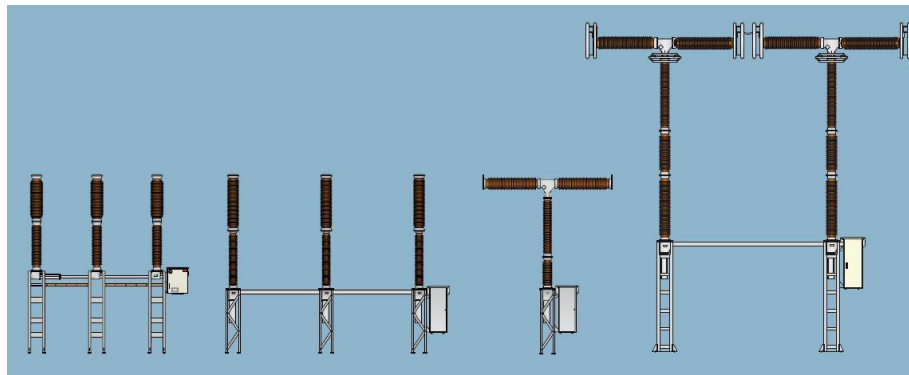


Figura 24: *Diferentes tipos de Interruptores de Potencia para MT.*

Fuente: (Gonzalez-Longatt, 2007)

- **Interruptor en baño de aceite**

Este tipo de interruptor hace tiempo que no se fabrica, dado su elevado volumen y precio.

- **Interruptor de pequeño volumen de aceite**

Los interruptores de pequeño volumen de aceite producen por si mismos el fluido extintor aprovechando la energía del arco. El arco origina gases, por evaporación del aceite, que se desplazan en forma de fluido de aceite a través de diversos canales para extinguirlo.

- **Interruptores de gas a presión**

Como medio de extinción, utilizan normalmente aire comprimido depositado en un recipiente de acero, siendo el proceso de extinción independiente de la energía del arco y, por tanto, de la corriente que debe interrumpirse. La cámara de ruptura de estos interruptores puede ser de tobera metálica o tobera de material aislante. En ambas, el arco se extiende al interior de una tobera en forma de anillo y es rodeado por el aire comprimido, que fluye a gran velocidad en dirección axial y transversal; normalmente es más utilizada la tobera metálica. (Molina)

2.5.2 Seccionador

Un seccionador es un dispositivo de cortocircuito especial el cual se activa dependiendo del número de veces en que un restablecedor se ha activado en la línea. Esto quiere decir que un seccionador trabaja de acuerdo con las “instrucciones” de un restablecedor. (Wildi, 2007)

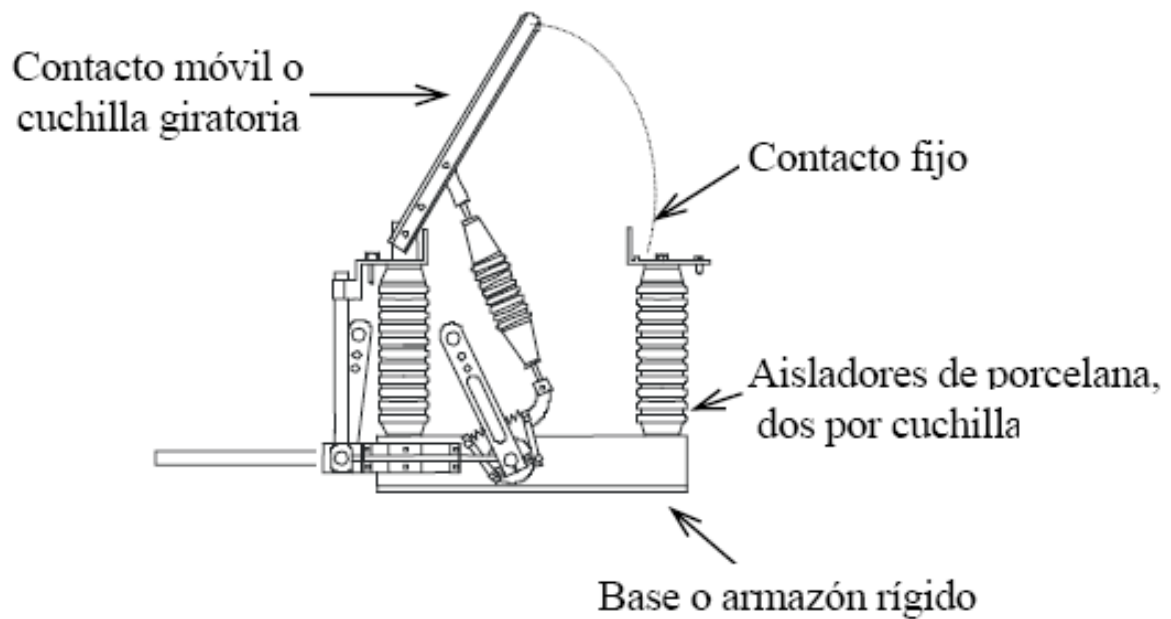


Figura 25: Seccionadora de cuchillas giratorias.

Fuente: (IEEE, 2014)

2.5.3 Apartarrayos

Estos son unos dispositivos eléctricos los cuales están formados por una serie de elementos resistivos no lineales y explosores que limitan la amplitud de las sobretensiones originadas por descargas atmosféricas.

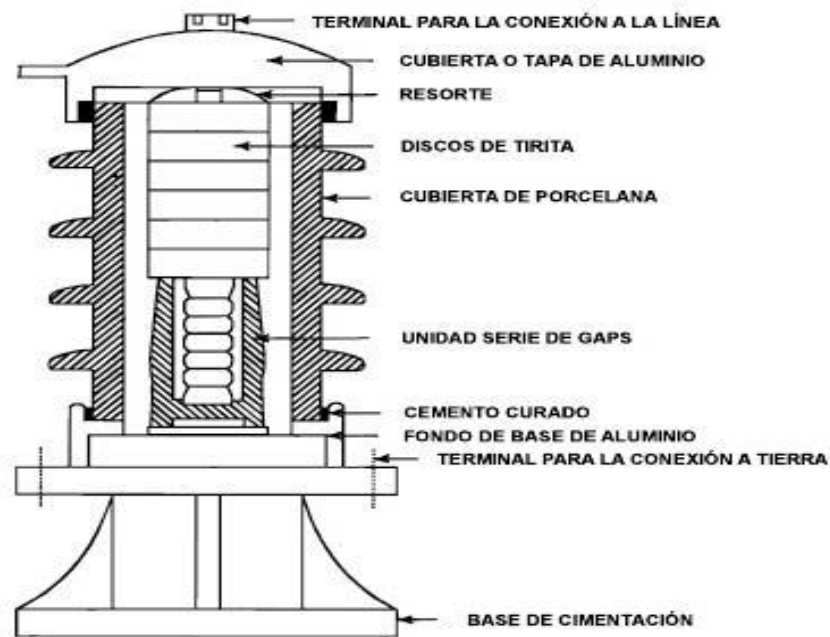


Figura 26: *Apartarrayo de resistencia variable.*

Fuente: (IEEE, 2014)

Estos dispositivos para su buen funcionamiento deben comportarse como un aislador mientras la tensión aplicada no exceda su valor nominal. A su vez estos deben de cumplir ciertas condiciones como Descargar las sobretensiones cuando su magnitud llega al valor de la tensión disruptiva del diseño, Conducir a tierra las corrientes de descarga producidas por las sobretensiones. (Wildi, 2007)

2.5.3.1 Diferentes tipos de apartarrayos

- **Apartarrayos autovalvular**

Este aparta rayos consiste de varias chapas de explosores conectados en serie por medio de resistencias variable cuya función es dar una operación más sensible y precisa. Estos elementos están contenidos en porcelana y al conjunto, se le llena con un gas inerte como el nitrógeno. Se emplea en los sistemas que operan a grandes tensiones, ya que representa una gran seguridad de operación. (Jr & D., 1962)

- **Apartarrayos de Resistencia Variable**

Este apartarrayo se emplea en tensiones medianas y tiene mucha aceptación en el sistema de distribución.

2.5.4 Pararrayos

La función principal de este dispositivo es la de proteger la instalación eléctrica (transformador, interruptor, conductores de línea, entre otros.) contra sobretensiones de origen externo o interno, y a la vez que absorbe parte de su energía. (Molina, profesormolina, 2010)

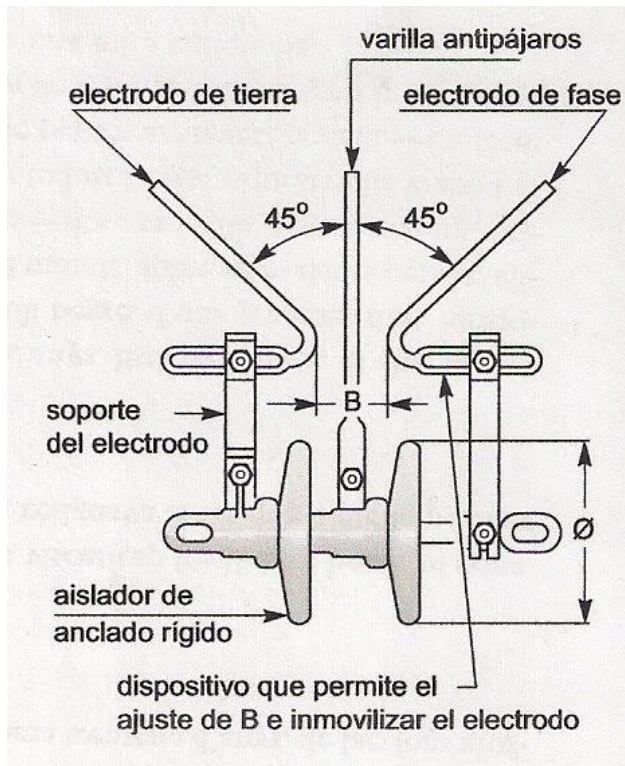


Figura 27: Pararrayos y sus partes.

Fuente: (Landa, 2012)

2.5.5 Puesto a tierra

Es un conjunto de elementos formados por electrodos, cables, conexiones, platinas y líneas de tierra física de una instalación eléctrica, que permiten conducir, drenar y disipar al planeta tierra una corriente no deseada. Un sistema de puesta a tierra consiste en la conexión de artefactos eléctricos y electrónicos a tierra, para evitar que sufran daños tanto las personas como nuestros equipos, en caso de un corriente de falla.

En general, estos sistemas permiten absorber las sobretensiones, ya sea de origen interno o externo, contribuyendo a controlar los efectos resultantes de dichas sobretensiones.

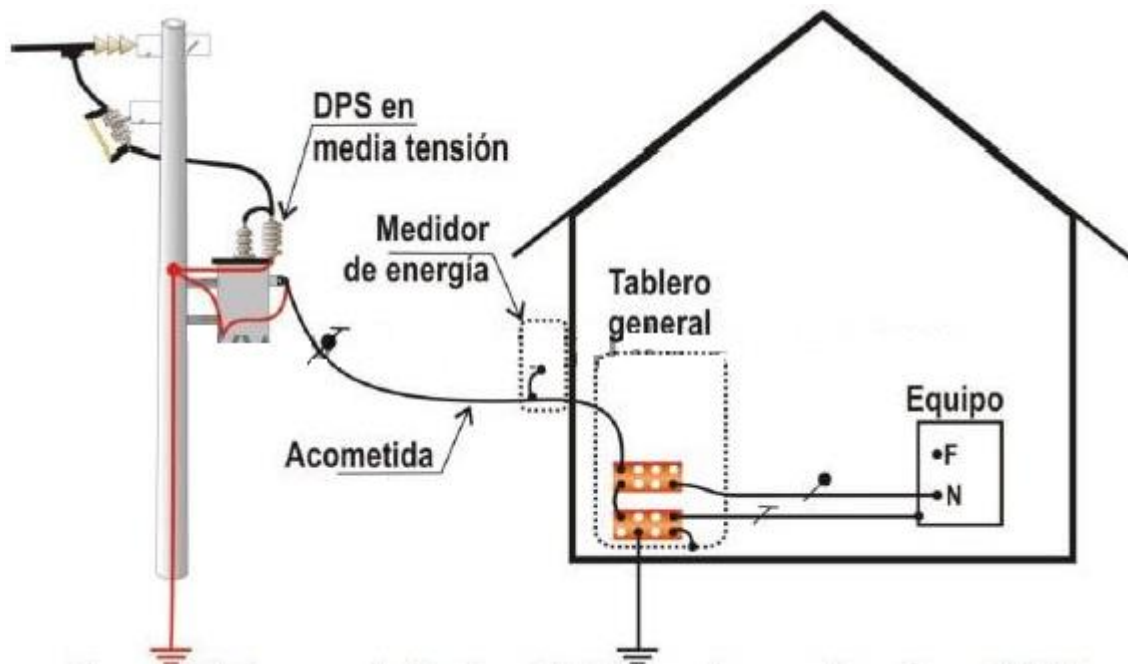


Figura 28: Esquema inductivo de conexión de sistema puesta a tierra.

Fuente: (Landa, 2012)

Un sistema de puesta a tierra efectivo, consta de los siguientes elementos:

- 1- Los electrodos de puesta a tierra, los cuales son contruidos en forma de varillas de cobre con alma de acero, y dimensiones tales como: 1/2"x6", 3/4"x7", etc.
- 2- Cables desnudos interconectados entre sí, formando una malla. Se prefiere el uso de cables multifibras flexibles para una adecuada puesta a tierra. En caso de subestaciones eléctricas donde se requiere un buen sistema de aterrizaje.
- 3- Conexión a los equipos estructuras y parte metálicas.

CAPITULO III: PARAMETROS DE DISEÑO DE ELECTRIFICACIÓN DE LA LINEA 12.5/7.2 KV PARA LA DESCUBIERTA

3.1 Identificación de problemáticas de distribución en la comunidad La Descubierta

En la actualidad la comunidad de La Descubierta está ubicada a unos 38.3 KM de la provincia Puerto Plata. Tiene una densidad poblacional de 60 familias ubicadas en todo el trayecto de sus 5 KM; cuenta con 2 negocios comerciales (negocios informales), 2 escuelas y su principal fuente de ingreso es la ganadería. Mediante las visitas realizadas a la comunidad se pudo notar que en esta no existe un tendido eléctrico para la distribución de energía eléctrica, y por consiguiente tampoco un alumbrado público. Esto nos deja dicho que sin un sistema confiable de distribución eléctrica, es prácticamente imposible que esta comunidad pueda alcanzar un nivel más alto en términos de crecimiento social y económico por lo que permanecería en la pobreza en que se encuentra, otro aspecto importante es que no llegaría a ella el turismo que visita dicha provincia, puesto que la comunidad cuenta con diversos recursos naturales y una enriquecida forestación que eleva su potencia turísticamente hablando. En palabras más simple esta comunidad seguiría perdida en el mapa y traería como consecuencia que se vea limitado su desarrollo agroindustrial y/o de pequeñas empresas.

3.2 Identificación de la carga demandada por la comunidad.

Para la obtención de estos resultados se ha elaborado un levantamiento en la comunidad de la Descubierta en Altamira, además se estableció un factor de cargas bajo para zona rural según el consumo de las viviendas que hay en la comunidad.

La comunidad la Descubierta consta de 60 viviendas que para su mejor comprensión fueron divididas en tres zonas:

ZONAS RURALES	CARGA TRANSF. (KVA)	CANTIDAD DE VIVIENDAS
Zona 1	15	11
Zona 2	15	11
Zona 3	15	10
Zona 4	25	17
Zona 5	15	11

Tabla 1: División de comunidad por zonas

Fuente: Elaboración propia

Para la identificación de la carga demandada por la comunidad se ha utilizado la siguiente tabla que consta de cargas estimadas por el tipo de zona. Este diseño se está realizando en una zona rural por tal razón cae en el renglón de un factor de carga bajo de 1.4 KVA.

3.4 Cálculos de la potencia demandada por la comunidad

De acuerdo al levantamiento realizado en la comunidad La Descubierta de determino una carga estimada de 1.4 KVA por viviendas, siguiendo los parámetros dictados por la CDE para clasificación de zona por medio de la cantidad de usuarios, como se muestra en la Tabla.

Para una mejor comprensión y un menor margen de error en los cálculos se tomó la decisión de dividir la comunidad en 5 zonas o sectores para de esta forma elegir la capacidad del transformador adecuado para cada zona.

Carga Estimada (KVA)	Transformador	Usuarios	FD.
ZONA RURAL 1.4	15	13	0.6
	25	14-25	0.5
	37.5	26-42	0.45
	50	43-55	
	75	+56	
ZONA URBANA 2.4	15	7	0.6
	25	8-12	
	37.50	13-22	0.45
	50	23-32	
	75	33-48	
ZONA EXTRA URBANA 3.4	15	5	0.6
	25	6-9	
	37.50	10-15	0.5
	50	16-23	0.45
	75	24-35	

Tabla 2: Tabla de factores de demanda por no. de viviendas

Fuente: Normas de Distribución de la C.D.E.E.E

Zona 1

Datos				
ZONA	Carga Estimada (KVA)	Usuarios	Carga de Reserva (KVA)	Factor de demanda
1	1.4	11	5	0.42

Cálculos para selección de Transformador

$$P = (No. de Usuarios * PVm * FD) + Reserva$$

$$P = (11 * 1.4 * 0.42) + 5 = 11.5 * 1.2 = 13.8 \text{ KVA}$$

Transformador a seleccionar: 15 KVA.

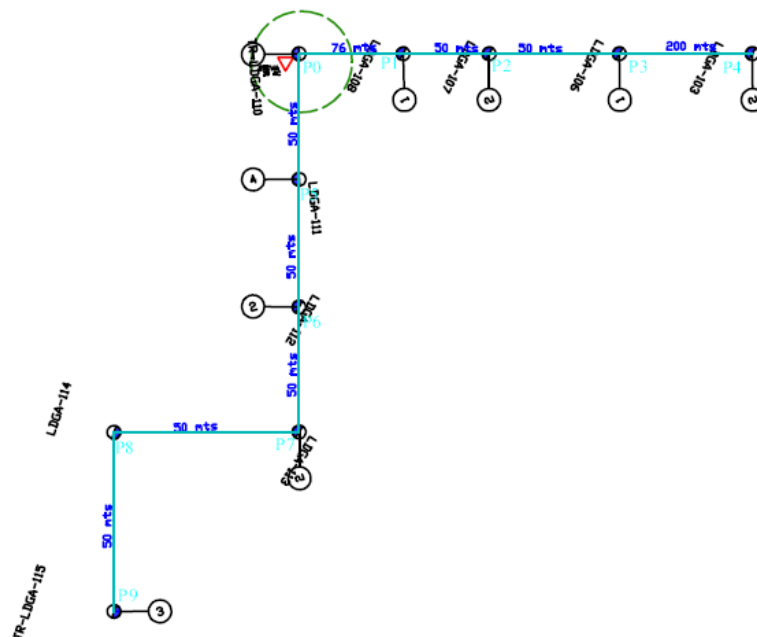


Figura 29: Diagrama unifilar correspondiente al transformador de la zona 1

Fuente: AUTOCAD (Elaboración propia)

Zona 2

Datos				
ZONA	Carga Estimada (KVA)	Usuarios	Carga de Reserva (KVA)	Factor de demanda
2	1.4	11	5	0.42

Cálculos selección de Transformador

$$P = (No. de Usuarios * PVm * FD) + Reserva$$

$$P = (11 * 1.4 * 0.42) + 5 = 11.5 * 1.2 = 13.8 KVA$$

Transformador a seleccionar: 15 KVA.

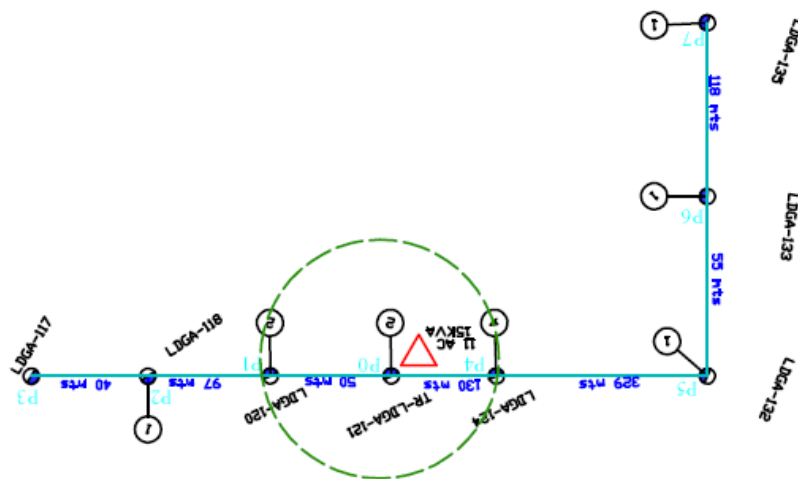


Figura 30: Diagrama unifilar correspondiente al transformador de la zona 2

Fuente: AUTOCAD (Elaboración propia)

Zona 3

Datos				
ZONA	Carga Estimada (KVA)	Usuarios	Carga de Reserva (KVA)	Factor de demanda
3	1.4	10	5	0.43

Cálculos para selección de Transformador

$$P = (No. de Usuarios * PVm * FD) + Reserva$$

$$P = (10 * 1.4 * 0.43) + 5 = 11.02 * 1.2 = 13.22 \text{ KVA}$$

Transformador a seleccionar: 15 KVA.

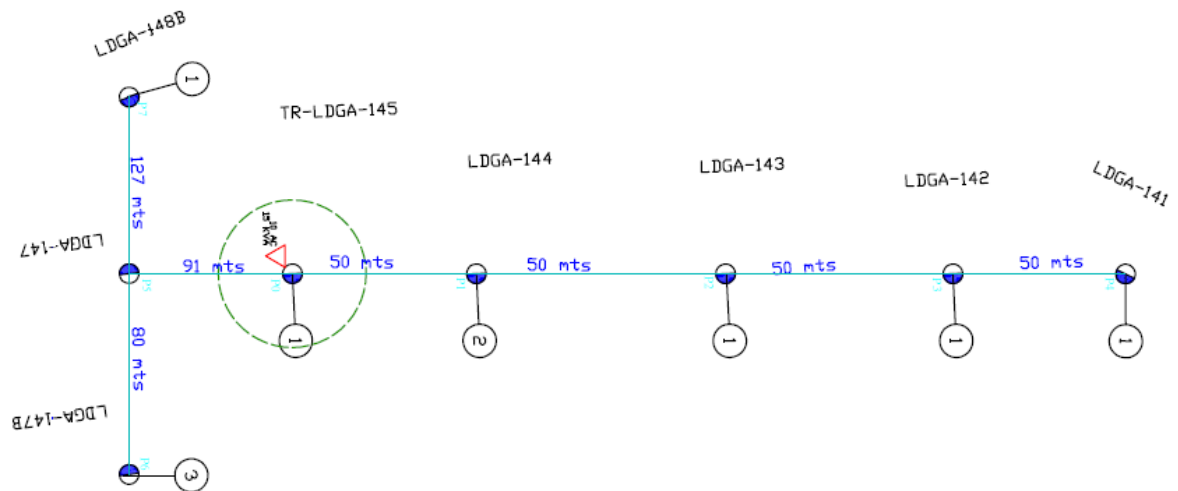


Figura 31: Diagrama unifilar correspondiente al transformador de la zona 3

Fuente: AUTOCAD (Elaboración propia)

Zona 4

Datos				
ZONA	Carga Estimada (KVA)	Usuarios	Carga de Reserva (KVA)	Factor de demanda
4	1.4	17	5	0.39

Cálculos para selección de Transformador

$$P = (No. de Usuarios * PVm * FD) + Reserva$$

$$P = (17 * 1.4 * 0.39) + 5 = 14.3 * 1.2 = 17.16 KVA$$

Transformador a seleccionar: 25 KVA.

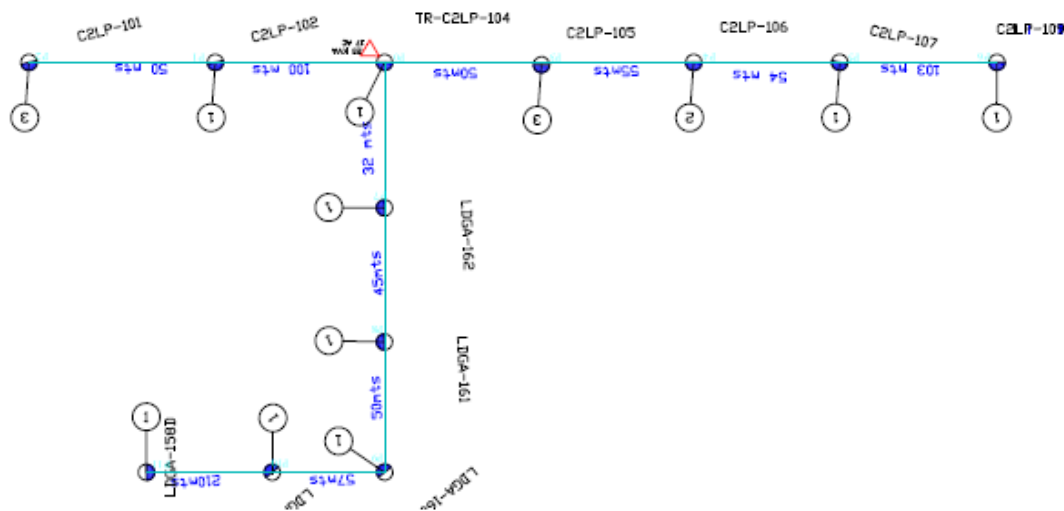


Figura 32: Diagrama unifilar correspondiente al transformador de la zona 4

Fuente: AUTOCAD (Elaboración propia)

Zona 5

Datos				
ZONA	Carga Estimada (KVA)	Usuarios	Carga de Reserva (KVA)	Factor de demanda
5	1.4	11	5	0.42

Cálculos para selección de Transformador

$$P = (No.de Usuarios * PVm * FD) + Reserva$$

$$P = (11 * 1.4 * 0.42) + 5 = 11.5 * 1.2 = 13.8 KVA$$

Transformador a seleccionar: 15 KVA.

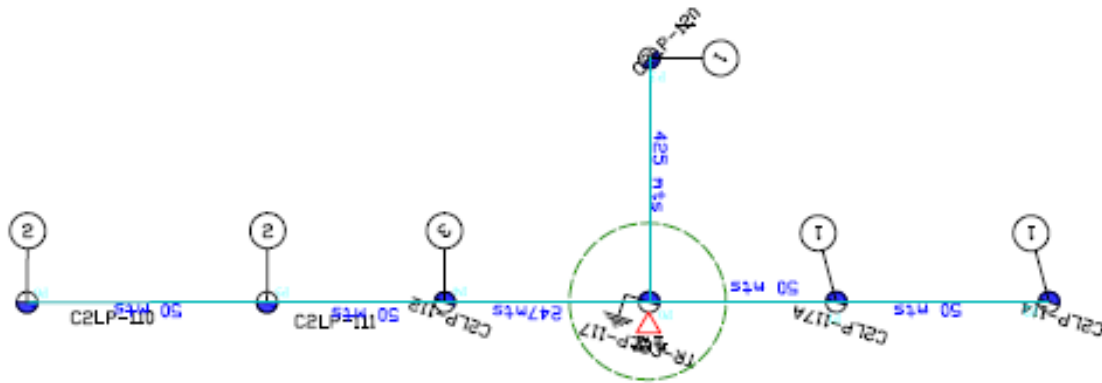


Figura 33: Diagrama unifilar correspondiente al transformador de la zona 5

Fuente: AUTOCAD (Elaboración propia)

3.5 Selección del tipo de conductores

Para tendidos eléctricos de alta y baja tensión, existen en nuestro país diversos tipos de conductores de cobre, desnudos y aislados, diseñados para responder a distintas necesidades de conducción y a las características del medio en que la instalación prestara sus servicios.

La selección de un conductor se hará considerando que debe asegurarse una superficie capacidad de transporte de corriente, una adecuada capacidad de soportar corrientes de cortocircuito, una adecuada resistencia mecánica y un comportamiento apropiado a las condiciones ambientales en que operará.

Dentro de los cables usados para la media y baja tensión fueron usados los siguientes según los análisis de cargas y las condiciones ambientales del lugar:

- **MEDIA TENSION: AAAC-6201 2/0**

Los conductores de aleación de aluminio desnudo del tipo A.A.A.C. (All Aluminum Alloy conductor) 6201-2/0 trenzados clases AA y A son utilizados para líneas de transmisión y distribución de energía eléctrica, cuando por razones de diseño de la línea, se necesita un esfuerzo de tensión elevado (incluso mayor que el que se obtiene con 5005-H19) y una elevada relación esfuerzo mecánico-peso para la optimización de las flechas en vanos largos. Estos conductores son especialmente útiles para instalaciones en zonas costeras o de alta nivel de corrosión ambiental, donde los A.C.S.R no pueden ser utilizados.

AAAC-6201

All Aluminum-Alloy Conductor. Bare.



Figura 34: conductor de aleación de aluminio desnudo del tipo A.A.A.C.-6201

Fuente: PD WIRE & CABLE CONAL

AAAC-6201

Code Word	Size (kcmil)	Stranding	Diameter (ins.)		Cross-Sectional Area (Sq. ins.)	Weight Per 1000 ft. (lbs.)	Rated Strength (lbs.)	Resistance OHMS/1000 ft.		Allowable Ampacity+ (Amps)	ACSR With Equiv. Diam.		Approx. EC Cond. With Equivalent Resistance
			Individual Wires	Complete Cables				DC @ 20°C	AC @ 75°C		Size	Stranding (AL/STL)	
Akron	30.58	7	0.0661	0.198	0.0240	28.5	1110	.659	.785	107	6	6/1	6
Alton	48.69	7	0.0834	0.250	0.0382	45.4	1760	.414	.493	143	4	6/1	4
Ames	77.47	7	0.1052	0.316	0.0608	72.2	2800	.260	.310	191	2	6/1	2
Azusa	123.3	7	0.1327	0.398	0.0968	115.0	4460	.163	.195	256	1/0	6/1	1/0
Anaheim	155.4	7	0.1490	0.447	0.1221	144.9	5390	.130	.154	296	2/0	6/1	2/0
Amherst	195.7	7	0.1672	0.502	0.1537	182.5	6790	.103	.123	342	3/0	6/1	3/0
Alliance	246.9	7	0.1878	0.563	0.1939	230.2	8560	.0816	.0973	395	4/0	6/1	4/0
Butte	312.8	19	0.1283	0.642	0.2456	291.7	11000	.0644	.0769	460	266.8	26/7	266.8
Canton	394.5	19	0.1441	0.720	0.3099	367.9	13300	.0511	.0610	532	336.4	26/7	336.4
Cairo	465.4	19	0.1565	0.783	0.3655	434.0	15600	.0433	.0518	590	397.5	26/7	397.5
Darien	559.5	19	0.1716	0.858	0.4394	521.7	18800	.0360	.0431	663	477.0	26/7	477.0
Elgin	652.4	19	0.1853	0.927	0.5124	608.4	21900	.0309	.0371	729	556.5	26/7	556.5
Flint	740.8	37	0.1415	0.990	0.5818	690.8	24400	.0272	.0327	790	636.0	26/7	636.0
Greeley	927.2	37	0.1583	1.108	0.7282	864.6	30500	.0217	.0263	908	795.0	26/7	795.0

+Ampacity based on 75°C conductor temperature, 25°C ambient temperature, 2 ft/sec. wind in sun, emissivity 0.5, 52.5% conductivity.

Tabla 3: Características del conductor de aleación de aluminio desnudo del tipo A.A.A.C.-6201

Fuente: PD WIRE & CABLE CONAL

- **BAJA TENSION: Triplex service drop 2/0 (Cyclops)**

El cable de acometida de servicio triple se utiliza para alimentación de energía desde las líneas de servicio hacia la acometida del consumidor. Para el servicio a 600 voltios o menos (fase a fase) a una temperatura del conductor de 75 °C como máximo para el aislamiento de polietileno o 90 °C como máximo para el aislamiento reticulado.

Triplex Service Drop

Aluminum Conductors. Polyethylene or Crosslinked Polyethylene Insulation.



Figura 35: Conductor de acometida de servicio triplex 2/0

Fuente: PD WIRE & CABLE CONAL

Tabla 4: Características del conductor de acometida de servicio triplex 2/0

Fuente: PD WIRE & CABLE CONAL

Triplex Service Drop

Code* Word	Phase Conductor			Bare Neutral Messenger				Weight Per 1000 ft.(lbs.)		Allowable Ampacities+	
	Size (AWG)	Strand- ing	Insul. Thick. (mils)	Equiv. Dia. (AWG)++	Size++ (kcmil)	Strand- ing	Rated Strength (lbs.)	XLP	POLY	XLP	POLY
6201 ALLOY NEUTRAL-MESSENGER											
Minex	6	1	45	6	30.58	7	1110	101	101	85	70
Hippa	6	7	45	6	30.58	7	1110	107	107	85	70
Prawn	4	1	45	4	48.69	7	1760	152	152	115	90
Barnacle	4	7	45	4	48.69	7	1760	160	160	115	90
Shrimp	2	7	45	2	77.47	7	2800	243	243	150	120
Gammarus	1/0	7	60	1/0	123.3	7	4460	390	390	205	160
Leda	1/0	9	60	1/0	123.3	7	4460	384	384	205	160
Dungenese	2/0	7	60	2/0	155.4	7	5390	483	483	235	185
Cyclops	2/0	11	60	2/0	155.4	7	5390	474	474	235	185
Flustra	3/0	17	60	3/0	195.7	7	6790	587	587	275	215
Lepas	4/0	18	60	4/0	246.9	7	8560	728	728	315	245
*Code words for XLP insulated products are formed by adding "/XLP" to the conventional code words above (e.g.-Haiotis/XLP). +Conductor temperature of 90°C for XLP, 75°C for Poly; ambient temperature of 40°C; emissivity 0.9; 2 ft./sec. wind in sun. ++Designated sizes are: ACSR 6/1 diameter equivalent and AAC with equivalent resistivity per ASTM B-399 for 6201.											

Code* Word	Phase Conductor			Bare Neutral Messenger				Weight Per 1000 ft. (lbs.)		Allowable Ampacities+	
	Size (AWG)	Strand- ing	Insul. Thick. (mils)	Equiv. Dia. (AWG)++	Size (kcmil)	Strand- ing	Rated Strength (lbs.)	XLP	POLY	XLP	POLY
6201 ALLOY REDUCED NEUTRAL-MESSENGER											
Artemia	4	1	45	6	30.58	7	1110	135	135	115	90
Crab	4	7	45	6	30.58	7	1110	143	143	115	90
Solaster	2	7	45	4	48.69	7	1760	216	216	150	120
Sandcrab	1/0	7	60	2	77.47	7	2800	347	347	205	160
Echinus	1/0	9	60	2	77.47	7	2800	341	341	205	160
Fulgar	3/0	17	60	1/0	123.3	7	4460	519	519	275	215
Arca	4/0	18	60	2/0	155.4	7	5390	643	643	315	245
*Code words for XLP insulated products are formed by adding "/XLP" to the conventional code words above (e.g.-Haiotis/XLP). +Conductor temperature of 90°C for XLP, 75°C for Poly; ambient temperature of 40°C; emissivity 0.9; 2 ft./sec. wind in sun. ++Designated sizes are: ACSR 6/1 diameter equivalent and AAC with equivalent resistivity per ASTM B-399 for 6201.											

3.6 Selección del tipo de transformador

Las capacidades estándar de transformadores, para montaje en postes, que se utilizan en la construcción de sistemas de distribución son 10, 15, 25, 37.5, 50, 75 KVA., monofásicos, dos bushings primarios, tres secundarios, enfriados por aceite mineral dieléctrico, tipo convencional. Cada transformador deberá estar protegido con su correspondiente pararrayo y cortocircuito.

Todos los transformadores de distribución, utilizados en este proyecto cumplen con las siguientes especificaciones generales:

Para sistema de 12.5/7.2 KV:

Voltaje nominal primario: 7,20/ 14,400Y Voltios.

Nivel básico de aislamiento: 95kV.

Derivaciones: 2 del 2 ½ % cada una para bajar voltaje.

2 del 2 ½ % cada una para subir voltaje.

Características de voltaje para diseño del devanado secundario.

Voltaje nominal secundario: 120/ 240 Voltios ó de acuerdo a la necesidad.

.

Dentro de los transformadores seleccionados tenemos los siguientes:

De 15 KVA:

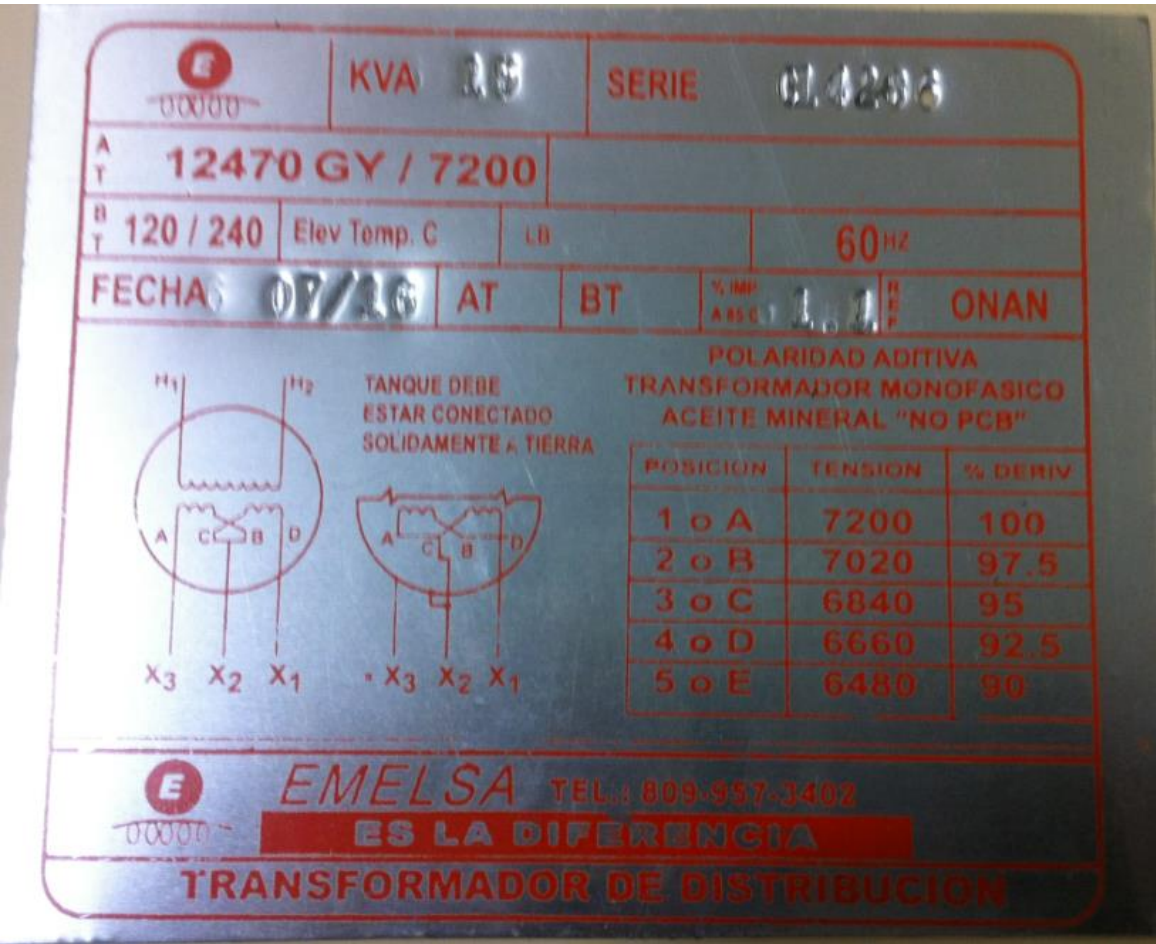


Figura 36: Placa de especificaciones de transformador de 15 KVA

Fuente: Elaboración Propia

De 25 KVA:



Figura 37: Placa de especificaciones de transformador de 25 KVA

Fuente: Elaboración Propia

3.7 Selección del tipo de poste

Debido a las condiciones climáticas, el tipo suelo y los fuertes vientos existentes en la comunidad La Descubierta, fue seleccionado el tipo de poste más usado en líneas y redes de distribución en media y baja tensión, este es el poste de hormigón pretensado de secciones rectangulares tipo “HC”, conocido por su gran resistencia y durabilidad.

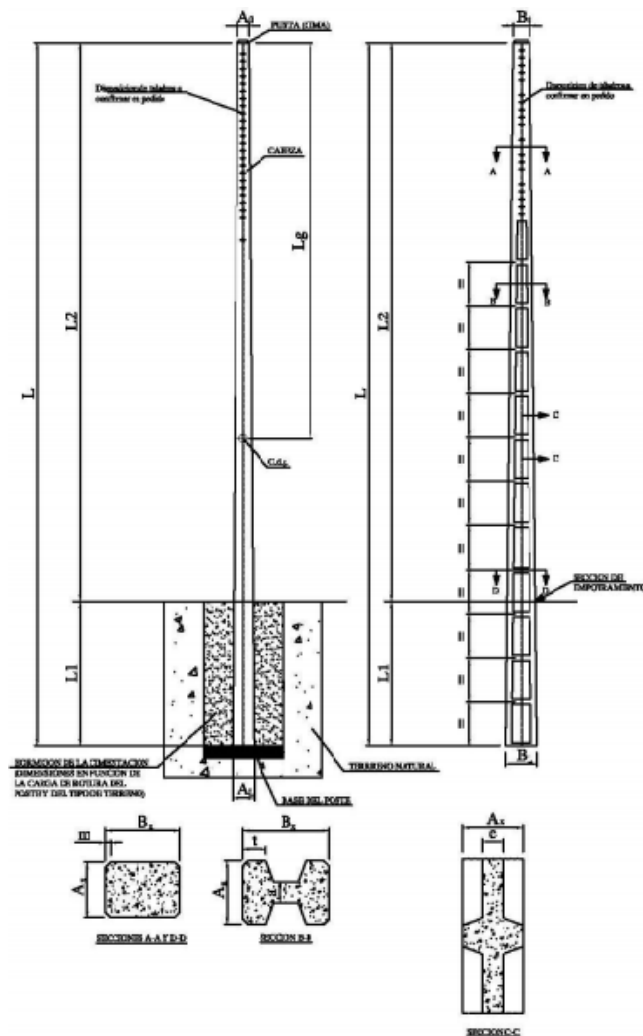


Figura 38: Dimensiones de poste de hormigón pretensado de secciones rectangulares tipo “HC”

Fuente: Catalogo (Grupo Elecnor)

3.7.1 Características físicas de los postes hormigón pretensado

Tabla 5: Tamaño y altura de los postes de concreto pretensados

Fuente: Normas de Distribución de la C.D.E.E.E

Longitud (pies)	Dimensiones base (mm)	Dimensiones punta (mm)	Tracción nominal (kn)
45	375	150	6.0 Kn (612)
40	350	150	6.0 Kn (612)
40	325	150	5.0 Kn (510)
35	325	150	4.0 Kn (408)
30	300	150	3.08 Kn (314)
25	--	115	2.5 Kn (255)

Tabla 6: Datos técnicos de los postes de hormigón pretensado

Fuente: Normas de Distribución de la C.D.E.E.E

Longitud (pies)	Carga máxima de servicio (kn)	Factor de seguridad (k)	Carga de diseño (kn)	Peso aproximado (kg)
30	3 Kn (306)	2.5	7.5	875
35	4 Kn (408)	2	8 (816)	1400
40	5 Kn (510)	2	10 (1020)	1700
40	6 Kn (612)	2	12 (1224)	2500
45	6 Kn (612)	2	12 (1224)	3000
45	7 Kn (714)	2	14(1428)	3100

De la tabla anterior se obtienen los antecedentes para definir las condiciones de trabajo de los postes consultados en la construcción de las líneas eléctricas de media tensión. En efecto, a través del antecedente de la capacidad de ruta dada

por el fabricante, se puede definir la máxima carga mecánica que podrá soportar el poste en servicio, cuando sea sometido a las diversas cargas mecánicas, como tensión de los conductores, fuerzas del viento, peso del conductor y cambios de temperaturas. Esto se controla mediante el llamado FACTOR DE SEGURIDAD, que en la tabla se indica para cada poste, en este caso el F.S dado es 2 y 2.5.

La carga máxima de servicio será para cada caso:

$$\text{Carga de Trabajo} = \frac{\text{Carga de Ruptura}}{\text{Factor de Seguridad}}$$

Ejemplo:

Para los postes utilizados en este diseño:

Poste de 30 pies:

- Carga de trabajo = $7.5\text{Kn}/2.5\text{K} = 3\text{Kn}$ (306Kn)

Poste de 35 pies:

- Carga de trabajo = $8\text{Kn}/2\text{K} = 4\text{Kn}$ ó $816\text{Kn}/2\text{K}=408\text{Kn}$

3.8 Determinación de la cimentación de los puntos de apoyo.

La determinación de la cimentación de los postes se hace cuando el terreno es arcilloso o no es rocoso, también se cimientan los postes que llevan una estructura de ángulo o de fines de líneas donde no es posible colocarle vientos o anclajes.

3.9 Identificación del impacto socio-económico

La puesta en marcha y realización de este proyecto traería consigo muchas oportunidades de crecimiento para la comunidad La Descubierta tanto en el proceso de realización como después del mismo, ya que gran parte de los obreros pueden ser los mismo residentes de la comunidad abriendo una fuente de empleo temporal y después que esté completamente electrificada la comunidad pueden pasar a una mejor calidad de vida y daría paso a la creación de pequeñas microempresas dedicadas al tratamiento de algunos productos agrícolas y ganaderos.

Lo más importante es que esta comunidad no correría el riesgo desaparecer debido a que sus habitantes emigren por lo difícil que se hace la convivencia en la misma, sin contar el difícil acceso. En las escuelas los niños tendrían más oportunidades de aprendizaje debido a que en las escuelas podrían colocarse computadoras al servicio de los estudiantes y la comunidad. Todos podrán conservar los alimentos de una forma saludable y llevar un mejor ritmo de vida.

3.10 Impacto ambiental

La electricidad es actualmente la energía de consumo más limpia de la cual se tenga conocimiento. Junto a ello, la energía eléctrica es también una pieza fundamental para el desarrollo de nuestro país y el mundo entero.

A pesar de lo expuesto anteriormente en las distintas etapas de construcción de los proyectos de generación y redes de transmisión eléctrica se producen efectos más o menos importantes sobre el medio ambiente, es por esto que toda empresa relacionada con la explotación en las distintas etapas del sistema eléctrico debe establecer un compromiso ambiental serio, con políticas medio ambientales eficientes dentro de su compañía, cumpliendo con las exigencias mínimas establecidas en las normas internas de cada país como así los compromisos adquiridos en los tratados internacionales.

Un proyecto con un estudio acabado puede evitar muchos de los impactos, en la etapa de diseño, esto contribuye enormemente en mitigar los efectos producidos en el desarrollo de una obra de ingeniería de la magnitud que se pretende aplicar a la comunidad de La Descubierta, la cual cuenta con un ambiente completamente forestado.

3.11 Diseño eléctrico del proyecto

Figura 39: *Diseño general para electrificación de comunidad La Descubierta*

Fuente: Elaboración propia AUTOCAD

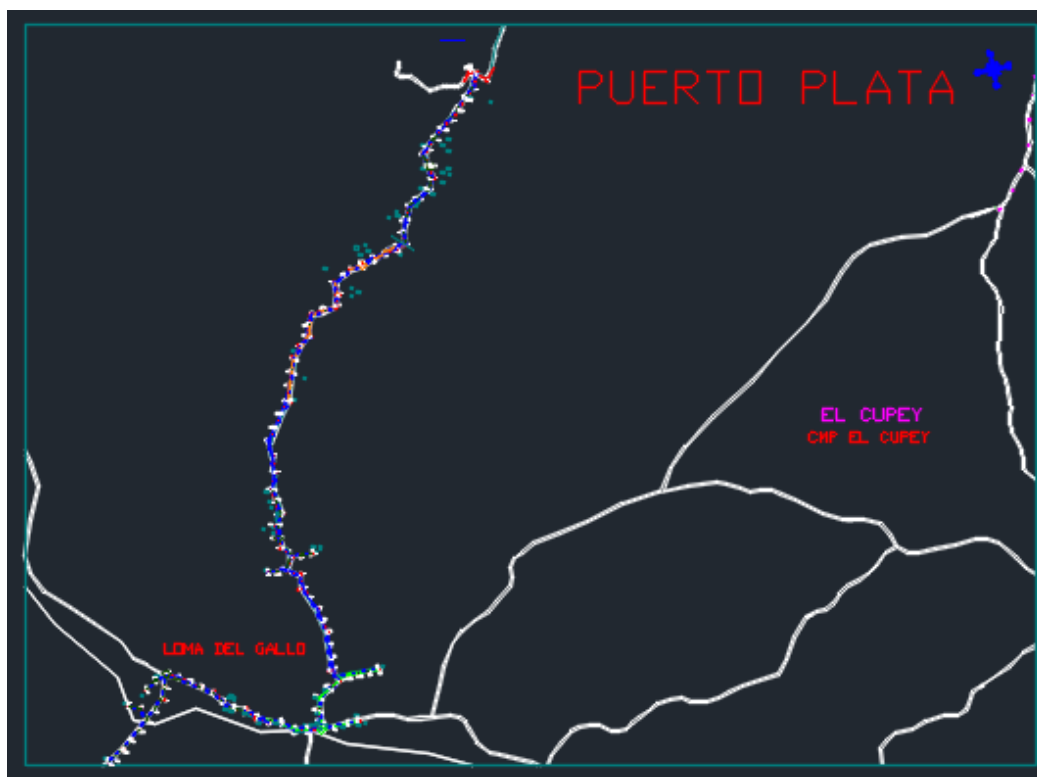


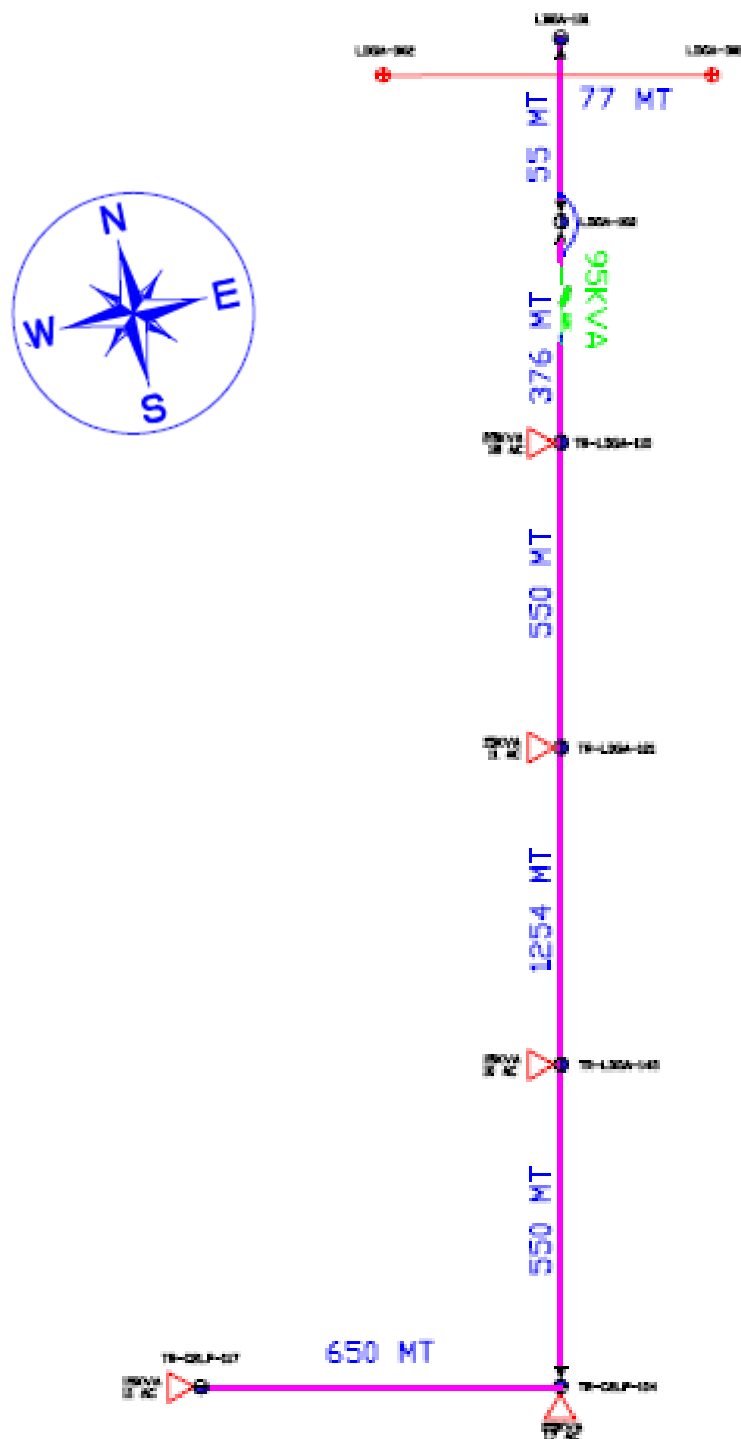
Figura 40: *Diseño por zonas proyecto electrificación comunidad La Descubierta*

Fuente: Elaboración propia AUTOCAD



Figura 41: *Diagrama Unifilar*

Fuente: Propia (AUTOCAD)



3.12 Presupuesto general

Tabla 7: Presupuesto General de Estructuras y Materiales Propuestos. Solicitud de Electrificación de Redes de Media Tensión y Baja Tensión, La Descubierta).

Fuente: Elaboración propia AUTOCAD.

Presupuesto General de Estructuras y Materiales Propuestos.	
Listado General de Estructuras Propuestas, Solicitud de Electrificación de Redes de Media Tensión y Baja Tensión, La Descubierta.	
Costos Materiales	7,047,106
Costos Mano de Obra	937,534
Total de Costos Directos RD\$	7,984,640
Gastos Administrativos (4.5%)	268,746
Transporte y Grúa (4.0%)	238,885
Seguros y Fianzas (4.5%)	268,746
Imprevistos (5.0%)	399,232
Total Costos Indirectos RD\$	1,175,608
Beneficio (10%) RD\$	798,464
Sub Total RD\$	9,958,712
Base Imponible (10%)	995,871
ITBIS (18%)	179,257
Monto Total RD\$	10,137,969

Tabla 8: Listado General de Estructuras Propuestas, Solicitud de Electrificación de Redes de Media Tensión y Baja Tensión, La Descubierta).

Fuente: Elaboración Propia AUTOCAD.

Descripción del Material	Und	Cantidad	P. Unit. (RD\$).	Costo Total (RD\$).
INST ACOMETIDA 120 VOLT. DE POSTE A FACHADA	Und	73	933.16	68,120.49
INSTALACION LINEA DE BT EN ALINEAMIENTO	Und	31	166.50	5,161.64
INST LUMINARIA 150W COMPLETA EN POSTE DE MT Y BT	Und	75	872.38	65,428.44
INSTALACION 1 CONDUCTOR (2/0)	m	7986	19.98	159,521.95
INSTALACION CONDUCTOR TRIPLEX 2/0AL (BT)	m	3981	31.23	124,317.47
INST FIN BAJA TENSION EN POSTE (CABLE NEUTRO)	Und	41	208.13	8,533.35
INSTALACION VIENTO SENCILLO MT	Und	20	1,578.05	31,561.06
INSTALACION VIENTO SENCILLO BT	Und	11	1,315.04	14,465.48
INST. VIENTO AEREO,POSTE DE MADERA	Und	8	4,978.00	39,823.98
INSTALACION VIENTO DOBLE (1 ANCLA)	Und	30	1,841.06	55,231.85
INST.1Ø LINEA CON ANGULO DE 0º A 5º,C/NEUTRO PRI	Und	26	293.49	7,630.86
INST 1Ø LINEA C/ANGULO DE 6º A 25º,C/NEUTRO PRI	Und	33	416.26	13,736.61
INST.1Ø LINEA CON ANG. DE 61º A 90º,C/NEUTRO PRIM	Und	11	499.51	5,494.65
INST 1Ø FIN DE LINEA CON NEUTRO PRIMARIO.	Und	2	275.84	551.68
INST1Ø DOBLE TERMINAL CON NEUTRO PRIMARIO	Und	4	499.51	1,998.05
INSTALACION POSTE DE CONCRETO DE 35'4KN	Und	76	3,113.34	236,614.02
INSTALACION POSTE DE CONCRETO DE 30' 3KN	Und	24	2,184.14	52,419.45
INST COND.Y ELECT PAT, CABLE CU,VAR 8' CU	Und	76	376.26	28,595.71
INSTALACION SECCIONADOR-FUSIBLE 200 A,EN POSTE	Und	1	454.48	454.48
INST SECCIONADOR-FUSIBLE C/PARRAYO EN POSTE	Und	5	512.21	2,561.05
INSTALACION SUSPENSION DE BT	Und	29	170.74	4,951.36
INSTALACION TRANSFORMADOR 1Ø TIPO POSTE DE 15 KVA	Und	3	1,631.49	4,894.46
INSTALACION TRANSFORMADOR 1Ø TIPO POSTRE DE 25 KVA	Und	2	1,631.49	3,262.98
INST CONEX TRANSF. A LA RED DE BT,C/CONEC DENTADOS	Und	5	440.66	2,203.30
Monto Total en Mano de Obra (RD\$)				937,534.35

Tabla 9: Listado General de Estructuras Propuestas, Solicitud de Electrificación de Redes de Media Tensión y Baja Tensión, La Descubierta).

Fuente: Elaboración propia AUTOCAD

Codigo	Descripcion del Material	Unidad	Cantidad	P. Unit. (RD\$).	Costo Total (RD\$).
10306010023	PERNO CORTO AC. GALVANIZADO 3/4"-3/4" X 3"	Und	96.00	297.02	28,514.30
10301010152	TARUGO-PERNO ACERADO RECUB. ZINC 5/8" X 3 3/4", PERNO DE 1/2"	Und	73.00	53.10	3,876.30
10301010178	TARUGO-PERNOACERADO RECUB ZINC LONG 13/4",PERNO DE 1/4"	Und	292.00	25.00	7,300.00
10201010011	CONDUCTOR DESNUDO AAC 2/0	Und	7986.00	87.96	702,486.89
21101010001	TUBO DE ½" X 20" SDR 26-PVC	Und	24.09	70.80	1,705.57
10305010011	VARILLA DE PUESTA A TIERRA DE COBRE 1/2" X 6'	Und	73.00	375.13	27,384.49
10307010006	GRAPA DE RETENCION DE ACERO GALVANIZ. PARA COND. DE 1/0 AL-ACSR A 636MCM AL	Und	85.00	700.00	59,500.00
10304010047	CONECTOR DENTADOIMPLE 25/150-25/150 MM²(3-300 A 3-300 AWG)	Und	4.00	225.00	900.00
10308010063	COLLAR DE AMARRE P/ UN HAZ DE ACOM. 25MM C/TARUGO	Und	292.00	40.00	11,680.00
10301010021	TORNILLOS DE ESPACIAMIENTO 4 TUERCAS CUAD 5/8" X 12"	Und	8.00	168.00	1,344.00
10202010006	CABLE DE ACERO COBREADO DESNUDO #2 AWG	Und	152.00	270.00	41,040.00
10304010068	CONECTOR TIPO PERNO PARTIDO CABLE Nº 8 A 2 AWG DE AL	Und	41.00	59.16	2,425.56
10201010015	CABLE DE ALUMINIO RECUB. 4/0 AWG 7 AISLAM. XLPE	Und	32.00	370.00	11,840.00
10302010027	TUERCA DE OJO GUARDACABO INCLINADO 45º PARA TORNILLO DE 5/8"	Und	41.00	250.00	10,250.00
10302010029	TUERCA DE OJO OVAL PARA TORNILLO DE 5/8"	Und	210.00	117.60	24,696.00
10701010048	MEDIDOR RESIDENCIAL ELECTRONICO 120V 2 HILOS,BOTTON	Und	73.00	1,207.72	88,163.56
10305010003	VARILLA DE ANCLAJE DE UN OJO 5/8" X 8'	Und	31.00	1,064.00	32,984.00
10207010003	PROTECTOR PLASTICO PARA CABLE DE VIENTO	Und	61.00	650.00	39,650.00
10304010008	CONECTOR TIPO PERNO PARTIDO CABLE Nº 2 A 2/0 AWG DE AL	Und	50.00	280.00	14,000.00
10301010015	TORNILLO PARA AISLADOR TIPO CARRETE, 5/8" X 14"	Und	26.00	250.00	6,500.00
10902010001	BOMBILLA SODIO ALTA PRESION 150 WATTS / 55 V, HPS	Und	75.00	450.00	33,750.00
10601010003	TRANSFORMADOR MONOFASICO 25 KVA 7.2-12.47KV/120-240V	Und	2.00	55,814.00	111,628.00
10404010001	CONO DE ANCLAR DE CONCRETO 18" X 6" X 8"	Und	61.00	392.00	23,912.00
10304010064	CONECTOR TIPO PERNO PARTIDO PARA COND. #2 AL A 2/0 CU	Und	76.00	224.00	17,024.00
10102010005	AISLADOR DE PORCELANA RIGIDO TIPO POSTE 15 KV CLASE 57-1	Und	96.00	728.00	69,888.00
10302010007	ARANDELA DE PRESION P/TORNILLO 3/4"	Und	74.00	13.44	994.56
10307010028	PINZA DE RETENCION PARA ACOMETIDAS	Und	146.00	200.00	29,200.00
10301010016	TORNILLO PARA AISLADOR TIPO CARRETE 5/8" X 16"	Und	31.00	255.00	7,905.00
10402010003	POSTE DE CONCRETO PRETENSADO DE 35' 4 KN	Und	76.00	28,000.00	2,128,000.00
10103010002	AISLADOR DE PORCELANA TIPO CARRETE, ANSI 53-2	Und	119.00	61.60	7,330.40
10302010003	ARANDELA CUADRADA 3" X 3" PARA TORNILLO DE 5/8"-3/4"	Und	160.00	71.50	11,440.00
10302010004	ARANDELA CUAD 2 1/4" X 2 1/4" ESP.3/16" (TORN.5/8"-3/4")	Und	607.00	22.40	13,596.80
10302010048	ARANDELA REDONDA 1 3/4" X 1/4" (45MM X 6MM) PARA TORNILLO DE 5/8"	Und	22.00	8.33	183.22
10302010025	TUERCA DE OJO CON GUARDACABO RECTO 3/4"	Und	8.00	250.00	2,000.00
10305010004	VARILLA DE ANCLAJE DOBLE OJO 3/4" X 8'	Und	30.00	1,049.42	31,482.72
10304010060	CONECTOR TIPO CUÑA CON ESTRIBO 4/0-2/0 ESTRIBO 2/0	Und	1.00	566.40	566.40
10402010002	POSTE DE CONCRETO PRETENSADO DE 30' 3 KN	Und	24.00	22,000.00	528,000.00
10601010001	TRANSFORMADOR MONOFASICO 15 KVA 7.2-12.47-12.47KV/120-240V	Und	3.00	25,500.00	76,500.00
10306010021	SOPORTE DE ACERO PARA AISLADOR RIGIDO EN CABEZA DE POSTE	Und	96.00	857.87	82,355.89
10305010001	TERMINAL PREFORMADO 5/16"	Und	82.00	150.00	12,300.00
10307010005	GRAPA DE RETENCION DE ACERO GALVANIZ. PARA COND. DE 1/0AL-ACSR A 4/0AL ACSR	Und	20.00	481.82	9,636.41
10203010002	CABLE DE VIENTO 7/16" 76 KN	Und	1196.00	113.74	136,035.65
10901010001	LAMPARA TIPO COBRA HPS DE 150W, 55V/240V	Und	75.00	5,710.00	428,250.00
10308010013	SOPRTE EN POSTE, SIMPLE UNIDAD ALT. 10½", DIST A POSTE 12", ORIFICIO11/16"	Und	5.00	413.00	2,065.00
10304010049	CONECTOR DENTADO SIMPLE16-95/4-35	Und	296.00	392.00	116,032.00
10101010003	AISLADOR POLIMERICO TIPO SUSPENSION, 15 KV	Und	32.00	784.00	25,088.00
10201010001	CONDUCTOR CONCENTRICO DE COBRE 2X # 8	Und	1695.00	163.00	276,285.00
10201010004	CONDUCTOR TRIPLEX DE ALUMINIO PARA BAJA TENSION # 2/0	Und	3981.00	304.00	1,210,224.00
10302010026	TUERCA DE OJO GUARDACABO INCLINADO 45º PARA TORNILLO DE 3/4"	Und	50.00	257.60	12,880.00
10204010001	ALAMBRE # 4 AWG-SDO ALUMINIO PARA LIGADURA	Und	204.80	61.36	12,566.53
10503010001	PARARRAYO DE DISTRIBUCION 9 KV 10 KA	Und	5.00	1,632.00	8,160.00
10301010011	TORNILLO DE MAQUINA CABEZA CUAD. 5/8" X 8"	Und	2.00	77.28	154.56
10304010055	CONECTOR TIPO CUÑA DE ALUMINIO DE 4/0 A1/0 DERIVACION 2/0 A 2 AWG	Und	22.00	253.00	5,566.00
10307010039	GRAPA DE DERIVACION 8 A 2/0 AWG-8 A 2/0 AWG	Und	1.00	316.24	316.24
11001010039	CAJA POLICARB. P/MEDIDOR TIPO BOTTON 120V, 2 HILOS,CLASE 100	Und	73.00	849.82	62,036.86
10304010086	CONECTOR DE COBRE PARA VARILLA DE TIERRA 5/8" - ½"	Und	149.00	69.44	10,346.56
10903010007	FOTOCELDA DE 105-305 VOLT. MULTIRANGO NA	Und	75.00	425.00	31,875.00
10301010154	TARUGO PLAST. C/TORNILLO CABEZA HEXAGONAL NO.10-12, LONG. 1" DIAM. 9/32"	Und	584.00	5.00	2,920.00
10302010009	ARANDELA DE PRESION P/TORNILLO 5/8"	Und	648.00	8.96	5,806.08
10302010028	TUERCA DE OJO OVAL PARA TORNILLO DE 1/2"	Und	73.00	90.12	6,578.54
10305010002	TERMINAL PREFORMADO 7/16"	Und	116.00	358.40	41,574.40
10305010012	VARILLA DE PUESTA A TIERRA DE COBRE 5/8" X 8'	Und	76.00	432.32	32,856.32
10306010002	PORTA AISLADOR EN U 11/2 X ½" X 1/8" ORIF.11/16" PIN 5/8"	Und	62.00	228.48	14,165.76
10202010005	CABLES COBRE DESNUDO TRENZADO SEMIDURO NO 4 AWG	Und	12.00	273.28	3,279.36
10307010031	GRAPA DE FIJACION DE CONDUCTORES LONG. 2" CAVIDAD 5/8"	Und	292.00	24.51	7,156.51
10502010002	FUSE CUTOOT 200A 7.8/15KV 12KA ASIM. BIL 95 KV	Und	1.00	6,608.00	6,608.00
10301010010	TORNILLO DE MAQUINA CABEZA CUAD. 5/8" X 12"	Und	107.00	99.40	10,635.80
10304010048	CONECTOR DENTADO DOBLE 50/150-50/150 MM² 1/0-300 A 1/0-300 AWG	Und	12.00	392.00	4,704.00
10301010026	PERNO GUARDACABO PARA CABLE DE VIENTO, TORNILLO 3/4" Y TUERCA CUADRADA	Und	8.00	312.80	2,502.38
10304010211	TERMINAL TIPO PIN BIMETALICO AL/CU PARA CABLE 4/0	Und	12.00	826.00	9,912.00
10202010002	CABLE DE COBRE ESTAÑADO DESNUDO #2 AWG	m	147.00	291.20	42,806.40
10203010001	CABLE DE VIENTO 5/16" 44 KN	m	615.00	53.62	32,977.79
10301010005	TORNILLO DE MAQUINA CABEZA CUAD. 3/4" X 10"	Und	58.00	250.00	14,500.00
10308010002	BRAZO PARA LAMPARA TIPO COBRA DE 6'	Und	75.00	900.00	67,500.00
10308010003	ABRAZADERA-PERNO 5/8" (16 MM)	Und	32.00	425.60	13,619.20
10308010009	SOPORTE DE DOBLE UNIDAD, DIST. ENTRE AGUJEROS 9"	Und	5.00	932.20	4,661.00
10502010001	CUT-OUT 100 AMPERES 7.8/15 KVA ASIM. BAS AISL.95 KV110	Und	5.00	5,682.88	28,414.40
10301010009	TORNILLO DE MAQUINA CABEZA CUAD. 5/8" X 10"	Und	280.00	85.12	23,833.60
10304010056	CONECTOR TIPO CUÑA DE ALUMINIO DE 4/0 A 1/0 DERIVACION 2/0A1/0 AWG	Und	8.00	135.55	1,084.40
10301010020	TORNILLOS DE ESPACIAMIENTO. 4 TUERCAS CUAD. 5/8" X 10"	Und	89.00	134.40	11,961.60
10301010022	TORNILLOS DE ESPACIAMIENTO. 4 TUERCAS CUAD.5/8" X 14"(16MMX350MM)	Und	32.00	163.52	5,232.64
Monto Total en Materiales (RD\$)					7,047,105.66

CONCLUSIONES

La energía eléctrica ha sido una gran ayuda para el hombre en muchos aspectos a lo largo de la historia. Hoy en día nos trasladamos al caso particular de la Republica Dominicana, país el cual se ha desarrollado de una manera inimaginable tanto en aspectos sociales como económicos, sin mencionar los grandes avances tecnológicos que ha tenido, donde se incluye el servicio eléctrico, pero este último ha tenido la desventaja de ser uno de los más problemáticos en cuanto a planificación y estructuración, donde existen casos de zonas que hoy en día no disponen del preciado servicio.

Este proyecto planteó y desarrolló una interesante propuesta en beneficio de la comunidad La Descubierta, localizada en la provincia Puerto Plata, donde después de visitar la comunidad y realizar un exhaustivo levantamiento de las necesidades de la comunidad, teniendo en cuenta que fuimos con un objetivo específico, el cual fue elaborar una propuesta donde se busque el modo de electrificar todo el trayecto de la comunidad, ya que en ella conviven alrededor de 70 familias y se hace muy difícil la estancia en la zona.

En los estudios previos que desarrollamos vimos las necesidades que esta comunidad presenta, las cuales le impiden desarrollarse para poder insertarse dentro de los parámetros que todas las sociedades necesitan para ser tomadas en cuenta y que no se cumpla el mayor temor de los nativos de la comunidad, el cual es que la misma desaparezca debido a la emigración de todos sus habitantes hacia

la comodidad de la ciudad. Dentro de esta observamos un gran potencial para la creación de microempresas dedicadas al tratamiento de algunos productos agrícolas y como una posible ruta de turismo.

En el proceso de la elaboración del proyecto contemplamos todas las posibles normas, ya que esta es una zona rural de muy difícil acceso. En esta incluimos condicionantes para que no afecte el diseño y tampoco maltrate el medio ambiente. Teniendo presente todas las condiciones que se han establecido en este Proyecto hemos visto la factibilidad de realización de la misma, teniendo en cuenta todas las normas eléctricas establecidas y el bajo costo de su presupuesto.

RECOMENDACIONES

- Que esta propuesta de diseño llegue a manos de los organismos correspondientes del estado (ayuntamiento, CDEEE, UERS, etc.), para que de esa forma sea tomada en cuenta debido a que este proyecto es factible y sus condiciones económicas son muy bajas. (Observar cotización).
- Tomar en cuenta todas las medidas de seguridad a la hora de realizar todos los elementos de proyecto en el área a trabajar.
- En el caso de selecciones de las estructuras es recomendable tener presente que la resistencia de ruptura y de carga de trabajo, va a depender de la forma geométrica del diseño de poste, así se tendrán los siguientes casos:
 1. Para el caso de los postes de sección rectangular, la mayor resistencia está dada en la cara de sección menor, ya que en ella está la enfierradura a los cables de acero. En la cara de sección mayor, su valor es menor.
 2. Para el caso del poste de sección cuadrada, la resistencia es igual en todas sus caras, siempre y cuando la enfierradura sea simétrica.
 3. En el del poste de sección circular (pretensado), la resistencia es igual en todas sus caras.
- La superficie del poste será lisa, homogénea y sin fisuras. Luego de sacados del molde de los postes podrán ser tratados para eliminar cualquier imperfección en su superficie. En todo caso estas imperfecciones no serán de

dimensiones apreciables. Se establece como máxima una fisura de ½” de longitud y ¼” de profundidad.

- Para el caso del despeje de la franja de servidumbre se deberá respetar en lo posible las exigencias mínimas establecidas en la norma de instalación de corrientes fuertes de acuerdo a la categoría de la línea, esto con el fin de evitar la tala indiscriminada de la población arbórea del sector.
- Para cumplir con el punto anterior, el responsable encargado del proyecto deberá comprometerse a incorporar un plan de manejo forestal y la supervisión responsable de esta tarea, deberá exigir y controlar que se cumpla con lo establecido, de acuerdo al procedimiento de trabajo generado para la ejecución de esta propuesta.
- Se deberá instruir al personal que participa en las faenas, con relación al riesgo de incendios forestales, esto con el fin de evitar impactos ambientales aún mayores en la zona de trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Calzadilla, I. M. (2010). *Estudio del Impacto Ambiental del Proyecto: "Sistema de Transmisión 138 kV Pizarrete-Los Montones*.

Cochón, M. (2013). *Asociación Dominicana de la Industria Eléctrica*.

Concha, P. (2005). *Selección de un Conductor*.

CONHESA. (2014). *compañia nacional de herrajes electricos . Catalogo de Productos .*

Edeeste. (2013). *Oficina de Acceso a la Información*.

Edenorte, *. (2012). *Sistema de Monitorio de la Administración Pública Municipal*.

Edesur. (2014). *Ministerio de Administración Pública*.

EGE-HAINA. (2016). *EGE-HAINA*. Obtenido de <http://egehaina.com/glosario/usuario-regulado-o-cliente-de-servicio-publico/>

Gonzalez-Longatt, F. (2007). *Lineas de Transmision Aereas .*

Grego. (4 de Marzo de 2013). *El Apartarrayos*. Recuperado el 14 de 10 de 2015, de <http://apartarrayos6im6.blogspot.com/>

Harper, E. (2002). *Protección de instalaciones eléctricas industriales y comerciales*. Limusa.

Harper, E. (2007). *Fundamentos de Instalaciones Electricas de Mediana y Alta Tension*. Mexico: Limusa.

IEEE. (2014). *Resumen Líneas de Transmisión Eléctrica*.

Jr, S., & D., W. (1962). *Análisis de Sistemas Eléctricos de Potencia*.

Landa, J. V. (2012). *Sistemas Electricos .*

Magnetron. (2014).

Molina, P. (2010). *profesormolina*. Recuperado el 12 de 10 de 2015, de http://www.profesormolina.com.ar/electromec/prot_linea_elec.htm

Molina, P. (s.f.). *profesormolina*. Recuperado el 12 de 10 de 2015, de http://www.profesormolina.com.ar/electromec/prot_linea_elec.htm

Reyes, R., & Melgen, D. E. (2014). *Condición Usuarios No Regulados*. Obtenido de <http://www.eliasmelgen.com/publicaciones/UsuariosNoRegulados.pdf>

Tuveras. (2012). *Tuveras.com*. Recuperado el 12 de 10 de 2015, de <http://www.tuveras.com/lineas/cortocircuito/cortocircuito.htm>

Wildi, T. (2007). *Maquinas Electricas y Sistemas de Potencia*. Mexico: Pearson.

ANEXOS



Figura 42: Punto de Interconexión

Fuente: Elaboración propia



Figura 43: Escuela primaria de la comunidad La Descubierta

Fuente: Elaboración propia



Figura 44: Fachada de vivienda en la comunidad La Descubierta

Fuente: Elaboración propia



Figura 45: Microempresas de la comunidad (fábrica de queso)

Fuente: Elaboración propia

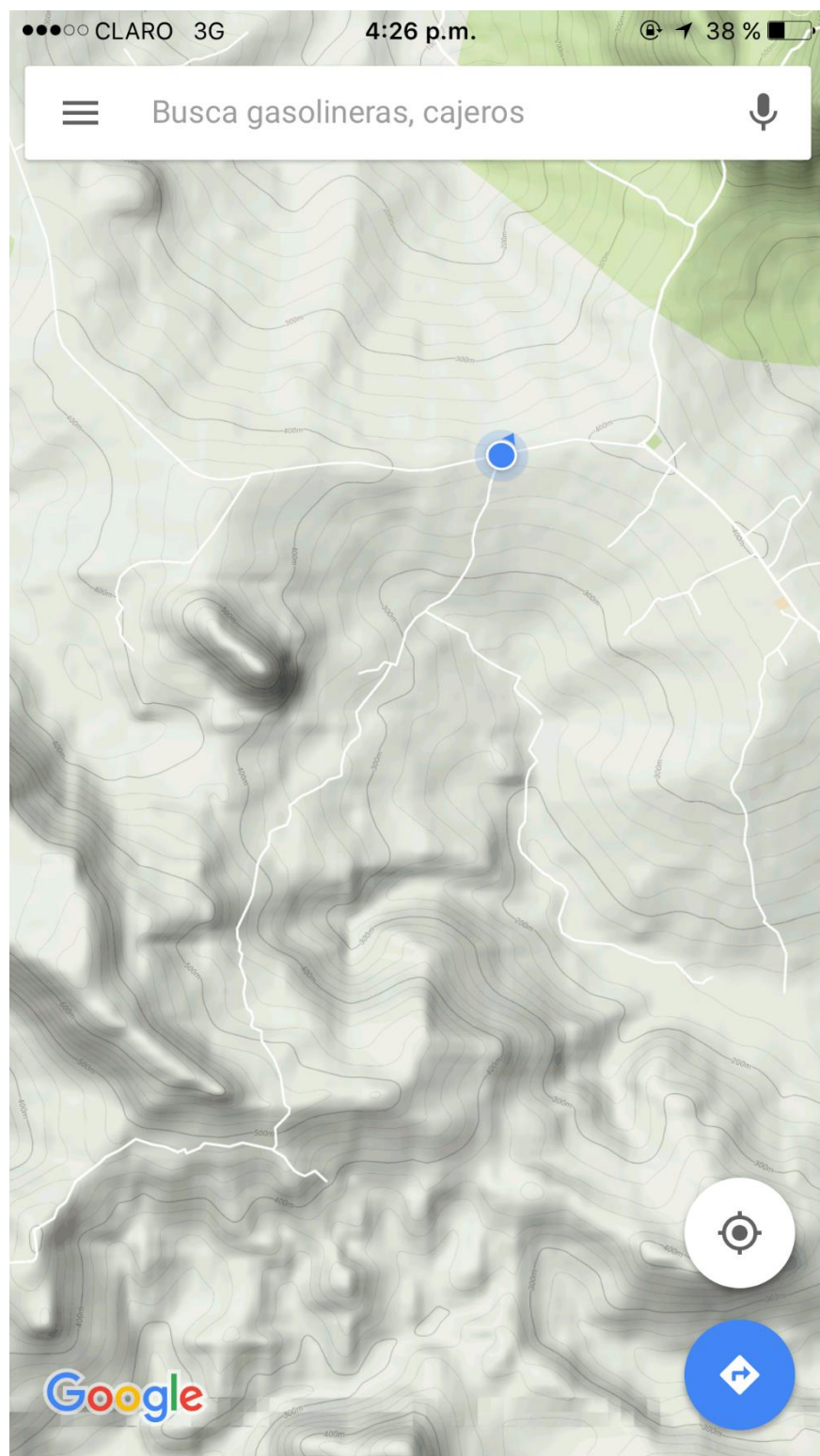


Figura 46: Localización geográfica de la comunidad La Descubierta

Fuente: Elaboración propia (GOOGLE MAPS)

Tabla 10: Calculo de caída de tensión por nodo (Transformador 1)

PROYECTO LOMA DEL GALLO DEL CUPEY. CALCULO CAIDA DE TENSION EN REDES DE BAJA TENSION										
CENTRO TR	Carga Estimada (KVA)	Transformador	Usuarios	Amp. Transf.	Carga Total (KVA)	Carga Reserva (KVA)	Reserva %	% de Caida		
TR-LDGA-121	1.4	15	11	28.88	6.93	8.07	54%	3%		
POSICION	DISTANCIA (mt)	No. USUARIO	CORRIENTE TOTAL (Amp)	VOLTAJE FINAL (Volt.)	CAIDA DE VOLTAJE (Volt.)	PORCENTAJE DE CAIDA	SITUACION	Factor	Cable No.	
NODO			28.88	240.00	0.00					
P0	1	11	28.88	239.97	0.03	0.01%	OK	0.45	2/0	
P0	3	1	2.63	239.97	0.01	0.01%	OK	0.45	2/0	
P0-P1	76	1	2.63	239.79	0.18	0.09%	OK	0.45	2/0	
P0-P2	126	2	5.25	239.20	0.59	0.33%	OK	0.45	2/0	
P0-P3	176	1	2.63	238.79	0.41	0.51%	OK	0.45	2/0	
P0-P4	376	2	5.25	237.04	1.75	1.25%	OK	0.45	2/0	
P0-P5	50	4	10.50	239.50	0.47	0.21%	OK	0.45	2/0	
P0-P6	100	2	5.25	239.04	0.47	0.40%	OK	0.45	2/0	
P0-P7	150	2	5.25	238.34	0.70	0.70%	OK	0.45	2/0	
P0-P8	200	0	0.00	238.34	0.00	0.70%	OK	0.45	2/0	
P0-P9	250	3	7.88	236.59	1.75	1.44%	OK	0.45	2/0	

Tabla 11: Calculo de caída de tensión por nodo (Transformador 2)

PROYECTO LOMA DEL GALLO DEL CUPEY. CALCULO CAIDA DE TENSION EN REDES DE BAJA TENSION										
CENTRO TR	Carga Estimada (KVA)	Transformador	Usuarios	Amp. Transf.	Carga Total (KVA)	Carga Reserva (KVA)	Reserva %	% de Caída		
TR-LDGA-121	1.4	15	11	28.88	6.93	8.07	54%	3%		
POSICION	DISTANCIA (mt)	No. USUARIO	CORRIENTE TOTAL (Amp)	VOLTAJE FINAL (Volt.)	CAIDA DE VOLTAJE (Volt.)	PORCENTAJE DE CAIDA	SITUACION	Factor	Cable No.	
NODO			28.88	240.00	0.00					
P0	1	11	28.88	239.97	0.03	0.01%	OK	0.45	2/0	
P0	3	2	5.25	239.96	0.01	0.02%	OK	0.45	2/0	
P0-P1	50	2	5.25	239.73	0.23	0.11%	OK	0.45	2/0	
P0-P2	147	1	2.63	239.39	0.34	0.26%	OK	0.45	2/0	
P0-P3	187	0	0.00	239.39	0.00	0.26%	OK	0.45	2/0	
P0-P4	130	4	10.50	238.75	1.21	0.52%	OK	0.45	2/0	
P0-P5	459	1	2.63	237.68	1.07	0.98%	OK	0.45	2/0	
P0-P6	514	1	2.63	236.48	1.20	1.49%	OK	0.45	2/0	
P0-P7	632	1	2.63	235.01	1.47	2.12%	OK	0.45	2/0	

Tabla 12: Calculo de caída de tensión por nodo (Transformador 3)

PROYECTO LOMA DEL GALLO DEL CUPEY. CALCULO CAIDA DE TENSION EN REDES DE BAJA TENSION										
CENTRO TR	Carga Estimada (KVA)	Transformador	Usuarios	Amp. Transf.	Carga Total (KVA)	Carga Reserva (KVA)	Reserva %	% de Caída		
TR-LDGA-145	1.4	15	10	26.25	6.30	8.70	58%	3%		
POSICION	DISTANCIA (mt)	No. USUARIO	CORRIENTE TOTAL (Amp)	VOLTAJE FINAL (Volt.)	CAIDA DE VOLTAJE (Volt.)	PORCENTAJE DE CAIDA	SITUACION	Factor	Cable No.	
NODO			26.25	240.00	0.00					
P0	1	10	26.25	239.98	0.02	0.01%	OK	0.45	2/0	
P0	3	1	2.63	239.97	0.01	0.01%	OK	0.45	2/0	
P0-P1	50	2	5.25	239.74	0.23	0.11%	OK	0.45	2/0	
P0-P2	100	1	2.63	239.50	0.23	0.21%	OK	0.45	2/0	
P0-P3	150	1	2.63	239.15	0.35	0.35%	OK	0.45	2/0	
P0-P4	200	1	2.63	238.69	0.47	0.55%	OK	0.45	2/0	
P0-P5	91	0	0.00	239.97	0.00	0.01%	OK	0.45	2/0	
P0-P6	171	3	7.88	238.78	1.19	0.51%	OK	0.45	2/0	
P0-P7	218	1	2.63	239.46	0.51	0.22%	OK	0.45	2/0	

Tabla 13: Calculo de caída de tensión por nodo (Transformador 4)

PROYECTO LOMA DEL GALLO DEL CUPEY. CALCULO CAIDA DE TENSION EN REDES DE BAJA TENSION										
CENTRO TR	Carga Estimada (KVA)	Transformador	Usuarios	Amp. Transf.	Carga Total (KVA)	Carga Reserva (KVA)	Reserva %	% de Caida		
TR-C2LP-117	1.4	15	11	28.88	6.93	8.07	54%	3%		
POSICION	DISTANCIA (mt)	No. USUARIO	CORRIENTE TOTAL (Amp)	VOLTAJE FINAL (Volt.)	CAIDA DE VOLTAJE (Volt.)	PORCENTAJE DE CAIDA	SITUACION	Factor	Cable No.	
NODO			28.88	240.00	0.00					
P0	1	11	28.88	239.97	0.03	0.01%	OK	0.45	2/0	
P0	3	0	0.00	239.97	0.00	0.01%	OK	0.45	2/0	
P0-P1	50	1	2.63	239.86	0.12	0.06%	OK	0.45	2/0	
P0-P2	100	1	2.63	239.63	0.23	0.16%	OK	0.45	2/0	
P0-P3	425	1	2.63	238.98	0.99	0.42%	OK	0.45	2/0	
P0-P4	247	3	7.88	238.25	1.73	0.74%	OK	0.45	2/0	
P0-P5	297	2	5.25	236.87	1.38	1.32%	OK	0.45	2/0	
P0-P6	347	2	5.25	235.25	1.62	2.02%	OK	0.45	2/0	

Tabla 14: Calculo de caída de tensión por nodo (Transformador 5)

PROYECTO LOMA DEL GALLO DEL CUPEY. CALCULO CAIDA DE TENSION EN REDES DE BAJA TENSION								
CENTRO TR	Carga Estimada (KVA)	Transformador	Usuarios	Amp. Transf.	Carga Total (KVA)	Carga Reserva (KVA)	Reserva %	% de Caída
TR-C2LP-104	1.4	25	17	44.63	10.71	14.29	57%	3%

POSICION	DISTANCIA (mt)	No. USUARIO	CORRIENTE TOTAL (Amp)	VOLTAJE FINAL (Volt.)	CAIDA DE VOLTAJE (Volt.)	PORCENTAJE DE CAIDA	SITUACION	Factor	Cable No.
NODO			44.63	240.00	0.00				
P0	1	17	44.63	239.96	0.04	0.02%	OK	0.45	2/0
P0	3	1	2.63	239.95	0.01	0.02%	OK	0.45	2/0
P0-P1	100	0	0.00	239.95	0.00	0.02%	OK	0.45	2/0
P0-P2	150	3	7.88	238.91	1.05	0.46%	OK	0.45	2/0
P0-P3	50	3	7.88	239.60	0.35	0.17%	OK	0.45	2/0
P0-P4	105	2	5.25	239.12	0.49	0.37%	OK	0.45	2/0
P0-P5	159	1	2.63	238.74	0.37	0.53%	OK	0.45	2/0
P0-P6	262	1	2.63	238.13	0.61	0.78%	OK	0.45	2/0
P0-P7	32	1	2.63	239.88	0.07	0.05%	OK	0.45	2/0
P0-P8	77	1	2.63	239.70	0.18	0.13%	OK	0.45	2/0
P0-P9	127	1	2.63	239.40	0.30	0.25%	OK	0.45	2/0
P0-P10	184	1	2.63	238.98	0.43	0.43%	OK	0.45	2/0
P0-P11	394	1	2.63	238.06	0.92	0.82%	OK	0.45	2/0

ANTEPROYECTO



UNAPEC

UNIVERSIDAD APEC

Decanato de Informática e Ingeniería

“PROYECTO DE TRABAJO DE GRADO”

**“PROPUESTA TÉCNICA – ECONÓMICA DE DISEÑO DE UNA LÍNEA DE
DISTRIBUCIÓN DE 5 KILÓMETROS EN MEDIA TENSIÓN 7.2KV / 12.5KV
EN LA COMUNIDAD DE LA DESCUBIERTA EN ALTAMIRA.
(PROVINCIA DE PUERTO PLATA, AÑO 2016)”**

Proyecto de trabajo de grado para optar por el título de
Ingeniero Eléctrico Mención Potencia

SUSTENTANTES:

José Alej. Gómez	2012-0568
Carlos Alej. Vilorio	2011-1091
Leandro Carmona	2008-0079

ASESOR:

Ing. Cesar Félix

Santo Domingo, D. N.

Marzo 2016

Tabla de Contenido

1. TÍTULO DEL TEMA.	3
2. INTRODUCCIÓN.....	4
3. JUSTIFICACIÓN.	5
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	6
5. OBJETIVOS	7
5.1 OBJETIVO GENERAL:	7
5.2 Objetivos Específicos:	7
6. MARCO TEÓRICO.	8
6.1 MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL.....	13
7. HIPÓTESIS.....	15
8. DISEÑO METODOLÓGICO: METODOLOGÍA Y TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	15
8.1 METODOLOGÍA.....	15
8.2 TÉCNICAS.....	16
8.3 TIPO DE ESTUDIO	16
9. BIBLIOGRAFÍA.....	17
10. ESQUEMA DEL CONTENIDO DEL TRABAJO DE GRADO.....	18

1. Título

**“PROPUESTA TÉCNICA – ECONÓMICA DE DISEÑO DE UNA LÍNEA DE
DISTRIBUCIÓN DE 5 KILÓMETROS EN MEDIA TENSIÓN 7.2KV / 12.5KV EN
LA COMUNIDAD DE LA DESCUBIERTA EN ALTAMIRA.
(PROVINCIA DE PUERTO PLATA)”**

2. Introducción

La energía eléctrica desde sus orígenes hasta la actualidad desempeña un papel muy importante en el ámbito socio-político en el que se desarrolla un país. El gran porcentaje de desarrollo que adquiere una comunidad es por el suministro de energía eléctrica que reciben. Ya que logran avanzar en el combate contra la pobreza, mejoría de la educación y elevan su la calidad de vida fomentando pequeñas empresas. Asimismo es útil para promover el desarrollo de industrias en nuestro país. Además propicia el crecimiento económico de las comunidades, evitando con esto la migración a las ciudades.

Existen millones de personas las cuales no tienen acceso al uso de la energía eléctrica, estas personas normalmente son de bajos recursos que viven en zonas rurales. Uno de los mayores problemas de las comunidades es la electrificación rural para estas clases de zonas es el tema de la generación eléctrica que se ha convertido en uno de los puntos más polémicos de la sociedad, debido a que éste es mayormente sobre la base de costosos combustibles fósiles, al extremo que la producción de energía eléctrica en el país es una de las más costosas del Caribe y Latino América. Esta situación obliga a las distribuidoras a racionalizar las cargas en horas pico y en las horas base a los fines de no utilizar las generadoras de altos costos de producción.

Desde el punto de vista de la equidad social, se comprende que el suministro de energía y sus redes de distribución deben ser entendidos como un deber social del gobierno hacia la comunidad por lo que no deberían desde la perspectiva económica en términos de costo-beneficio por la distribuidora.

3. Justificación

La energía eléctrica ha sido una gran ayuda para el hombre en todos los ámbitos posibles desde su invención, y resulta ser algo inconcebible que hoy en día comunidades de nuestro país carezcan del preciado servicio lo que de una forma directa dificulta la estancia y el crecimiento de las comunidades en todos los niveles sociales y económicos posible, ya que no puede preservar los alimentos obtenidos del campo y la ganadería, y mucho menos invertir en negocios.

La República Dominicana tiene mucha deficiencia en este reglón en cuanto al tema energético de zonas se refiere, en muchas locaciones se dificulta la distribución de la energía eléctrica debido a varios factores entre los cuales podemos mencionar la falta de recursos económicos, las creaciones de comunidades en espacios muy remotos, entre otros. Pero es bien sabido que donde no llega la energía eléctrica provoca que las comunidades y sus habitantes estén rezagados limitando su desarrollo socio-económico. De ahí la necesidad de realizar este trabajo de grado como propuesta de electrificación para la comunidad de la Descubierta a los fines de determinar su viabilidad técnico-económico, aun el Estado asuma este último aspecto enmarcado en su carácter social y de igualdad de oportunidad para todos los dominicanos.

4. Planteamiento del Problema de Investigación

Según la UERS y las empresas de distribución de electricidad, construir las redes de distribución eléctrica para dotar a la comunidad de la Descubierta de suministro de energía es incosteable si se atiende al concepto costo-beneficio-retorno de la inversión, debido a su locación geográfica. Sin embargo, si se parte del criterio de equidad social y que es responsabilidad del Estado el bienestar de todos los dominicanos, dotar a dicha comunidad de una red de distribución eléctrica propiciaría que esta comunidad se desarrolle económica y socialmente al potenciar la posibilidad de su desarrollo agroindustrial, turística y de pequeñas industrias, además de minimizar la migración masiva de los campesinos del campo a la ciudad.

Es decir, que asumir el desarrollo de la comunidad dotándola de redes de distribución eléctrica debe ser asumido como un costo social por el Estado y no meramente a la luz del criterio costo-beneficio-retorno de la inversión.

Preguntas de Investigación

Pregunta Principal

- ¿Qué tan viable y productivo sería electrificar la zona de la Descubierta en Altamira?

Preguntas secundarias

- ¿Cuáles parámetros deberían ser evaluados para llevar a cabo dicho proyecto?
- Tomando como base la necesidad de este servicio, en comparación con la demanda de las personas de dicha comunidad, ¿A qué voltaje sería orientada la electrificación de este proyecto?

5. Objetivos

Objetivo General:

Elaborar una propuesta técnica-económica de la redes de distribución eléctrica para la comunidad de la Descubierta del municipio de Altamira, provincia Puerto Plata siguiendo las normativas de la Deutsche Energie Consulting (DECON).

Objetivos Específicos:

- Proponer un diseño de electrificación con niveles adecuados de voltaje evitando el desbalance en sus líneas.
- Diseñar un alumbrado público adecuado para dicha comunidad.
- Proponer la adecuada instalación de las acometidas de los distintos hogares para evitar los incendios de las viviendas.
- Convertir a los usuarios en clientes regulados.

6. Marco Teórico

Un sistema de distribución de energía eléctrica es el conjunto de equipos que permiten energizar en forma segura y fiable un número determinado de cargas, en distintos niveles de tensión, ubicados generalmente en diferentes lugares. Dependiendo de las características de las cargas, los volúmenes de energía involucrados, y las condiciones de fiabilidad y seguridad con que deban operar, los sistemas de distribución se clasifican en: Industriales, Comerciales, Urbanos, y Rurales.

La electrificación rural en nuestro país se inicia bajo el protagonismo de la Corporación Dominicana de Electricidad (CDE), empresa estatal creada en el año 1955, mediante la Ley Núm. 4115. A través de esta empresa, se incorporó a muchas comunidades rurales, siendo a partir del año 1972 cuando la CDE emprendió con mayor intensidad la ejecución del primer programa de electrificación rural, donde se contó con US\$7.4 millones aportados por el gobierno del Canadá, a través de la Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional (CIDA), actuando el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) como administrador de los fondos.

En la actualidad las empresas responsables, directamente, de construir, administrar, planificar y mantener las redes eléctricas de distribución en las distintas comunidades son las Empresas Distribuidoras de Electricidad (EDE's) y la Unidad de Electrificación Rural y Suburbana (UERS), bajo la supervisión de la Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales (CDEEE).

Por esto el Sistema Eléctrico Nacional Interconectado (SENI) de la República Dominicana y sus integrantes correspondientes se encargan de mantener una planificación y análisis tanto de la generación de energía y sus cargas, a los fines de abastecer lo mejor posible a la población. No obstante, la alta incidencia de pérdidas técnicas como no técnicas obliga a las distribuidoras del país a racionalizar la demanda para disminuir los costos primarios de la energía y así las pérdidas económicas.

La magnitud de dichas pérdidas obliga al gobierno a subsidiar a las distribuidoras a los fines de que estas puedan cumplir con sus compromisos de pagos con las generadoras de electricidad.

Los sistemas de distribución industrial comprenden a los grandes consumidores de energía eléctrica, que generalmente reciben el suministro eléctrico en alta tensión. Es frecuente que la industria genere parte de su demanda de energía eléctrica mediante procesos a vapor, gas o diesel. Los sistemas de distribución comerciales son un término colectivo para sistemas de energía existentes dentro de grandes complejos comerciales y municipales. Este tipo de sistemas tiene sus propias características como consecuencia de las exigencias especiales en cuanto a seguridad de las personas y de los bienes, por lo que generalmente requieren de importantes fuentes de respaldo en casos de emergencia.

Los sistemas de distribución urbanos alimentan la distribución de energía eléctrica a poblaciones y centros urbanos de gran consumo, pero con una densidad de cargas pequeña. Son sistemas en los cuales es muy importante la adecuada selección de los equipos y su correcto dimensionamiento.

Los sistemas de distribución rural se encargan del suministro eléctrico a zonas de menor densidad de cargas, por lo cual requiere de soluciones especiales en cuanto a equipos y a tipos de red. Debido a las distancias largas y las cargas pequeñas, es elevado el coste del KWh consumido.

En algunos casos es incluso justificado, desde el punto de vista económico, la generación local en una fase inicial, y sólo en una fase posterior, puede resultar económica y práctica la interconexión para formar una red grande. La red de distribución de la energía eléctrica es una parte del sistema de suministro eléctrico que es responsabilidad de las compañías distribuidoras de electricidad. La distribución de la energía eléctrica desde las subestaciones de transformación de la red de transporte se realiza en dos etapas.

La primera está constituida por la antiguamente denominada red de reparto que, partiendo de las subestaciones de transformación, reparte la energía, normalmente mediante anillos que rodean los grandes centros de consumo, hasta llegar a las estaciones transformadoras de distribución. Las tensiones utilizadas están comprendidas entre 25 KV y 132 kV. Intercaladas en estos anillos están las estaciones transformadoras de distribución, encargadas de reducir la tensión desde el nivel de reparto al de distribución en media tensión.

La segunda etapa la constituye la red de distribución propiamente dicha, comúnmente denominada red de media tensión, con tensiones de funcionamiento de 3 KV a 30 kV y mallada. Esta red cubre la superficie de los grandes centros de consumo (población, gran industria, etc.) uniendo las estaciones transformadoras de distribución con los centros de transformación,

que son la última etapa del 2 suministro en media tensión, ya que las tensiones a la salida de estos centros es de baja tensión (230/400 V).

Las líneas que forman la red de distribución se operan de forma radial, sin que formen mallas, al contrario que las redes de transporte y de reparto. Cuando existe una avería un dispositivo de protección situado al principio de cada red lo detecta y abre el interruptor que alimenta esta red.

La planificación de la red de distribución es una de las actividades más importantes de los centros de planificación de distribución. Se evalúa el coste de instalación del nuevo equipo, fiabilidad del sistema de distribución que se desea obtener y minimización de pérdidas, considerando el crecimiento vegetativo y nuevos consumidores. Minimizar el coste del sistema de distribución supone un gran reto. Simplemente un sistema con un solo feeder asociado presenta varias posibilidades de diseño al planificador. Encontrar pues un plan general de mínimo coste para un sistema de distribución implica una tarea difícil.

Por estas razones, el uso de herramientas basadas en la asistencia computacional ha sido el enfoque principal de muchos investigadores durante las pasadas cuatro décadas, dando lugar así a programas de optimización que ayudan al planificador a encontrar el mejor diseño entre muchas posibilidades. Estos programas nunca consideran todos los aspectos del problema y la mayoría incluye aproximaciones que limitan ligeramente la exactitud. Sin embargo pueden ayudar a reducir los costes de distribución hasta un 10%, razón suficiente para utilizarlos.

La planificación de un nuevo sistema requiere de una fuerte inversión, pero en contra de lo que pueda parecer, es la planificación más fácil de las tres. El

planificador empieza desde cero y planifica un nuevo sistema en una región dada. El principal reto de esta planificación es escoger el mejor diseño dentro de los muchos tipos existentes. Desafortunadamente este tipo de planificación es la menos habitual. Mucho más común es la necesidad de expandir una red existente donde lentamente ha ido creciendo la carga o aparecen nuevos consumidores y se puede esperar una sobrecarga. Este tipo de planificación es más complicado debido a dos razones: Primero que las nuevas rutas, las nuevas ubicaciones de equipo y las actualizaciones del equipo, están limitados por razones prácticas, operacionales, ambientales y sociales. La segunda razón es que cuando se parte de un sistema ya existente las opciones de actualización son muy variadas. Se han desarrollado varios algoritmos para resolver problemas no-lineales en esta área.

La planificación operacional determina el patrón de configuración para la operación de un sistema ya construido, con la finalidad de que el sistema cumpla los requerimientos de caída de tensión y carga, mientras se tienen las mínimas pérdidas. La tarea principal en este tipo de planificación es minimizar las pérdidas cumpliendo las restricciones de carga y operación.

Los algoritmos de resolución del problema de la planificación de redes de media tensión han de trabajar a sistemas de muy elevada dimensión. Reducir los costes es sin duda la principal justificación para aplicar estos algoritmos, pero también, el reducir el tiempo y el esfuerzo requerido para desarrollar un plan de distribución se beneficia con la optimización.

Marco Teórico Conceptual

- 1. Comunidad Rural:** Se conoce como comunidad rural al pueblo que se desarrolla en el campo y alejado de los cascos urbanos.
- 2. Comisión Nacional de Energía (CNE):** Es la institución encargada de trazar la política del Estado en el Sector Energía. Fue creada mediante la Ley General de Electricidad (LGE) No.125-01, del 26 de julio de 2001; la cual consagra las actividades de los subsectores: Eléctrico, Hidrocarburos, Fuentes Alternas y Uso Racional de Energía; es decir, del sector energético en general.
- 3. Empresa Distribuidora de electricidad (EDE):** Empresa responsable, directamente, de construir, administrar y mantener las redes eléctricas de distribución en las distintas comunidades.
- 4. Electrificación:** Producción y suministro de energía eléctrica en un sitio desprovisto anteriormente de ella.
- 5. Electrificación Rural:** Es la disponibilidad de servicios en el Medio Rural, abastecido mediante una infraestructura adecuada, instalada para satisfacer la demanda de las fincas, centros poblados, viviendas o establecimientos de la zona. Comisión Nacional de energía en su presentación propuesta en el 2006.
- 6. Energía Eléctrica:** La energía eléctrica es una fuente de energía renovable que se obtiene mediante el movimiento de cargas eléctricas (electrones positivos y negativos) que se produce en el interior de materiales conductores (por ejemplo, cables metálicos como el cobre).

7. Unidad de electrificación Rural y Suburbana (UERS): es la encargada de promover, discutir y someter los programas de electrificación para las zonas rurales y suburbanas del País que estén pobladas por familias de escasos recursos económicos, y cualquier otro asunto que sea de su competencia. La Unidad de Electrificación Rural y Sub-Urbana (UERS), creada en virtud de lo dispuesto por el Artículo 138, Párrafo II, de la Ley General de Electricidad No. 125-01, de fecha veintiséis (26) del mes de julio del año dos mil uno (2001).

7. Hipótesis

La propuesta de electrificación para la comunidad de la Descubierta, municipio de Altamira, provincia Puerto Plata puede potenciar su desarrollo económico, turístico y social, al brindar la oportunidad de desarrollo agroindustrial y de pequeñas empresas.

8. Diseño Metodológico: Metodología y Técnicas de Investigación

El método a utilizar para la presente investigación será el analítico, debido a que se identificarán las diferentes variables eléctricas para proponer el sistema de distribución de electricidad para las zonas en cuestión, conjunto con los aspectos económicos asociados.

Metodología

La investigación tiene como objetivo principal la electrificación de la comunidad de la Descubierta, municipio de Altamira, provincia Puerto Plata. Esto será realizado mediante análisis de campo de la zona incluyendo análisis de las variables eléctricas que conducirán a la propuesta de las redes de electrificación para la comunidad de la Descubierta. Para cumplir con los objetivos de la investigación se realizarán visitas a la comunidad, procediendo a hacer un croquis de la misma, llevando un registro de la cantidad de casa y negocios para los cálculos de la demanda que tendrá está.

Logrado esto se procederá a la selección de los conductores adecuados para el tendido eléctrico cumpliendo con el reglamento provisto por el comité de Edenorte, Edesur, Edeeste en su documento de especificaciones técnicas de materiales.

Por último se procederá a la determinación de la cantidad de poste dispuestos para la suspensión de los conductores, transformadores entre otros elementos de distribución respetando siempre la Norma de Distribución que regula los Sistemas Aéreos de Media Tensión de 7,2KV y 12.5KV con neutro común de Media y Baja tensión y Sistema Aéreo de Baja Tensión 240/120 con Cable Triplex desarrollado por Deutsche Energie Consulting (DECON), determinado esto se procederá, a la elaboración de los planos y los diagramas para la elaboración del presupuesto para el costo del proyecto.

Técnicas

Se realizarán consultas en libros de referencia del tema tratado, consultas a bases de datos, revistas, publicaciones, boletines energéticos, encuestas y entrevistas.

Tipo de estudio

El tipo de estudio que se realizará será descriptivo, de visitas de campo, demostrativo y por medio de entrevistas. Se formularán hipótesis y la comprobación de las mismas.

9. Bibliografía.

- Corporación Dominicana de Empresas Eléctricas Estatales. Portal de Circuitos. 27 Octubre 2014. Recuperado de: <http://www.circuitos.gob.do/About.aspx>.
- Empresa Distribuidora del Norte. Historia del Sector Eléctrico Dominicano. Recuperado de: <http://www.edenorte.com.do/nuestra-empresa/resena-del-sector-electrico-dominicano/>
- Universidad Pontificia Comillas, Electrificación de zonas Rurales Aisladas <https://www.iit.upcomillas.es/docs/TM-08-107.pdf>
- Universidad de Chile Proyecto de Electrificación Rural de la Localidad de Camar
http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2006/daniel_p/sources/daniel_p.pdf
- E. Romero, A. Gómez, J. Riquelme, and F. Llorens, "Path-Based Distribution Network Modeling: Application to Reconfiguration for Loss Reduction," IEEE Trans. Power Syst., Vol. 20, No. 2, pp.556 – 564, Mayo 2005.
- J. L. Bernal-Agustín, "Aplicación de Algoritmos Genéticos al Diseño Optimo de Sistemas de Distribución de Energía Eléctrica," Ph.D. dissertation, Universidad de Zaragoza, España, 1998
- V. Miranda, and L.M. Proenca, "Probabilistic Choice vs. Risk Analysis - Conflicts and Synthesis in Power System Planning," IEEE Trans. Power Syst., Vol. 13, No. 3, pp. 1038 – 1043, Agosto 1998.
- I. J. Ramírez, and J.A. Dominguez, "New Multiobjective Tabu Search Algorithm for Fuzzy Optimal Planning of Power Distribution Systems," IEEE Trans. Power Syst., Vol. 21, No. 1, pp. 224 – 233, Feb 2006

10. Esquema del Contenido del Trabajo de Grado

Resumen

Agradecimientos

Dedicatorias

Tabla de Contenido

Lista de Tablas y/o Graficas

Introducción

Capítulo 1: Antecedentes

1.1 Ubicación de la comunidad

1.2 Breve historia del Sector Eléctrico de República Dominicana

1.3 Empresas involucradas en el sector de las Redes de Distribución Eléctricas Dominicanas.

Capítulo 2: Marco Conceptual

2.1 Criterios de Selección del Punto de Interconexión.

2.2 Criterios de Selección de los Lugares donde serán colocados los Puntos de Apoyo.

2.3 Criterios para la Medición de la Carga Demandada por la Comunidad.

2.4 Principio de Operación de las Redes de Distribución Eléctricas.

2.5 Criterios de Selección de los Cables Alimentadores de Media y Baja Tensión.

2.6 Criterio para la Selección de Los Transformadores.

2.7 Criterios para la Selección de los Postes.

2.8 Parámetros y elementos de la obra civil.

Capítulo 3: Condiciones de la propuesta

- 3.1 Identificación de la Carga Demandada por la Comunidad.
- 3.2 Determinación de la Carga Mínima y Máxima.
- 3.2 Cálculos de la Potencia Demandada por la Comunidad.
- 3.3 Selección del Tipo de Cable
- 3.4 Selección del tipo de Transformador
- 3.5 Selección del Tipo de Poste.
- 3.6 Determinación de la Cimentación de los Puntos de Apoyo.
- 3.7. Identificación del Impacto Socio-Económico.

Conclusiones

Recomendaciones

Referencias

Bibliográficas