



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICIDAD**

TEMA:

**Factibilidad técnica del servicio eléctrico aplicado al sistema de
subtransmisión a nivel 69 kV, Subestación Santa Elena – Chanduy.**

AUTOR:

Castellano Reyes, Danny Xavier

**Trabajo de titulación previo a la obtención del grado de
INGENIERO ELÉCTRICO**

TUTOR:

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando, MSc

Guayaquil, Ecuador

03 de septiembre del 2024



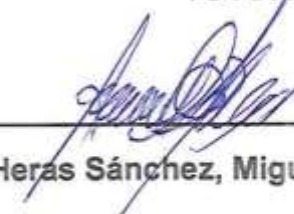
UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICIDAD

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **CASTELLANO REYES, DANNY XAVIER**, como requerimiento para la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico.

TUTOR



Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando, MSc

DIRECTOR DE LA CARRERA



Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo Ph.D

Guayaquil, a los 3 días del mes de septiembre del año 2024



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICIDAD

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Castellano Reyes, Danny Xavier**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Factibilidad técnica del servicio eléctrico aplicado al sistema de subtransmisión a nivel 69 kV, Subestación Santa Elena – Chanduy**, previo a la obtención del Título de Ingeniero Eléctrico, fue desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 3 días del mes de septiembre del año 2024

EL AUTOR (A)

Castellano Reyes, Danny Xavier



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELÉCTRICIDAD

AUTORIZACIÓN

Yo, **Castellano Reyes, Danny Xavier**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la publicación en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación **Factibilidad técnica del servicio eléctrico aplicado al sistema de subtransmisión a nivel 69 kV, Subestación Santa Elena – Chanduy**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 3 días del mes de septiembre del año 2024

EL AUTOR:

Castellano Reyes, Danny Xavier



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA

CERTIFICADO COMPILATE

La Dirección de las Carreras Telecomunicaciones, Electricidad y Electrónica y Automatización revisó el Trabajo de Integración Curricular, **Factibilidad técnica del servicio eléctrico aplicado al sistema de subtransmisión a nivel 69 kV, Subestación Santa Elena – Chanduy**, presentado por el estudiante Castellano Reyes, Danny Xavier, de la carrera de INGENIERÍA ELÉCTRICA, donde obtuvo del programa COMPILATE, el valor de **5 %** de coincidencias, considerando ser aprobada por esta dirección.



f.

Atentamente

Ing. Heras Sánchez, Miguel Armando, MSc

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios Padre Todopoderoso por guiarme en cada paso de mi vida y permitirme culminar con éxito esta importante etapa académica.

De manera especial, expreso mi más sincero agradecimiento a mi tutor, el Ing. Miguel Armando Heras Sánchez, MSc., por su invaluable dirección, apoyo constante durante el desarrollo de este trabajo de titulación. Su experiencia y conocimientos fueron fundamentales para alcanzar esta meta.

A mi esposa Liliana, mis hijos Jahir y Dannia, por su amor incondicional, paciencia y comprensión. Gracias por estar siempre a mi lado, por alentarme a perseguir mis sueños y por ser mi mayor motivación para seguir creciendo personal y profesionalmente.

Finalmente, agradezco a todas las personas e institución que de una u otra forma contribuyeron a mi formación académica y personal. Gracias a ustedes hoy puedo decir que he alcanzado un logro más en mi vida.

Danny Xavier, Castellano Reyes

DEDICATORIA

Dedico este trabajo de titulación a Dios, por guiar mi camino y darme la fortaleza necesaria para culminar esta etapa académica con éxito.

A mis amados padres Luis y Manuela, por su apoyo constante y sabios consejos que me han permitido ser la persona que soy hoy en día. Gracias por creer en mí y motivarme a perseguir mis sueños.

A mi esposa Liliana, mis hijos Jair y Dannia, quienes son mi mayor inspiración y la razón por la que me esfuerzo cada día por ser mejor. Ustedes llenan mi vida de alegría y me impulsan a seguir cosechando logros académicos y profesionales.

A mi familia en general, por estar siempre a mi lado en los momentos más importantes. Su cariño y compañía han sido fundamentales para alcanzar esta meta.

Finalmente, dedico este trabajo a todas las personas que de una u otra forma contribuyeron a mi formación, ya sea a través de sus enseñanzas, consejos o simplemente su presencia. Gracias a todos ustedes por ser parte de este logro.

Danny Xavier, Castellano Reyes



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA.**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

Ing. Bohórquez Escobar, Celso Bayardo, Ph.D

DIRECTOR DE CARRERA

Ing. Ubilla Gonzalez, Ricardo Xavier, MSc

COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

Ing. Hidalgo Aguilar, Jaime Rafael, MSc

OPONENTE

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	VI
DEDICATORIA	VII
ÍNDICE GENERAL	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XVII
RESUMEN.....	XIX
ABSTRACT	XX
CAPÍTULO 1.....	2
1.Introducción	2
1.1. Planteamiento del Problema.....	3
1.2. Justificación del problema.....	4
1.3. Antecedentes	5
1.4. Objetivos.....	6
1.4.1. Objetivo general:.....	6
1.4.2. Objetivos específicos:	6
1.5. Hipótesis	6
1.6. Metodología	6
1.6.1. Método cuantitativo	6
1.6.2. Método de Medición.....	7
1.7.1. Investigación exploratoria	7
1.7.2. Investigación descriptiva	7
1.7.3. Investigación Explicativa	7
1.8. Técnicas de investigación	8

1.8.1. La observación	8
1.8.2. Tecnológica	8
CAPÍTULO 2.....	9
Marco Teórico	9
2. Marco legal	9
2.1. Constitución de la República del Ecuador 2008.	9
2.1.1. Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica.	10
2.1.2. Acuerdo Ministerial No. 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente.	10
2.1.3. Resolución ARCONEL- 018/18	10
2.1.4. Reglamento general de la ley orgánica del servicio público de energía eléctrica 10	
2.1.5. Resolución Nro. ARCERNNR-001/2023.....	11
2.2. Marco conceptual.	11
2.2.1. El servicio eléctrico en el Ecuador	11
2.2.2. Calidad del servicio eléctrico en el Ecuador	11
2.2.3. Ecuador y el nivel de voltaje de acuerdo a la norma legal.	12
2.2.4. Franja de servidumbre	12
2.2.5. Accesos o vías transitorios.....	13
2.2.6. Sistemas de subtransmisión eléctrica.	13
2.2.7. Diseño y cálculos eléctricos	14
2.2.8. Diseño y cálculos mecánicos	14
2.2.9. Selección de materiales y estructuras	14
2.2.10. Instalación de protecciones.....	15
2.2.11. Certificación de cálculos.....	15
2.2.12. Implementación de tecnología	15

2.2.13. Repotenciación de línea de subtransmisión 69 kV	15
CAPÍTULO 3.....	16
Descripción de la línea de subtransmisión de 69 kV, subestación Santa Elena – Chanduy.	16
3.1. Ubicación de la línea de subtransmisión de 69 kV, subestación Santa Elena – Chanduy.	16
3.2. Aspectos generales de la línea de subtransmisión de 69 kV, de subestación Santa Elena – Chanduy	16
3.2.1. Aspectos generales.....	17
3.2.2. Tipos de estructuras instaladas.....	17
3.2.3. Estructura Tipo A	17
3.2.4. Tipo HD.....	17
3.2.5. Tipo S	17
3.2.6. Situación actual del sistema de subtransmisión de 69 kV, de subestación Santa Elena – Chanduy	19
3.2.7. Identificación de fallas en las fases A-B-C subestación Santa Elena – Chanduy	20
3.2.9. Identificación de los problemas	21
3.2.10. Conductor en mal estado	21
3.2.11. No cuenta franja de servidumbre	22
3.2.12. Aislador de suspensión en fibra de vidrio	22
3.2.13. El tensor, ha perdido su resistencia	23
3.2.14. Sistema falta nomenclatura e identificación	24
3.2.15. Sistema no cuenta con cable de guarda	24
3.2.16. Herrajes en mal estado	25
Capítulo 4	26

Propuesta de repotenciación, reforzamiento y modernización de la línea de subtransmisión de 69 kV, de subestación Santa Elena – Chanduy	26
4.1. Antecedentes	26
4.2. Alcance	27
4.3. Beneficiarios	27
4.4. Viabilidad	27
4.5. Factibilidad	27
4.6. Software SCADA	28
4.6.1. El SCADA permite analizar:	29
4.7. Diseño autónomo de la línea de subtransmisión de 69 kV, subestación Santa Elena – Chanduy	30
4.8. Proceso de repotenciación, reforzamiento y modernización de la línea de subtransmisión de 69 kV, subestación Santa Elena – Chanduy	32
4.9. Intervención del sistema	33
4.9.1. Estructura que se instalara en cada poste	36
4.10. Estructuras de línea de Subtransmisión 0 V.	36
4.10.1. ETE-1GR, Una vía Hilo de guarda - retención pasante	36
4.10.2. ETE-1GS Una vía-hilo de guarda-suspensión o pasante	36
4.10.3. ETE-1GA / Una vía-hilo de guarda amarre final	36
4.11. Estructuras en línea de subtransmisión 69kV	36
4.11.1. ETN-3LS Estructura 69kV	36
4.11.2. ETN-3BD Estructura 69kV	37
4.11.3. ETN-3BD 90° Estructura 69kV	37
4.11.4. ETN-3BR Estructura 69kV	37
4.11.5. ETN-3HD Estructura 69kV	37
4.12. Identificación del poste	38

4.12.1. Postes de hormigón armado	38
4.12.2. Geometría de los postes	39
4.12.3. Conicidad.....	39
4.12.4. Dimensiones en la punta.....	39
4.13. Anclas de hormigón para tensores.....	39
4.14. Conductores de aluminio y cobre.....	39
4.15. Conductor tipo ACAR calibre 750 MCM	39
4.16. Conductor de cobre desnudo	40
4.17. Pernos de puesta a tierra.....	41
4.19. Cable de fibra optica	42
4.19.1. Unidad Óptica	44
4.19.2. Cable OPGW y su núcleo óptico.....	44
4.20. Cable tensor de acero galvanizado.....	44
4.21. Alambres.....	44
4.22. Las uniones y empalmes	44
4.23. Herrajes galvanizados	44
4.23.1. Pernos, tuercas y arandelas	45
4.24. Aisladores de suspension polimero.....	45
4.25. Aislador line post.....	47
4.25.1. Varillas de anclaje	47
4.25.2. Crucetas, pletinas de union y pie amigos	47
4.25.3. Adaptador Y "CLEVIS BALL"	49
4.25.4. Adaptador rótula ojo.....	49
4.25.5. Adaptador "U" grillete de acero galvanizado	50

4.25.6. Grapa de retención para conductor de aluminio hasta calibre 750 MCM	51
4.25.7. Grapa de suspensión para conductor 750 MCM	51
4.25.8. Grapa de suspensión para aislador Line Post “CLAMPTOP CLAMPS”	53
4.25.9. Amortiguador para conductores y para cable OPGW	53
4.25.10. Adaptador guardacabo de retención	54
4.25.11. Conector de ranuras paralelas OPGW	54
4.25.12. Adaptador eslabón ojo-ojo	55
4.26. Caja OPGW, de acople del sistema	55
4.26.1. Cajas OPGW-Red de fibra óptica subterránea	55
4.26.2. Terminales para el cable de fibra óptica (ODF's)	57
4.27. Conectores de aluminio para conductor	58
4.28. Varillas puestas a tierra	59
4.29. Protector de línea performado	60
4.30. Balizas de Señalización	61
4.31. Placas de aviso de peligro	61
4.32. Ejecucion del trabajo de investigacion	61
4.33. Tiempo de trabajo	62
4.34. Presupuesto.....	62
Capítulo 5	63
Conclusiones y recomendaciones	63
5.1. Conclusiones	63
5.2. Recomendaciones	64

INDICE DE GRAFICO

Grafico 1	12
Grafico 2	13
Grafico 3	14
Grafico 4	21
Grafico 5	22
Grafico 6	23
Grafico 7	23
Grafico 8	24
Grafico 9	24
Grafico 10	25
Grafico 11	28
Grafico 12	29
Grafico 13	31
Grafico 14	33
Grafico 15	34
Grafico 16	34
Grafico 17	35
Grafico 18	40
Grafico 19	42
Grafico 20	43
Grafico 21	45
Grafico 22	47
Grafico 23	48
Grafico 24	49
Grafico 25	50
Grafico 26	50
Grafico 27	51

Grafico 28	52
Grafico 29	53
Grafico 30	53
Grafico 31	54
Grafico 32	54
Grafico 33	55
Grafico 34	56
Grafico 35	56
Grafico 36	57
Grafico 37	57
Grafico 38	58
Grafico 39	59
Grafico 40	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	18
Tabla 2	18
Tabla 3	19
Tabla 4	20
Tabla 5	38
Tabla 6	40
Tabla 7	41
Tabla 8	42
Tabla 9	46
Tabla 10	48
Tabla 11	60

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1	66
Anexo 2	67
Anexo 3	68
Anexo 4	69
Anexo 5	70
Anexo 6	71
Anexo 7	72
Anexo 8	73
Anexo 9	74
Anexo 10	75
Anexo 11.....	76
Anexo 12	96
Anexo 13	97
Anexo 14	98

RESUMEN

En la actualidad el sistema de subtransmisión 69 kV existente subestación Santa Elena – Chanduy, presenta múltiples fallas, de acuerdo al trabajo de investigación se determina que el sistema es obsoleto, a causa del tiempo que se encuentra instalado prestando servicio a la sociedad, con la ejecución de análisis técnico, jurídico, conceptual, concluyendo en la resolución de la propuesta. El proyecto busca corregir las fallas del sistema mediante la repotenciación, con la finalidad de suministrar energía de calidad, minimizando las fallas, en concordancia con lo establecido en la entidad reguladora de energía eléctrica. Es primordial la ejecución del presente proyecto para así analizar el comportamiento del sistema, de subtransmisión 69kV existente de la subestación Santa Elena, su troncal inicia en el cantón Santa Elena y culmina en la parroquia Chanduy, beneficiando a los habitantes de la zona costera de Santa Elena-Ecuador, actualmente se presentan desconexiones a causa de la vetustez de aisladores, cable de aluminio, postes y estructuras, elementos del sistema, que hacen viable y factible el proyecto. El diseño de la investigación cuenta con tres capítulos que versan en el análisis de teorías, metodología investigativa y propuesta, que busca implementar un nuevo sistema de subtransmisión 69 kV subestación Santa Elena, fortaleciendo el sistema con la repotenciación.

Palabras claves: Subtransmisión, subestación, fallas, técnico, calidad, regulación, aisladores, vetustez.

ABSTRACT

Currently, Currently, the existing 69 kV subtransmission system at the Santa Elena – Chanduy substation has multiple failures. According to the research work, it is determined that the system is obsolete, due to the time it has been installed providing service to society, with the execution of technical, legal, conceptual analysis, concluding in the resolution of the propasan. The project seeks to correct system failures through repowering, with the purpose of supplying quality energy, minimizing failures, in accordance with the provisions of the electric energy regulatory entity. The execution of this project is esencial in order to analyze the behavior of the existing 69kV subtransmission system of the Santa Elena substation, its trunk begins in the Santa Elena canton and culminates in the Chanduy parish, benefiting the inhabitants of the coastal area of Santa Elena-Ecuador, currently there are disconnections due to the aging of insultaos, aluminum cables, poles and structures, elements of the system, which make the project viable and feasible. The research design has three chapters that deal with the analysis of theories, investigative metodológica and proposal, which seeks to implement a new 69 kV subtransmission system at the Santa Elena substation, strengthening the system with repowering.

Keywords: Subtransmission, substation, failures, technical, quality, regulation, insulators, old age.

CAPÍTULO 1

1. Introducción

El servicio eléctrico del sistema de subtransmisión a nivel 69 kV, subestación Santa Elena – Chanduy, se encuentra seriamente afectado, continuamente, se presentan desconexiones a causa del mal estado del conductor y sus herrajes, provocando deficiencias en el suministro eléctrico de la red a nivel 69 kV y no garantiza la óptima disponibilidad del servicio del suministro eléctrico a los alimentadores, la demanda de los usuarios se encuentra sujeta a desconexiones imprevistas.

La distribuidora de energía que administra, este sistema se encuentra ubicada en la franja costera del Ecuador, cantón Santa Elena, que pertenece a la provincia del mismo nombre; cuenta con varias subestaciones y agencias. Suministra energía, posee instalado en el sistema líneas de subtransmisión a nivel de 69 kV, que permite conectarse a diversas subestaciones eléctricas de 69/13.8 kV; es así que la línea de 69 kV Santa Elena - Chanduy, forma parte de esta interconexión, entregando el servicio de energía eléctrica a zonas urbanas y rurales, en este sector predominan zonas agrícolas y acuícolas, siendo esta un área en industrial.

Con los antecedentes expuestos es necesario el estudio de factibilidad técnico -económico, con la instalación y repotenciación del sistema de distribución de red a nivel 69 kV, de subestación Santa Elena – Chanduy, que se modernizará y fortalecerá de acuerdo al requerimiento energético actual, en el presente trabajo investigativo se analiza teóricamente, las causas del mal estado del sistema y se avala con conceptos, teorías, normas legales e ingeniería técnica aplicable al sistema, la factibilidad del proyecto se realiza en concordancia a los costos que se ejecutarán, considerando la mano de obra para la instalación del proyecto.

Se analiza el estudio técnico, la factibilidad del proyecto, que permite a la empresa distribuidora, valorar su eficiencia al distribuir energía, además de minimizar el período de desconexiones en el sistema, garantiza el suministro eléctrico continuo minimizando la influencia de armónicos en la red a nivel 69 kV,

la demanda eléctrica encuentra el equilibrio, alcanzando la satisfacción del usuario, acorde a las normas técnicas establecida para su funcionamiento.

El presente estudio brinda respuesta oportuna a un grave problema, que padece la Subestación Santa Elena – Chanduy, el impacto socioeconómico en la zona, es relativamente viable para su ejecución, con márgenes de rentabilidad a beneficio de la empresa distribuidora y del usuario final.

1.1. Planteamiento del Problema.

El sistema las líneas de 69 kV Santa Elena – Chanduy, conectados a la Subestación Santa Elena – Chanduy, padece un grave problema en su infraestructura, conductor y herrajes en mal estado, que provocan desconexiones a causa de armónicos, que hacen que las protecciones se activen desconectando el sistema de subtransmisión a nivel 69 kV, causando molestias en los usuarios y pérdidas económicas a la empresa distribuidora, al reestructurar sistema de subtransmisión a nivel 69 kV, permite la recepción de energía, realizando la transformación de la carga y voltaje, regulando su uso de acuerdo la necesidad del usuario.

El sistema actualmente conectado a cumplido su vida útil, a nivel de línea de subtransmisión, aisladores, conductor de aluminio, postes y estructuras metálicas (torres), se hace indispensable repotenciar la línea de 69kV Santa Elena – Chanduy, con la finalidad de garantizar el suministro eléctrico, a quienes se les entrega energía, además se busca la interconexión del sistema con el centro de control de la empresa distribuidora.

El presente proyecto busca repotenciar y fortalecer el sistema a futuro, visualizando el crecimiento demográfico, en el área de intervención de la empresa distribuidora del suministro eléctrico, con la prestación del servicio en las diferentes zonas residencial, rural, comercial, agrícola, acuícola e industrial, corrigiendo las falencias que se presentan actualmente, el sistema prediciendo el suministro de energía optimo minimizando las fallas en el suministro de energía.

1.2. Justificación del problema

En la actualidad es indispensable disponer de energía eléctrica, para desarrollar sus diversas actividades, de índole individual, colectivo e industrial, elemento cabal, en la vida de la población mundial, con la finalidad de satisfacer las necesidades de la sociedad. La electricidad estimula el desarrollo económico de la sociedad que la consume, las actividades se fortalecen con la instalación de diversos sistemas de suministro eléctrico, garantizando la continuidad, en los sistemas de generación, transmisión y distribución de forma centralizada.

El estado ecuatoriano ante la grave crisis económica que padece, hace indispensable la autogeneración de los usuarios, que buscan cubrir su necesidad, buscando mecanismos que le produzcan energía eléctrica, para su consumo individual de sus viviendas y obtienen este servicio a través de paneles fotovoltaicos que implica costos propios del usuario, reduciendo ese consumo a la empresa distribuidora de energía.

La línea de subtransmisión 69kV, que se encuentra instalada actualmente fue su inicio de funcionamiento en el año 1986, ha transcurrido alrededor de treinta y cinco años, tiempo considerable y el sistema ha cumplido ya su vida útil, su troncal inicia en el cantón Santa Elena en CELEC EP y culmina en la Subestación Chanduy, ubicada en la parroquia del mismo nombre, a la fecha presenta diferentes desperfectos en línea, herrajes y elementos del sistema, que producen la desconexión e interrupción del servicio; afectando a la sociedad en general y a grandes clientes de la empresa distribuidora, del área industrial, agrícola y acuícola.

La empresa distribuidora, actualmente cumple con la finalidad de conectar a diversas subestaciones a la línea de 69 kV. Forma parte de este sistema las líneas de 69 kV Santa Elena - Chanduy, que brinda el servicio de energía eléctrica a zonas urbana, rural, industrial y agrícola, su beneficio se enfoca en el ámbito industrial, social y urbanístico.

La demografía de este sector, tiene como consecuencia inmediata el incremento de habitantes de la zona urbana y rural, afectando con un mayor consumo de energía, la capacidad de la carga a la subestación.

Es de vital importancia reestructurar y repotenciar el sistema en estudio, con la finalidad mejorar la calidad del suministro de energía eléctrica que brinda a los usuarios, minimizando el tiempo de desconexión, evitando posibles sobrecargas que se pueden generar debido a incidentes en el sistema.

El presente proyecto busca que la empresa distribuidora, brinde un servicio eficiente, continuo y óptimo a los usuarios, minimizando las desconexiones en el sistema de las líneas de 69 kV Santa Elena - Chanduy

1.3. Antecedentes

El sistema de subtransmisión a nivel 69 kV Santa Elena – Chanduy, continuamente presenta fallas en el sistema, que producen desanexión del suministro de energía, por caída de líneas o el mal estado de sus herrajes, elementos en caída libre debido a la altura en que se encuentran instaladas, produciendo daños en el lugar que caen, poniendo en riesgo y en peligro a las personas que transitan bajo estas estructuras que en su momento se instalaron en lugares distantes del área rural y urbana habitada.

En la actualidad al pasar de los años la demografía de las diferentes comunidades, se ha incrementado de manera indiscriminada, por diferentes factores, principalmente la migración territorial, por la falta de trabajo, encuentra en el trabajo agrícola de la zona, una opción de subsistencia familiar.

Las líneas del sistema, ahora se encuentran en área habitada, haciendo indispensable su repotenciación, con la instalación de nuevas estructuras y desalojo del actual sistema que se encuentra instalado y que ha cumplido su vida útil.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general:

Establecer la factibilidad técnica mediante el reforzamiento y modernización de la línea de subtransmisión de 69 kV, en subestación Santa Elena – Chanduy

1.4.2. Objetivos específicos:

1. Analizar la factibilidad técnica, mediante la repotenciación del sistema de subtransmisión de 69 kV, en subestación Santa Elena – Chanduy.
2. Identificar las causas de la desconexión de línea de subtransmisión de 69 kV, en subestación Santa Elena – Chanduy, en reiteradas ocasiones
3. Diseñar el sistema de línea 69 kV existente de la subestación Santa Elena – Chanduy, modernizando la comunicación con el centro de control y la empresa distribuidora de energía.

1.5. Hipótesis

Al realizar el estudio de factibilidad técnica en el sistema de subtransmisión de 69 kV, se mejorará el servicio eléctrico en subestación Santa Elena – Chanduy, mediante el fortalecimiento de las líneas.

1.6. Metodología

Dentro del proceso investigativo se afianzará con metodología cuantitativo, cuantitativa y mixta, que se sustentan en teorías de diferentes autores y nos muestra la representación del planteamiento que se propone a investigar.

1.6.1. Método cuantitativo

En el presente proceso de investigación aplicare el este método se miden fenómenos en estudio con diversas técnicas y tipos de investigación, además de probar una hipótesis, en este proceso se realizan análisis del tipo causa y efecto. Se considera necesaria para probar hipótesis, con el análisis de medición, permite establecer el comportamiento del fenómeno a investigar

1.6.2. Método de Medición.

El presente método se aplica en la investigación y permite al investigador, con la finalidad de obtener información real del sistema en estudio, llegando a comparar el valor que se obtiene y permite comparar con los parámetros de acuerdo a la norma vigente, en relación tiempo, secuencia y valores establecidos, verificando el rango de diferencia con la “validez y confiabilidad que componen dicho instrumento de medición” (Ruíz Fuentes, Gonzalez Nuñez, & Vargas Chanes , 2024).

1.7. Tipos de investigación

Se aplican diferentes tipos de investigación, que avalan la hipótesis de la investigación, cumpliendo los objetivos propuestos en beneficio de la sociedad la repotenciación del sistema de subtransmisión de 69 kV, en subestación Santa Elena – Chanduy.

1.7.1. Investigación exploratoria

Es utilizada en el método cualitativo, como cuantitativo. En el alcance exploratorio, la investigación es aplicada en fenómenos que no se han investigado previamente y se tiene el interés de examinar sus características. (Ramos Galarza , 2020)

1.7.2. Investigación descriptiva

Este tipo de investigación busca describir la naturaleza, del fenómeno en estudio, sin concentrarse en las razones que se producen una determinada alteración en el fenómeno. La información que se obtiene en este tipo de investigación, los datos que se recogen, al ser analizados, permite su análisis minucioso con el uso y aplicación de diferentes técnicas de investigación.

1.7.3. Investigación Explicativa

Permite explicar desde el contexto inicial, hasta el final de la investigación, creando “un paradigma codificado, que represente la construcción de la realidad a la que se llega mediante la interacción subjetiva con los participantes” (Ramos Galarza , 2020)

1.8. Técnicas de investigación

1.8.1. La observación

Esta técnica permitió al investigador la recolección de datos, ofreciendo los elementos indispensables para establecer la hipótesis con el “registro sistemático, válido y confiable de comportamientos y situaciones observables” (Hernández Sampieri, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2016);

1.8.2. Tecnológica

La tecnología se centra en el saber hacer, de manera organizada, planificando y creando recursos, es necesario en el desarrollo de la presente investigación, la intervención y el control del sistema a través del software SCADA, que permite determinar el óptimo funcionamiento del sistema en estudio y “brinda respuesta a las necesidades y a las demandas sociales en lo que respecta a la producción, distribución y uso de bienes, procesos y servicios” (Pliatsios, Panagiotis , Lagkas, & Sarigiannidis, 2020)

CAPÍTULO 2

Marco Teórico

El marco teórico de la investigación permite avalar con diferentes, normas, teorías y conceptos, el desarrollo de la investigación.

2. Marco legal

El marco legal, se compone de la norma jurídica vigente indispensable en la ejecución de la puesta establecida en el diseño investigativo, que se hace referencia en este capítulo.

2.1. Constitución de la República del Ecuador 2008.

En el Ecuador, es la norma que establece el orden jurídico del Ecuador, regulando cada una de las normas y leyes, actuales en nuestro país, estas no pueden ir en detrimento de los derechos de los habitantes del Ecuador; se expone y se analiza los siguientes artículos:

Artículo 15.- “Señala que corresponde al Estado promover, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto” (Constitución de la República del Ecuador, 2008. Pág. 13)

El estado al ejecutar proyectos de generación de electricidad, debe predominar el cuidado del medio ambiente, con el uso y aplicación de tecnología amigable con los ecosistemas existentes en el área a desarrollar estos proyectos, preservando y remediando los ecosistemas.

Artículo 314.- “Establece que el Estado será responsable de la provisión, entre otros, del servicio público energía eléctrica”; (Asamblea Nacional , 2008)
Se establece tácitamente que el estado es el responsable de proveer a través de las entidades adscritas al estado ecuatoriano, el servicio de suministro eléctrico a todos sus habitantes, aún las poblaciones más distantes deben contar con este servicio básico para su subsistencia y brindando mejor calidad de vida.

2.1.1. Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica.

“Art. 80.- Impactos ambientales. - Las empresas eléctricas tendrán la obligación de prevenir, mitigar, remediar y/o compensar según fuere el caso, los impactos negativos que se produzcan sobre el ambiente, por el desarrollo de sus actividades de construcción, operación y mantenimiento” (Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica 2015, pág. 38)

2.1.2. Acuerdo Ministerial No. 061 Reforma del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio de Ambiente.

“Art. 6.- Obligaciones Generales. - Toda obra, actividad o proyecto nuevo y toda ampliación o modificación de los mismos que pueda causar impacto ambiental, deberá someterse al Sistema Único de Manejo Ambiental, de acuerdo con lo que establece la legislación” (Decreto ejecutivo Acuerdo N. 061, 2015, pág. 10)

2.1.3. Resolución ARCONEL- 018/18

Determinar las franjas de servidumbre para líneas de medio y alto voltaje, con el objeto de prevenir y reducir afectaciones a la confiabilidad de dichas instalaciones; y, definir las distancias de seguridad entre las redes eléctricas y las edificaciones, a fin de reducir y prevenir los riesgos de contacto y acercamiento de las personas, con el propósito de salvaguardar su integridad física. (Resolución Nro. Arconel-018/18 Regulación Nro. Arconel 001/18, Agencia de regulación y control de electricidad, 2018 , pág. 1)

2.1.4. Reglamento general de la ley orgánica del servicio público de energía eléctrica.

Art. 1.- Objetivo. - Establecer las disposiciones necesarias para la aplicación de la Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica - LOSPEE-, cumpliendo los principios constitucionales de accesibilidad, continuidad, calidad, eficiencia, y participación. (Reglamento general de la ley orgánica del servicio público de energía eléctrica. Decreto Ejecutivo 856, Lenin Moreno Garces, 2019)

2.1.5. Resolución Nro. ARCERNNR-001/2023

Artículo 8.- Mantenimiento de instalaciones de los participantes mayoristas y cargas especiales.- Las empresas de distribución ejecutarán los mantenimientos contemplados en el PBM de la red de subtransmisión para los que se requieran maniobras de transferencia de carga a otros puntos de entrega, que impliquen desconexiones de carga o cuando afecten a otros PMSE, para esto último, deberán gestionar la autorización de las empresas afectadas y en sujeción a la autorización otorgada por el CENACE a través de consignación. (Agencia de regulación y control de energía y recursos naturales no renovables ARCERNNR , 2023)

2.2. Marco conceptual.

En la presente investigación se exponen diferentes conceptos referentes al sistema a los requerimientos técnicos de la línea de subtransmisión a 69 kV Santa Elena - Chanduy.

2.2.1. El servicio eléctrico en el Ecuador

Actualmente el ente regulador del servicio y suministro eléctrico, a nivel nacional se encuentran establecidas las condiciones técnicas, que la empresa distribuidora debe brindar el servicio eléctrico. “Las disposiciones de esta regulación prevalecerán sobre cualquier otra disposición de igual o menor jerarquía vigentes a la fecha de su aprobación; y, serán complementadas con otras regulaciones y con procedimientos de aplicación que elabore el CENACE y apruebe la ARCERNNR” (Resolución Nro. ARCERNNR-001/2023 Agencia de regulación y control de energía y recursos naturales no renovables ARCERNNR , 2023).

2.2.2. Calidad del servicio eléctrico en el Ecuador

La calidad del servicio eléctrico en nuestro país, se verifica de acuerdo a la norma vigente, establecido por el ARCONEL, que fracciona la calidad del producto “en calidad del servicio técnico y calidad del servicio comercial” (ARCONEL, Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2018), que hace posible la viabilidad del proyecto.

2.2.3. Ecuador y el nivel de voltaje de acuerdo a la norma legal.

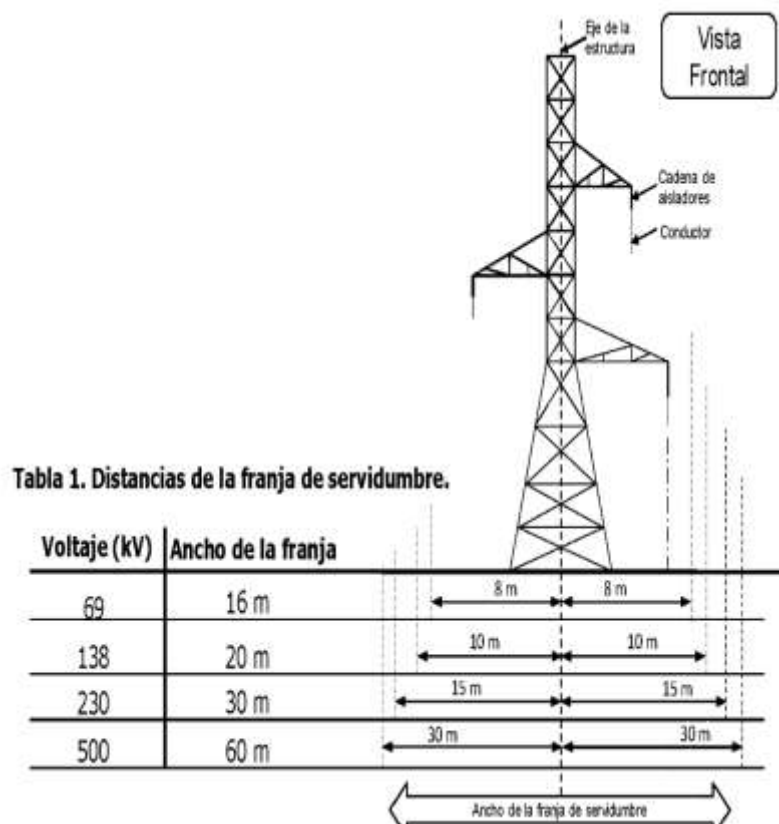
En nuestro país los niveles de voltaje, se encuentran regulados y establecidos en la Resolución Nro. ARCONEL 018/18; con la finalidad de regular el voltaje que deben recibir las subestaciones, alimentadores y el usuario final de servicio eléctrico, que debe ser regulado por la empresa distribuidora.

2.2.4. Franja de servidumbre

Se establece como línea de ruta, el área a intervenir con un sistema de línea 69 kV, este lugar se delimita, con la finalidad de realizar el camino de servidumbre, que no se encuentre cerca del área urbana, respetándolos estándares establecidos.

Grafico 1

Franja de servidumbre



Nota: En este grafico se visualiza franja de servidumbre. Tomado de: Registro Oficial No. 280- martes 10 de Julio de 2018, Ministerio de economía y finanzas, 2018

2.2.5. Accesos o vías transitorios

Son indispensables los accesos temporales, para proceder la instalación de materiales y estructuras, es preciso conocer que es permitido bajo ningún concepto que los materiales sean estructuras y principalmente postes, que sean arrastrado, pueden causar deterioro y estropeado de estos materiales, que pueden llegar a afectar la construcción del sistema.

Grafico 2

Apertura de caminos



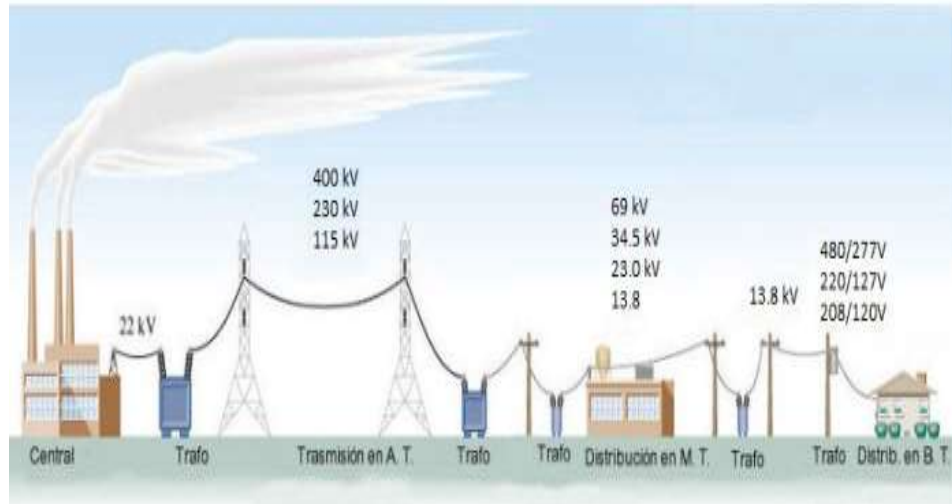
Nota: En este grafico se visualiza Apertura de caminos de acceso temporales.
Foto tomada por el autor, 2024.

2.2.6. Sistemas de subtransmisión eléctrica.

Son “componentes esenciales para el funcionamiento de la sociedad moderna, que partir de sus tres segmentos: generación, transmisión y distribución, se han erigido las más grandes infraestructuras, que implicaron una fuerte cohesión con el espacio, sus recursos y las formas de regulación” (Kazimierski, 2020)

Grafico 3

Sistemas de subtransmisión eléctrica.



Nota: En este grafico se visualiza Sistemas de subtransmisión eléctrica. Tomado de: Alcantar Bazua, 2017

2.2.7. Diseño y cálculos eléctricos

Con la finalidad de establecer la potencia, corriente, resistencia, inductancia, capacitancia, reactancia, impedancia y admitancia, se realizan cálculos utilizando programas como DLTMAT2012, ETAP y SEDEMI, asegurando el correcto manejo de la carga eléctrica requerida, estos cálculos se verifican en el manejo de la línea.

2.2.8. Diseño y cálculos mecánicos

El cálculo mecánico se realiza utilizando programas como SEDEMI y tablas de Excel, se obtiene el cálculo de la longitud de vano promedio, tensiones finales y flecha máxima para garantizar la estabilidad y seguridad de la estructura, estos cálculos se verifican en la línea.

2.2.9. Selección de materiales y estructuras

Al seleccionar los diferentes materiales a utilizar, se eligen los adecuados para soportar las cargas eléctricas, mecánicas, para proteger la línea de daños y mejorar su durabilidad, con materiales y estructuras conductores de aluminio tipo ACSR y aisladores de polímeros.

2.2.10. Instalación de protecciones

Para proteger el sistema contra descargas atmosféricas, se instalan protecciones para garantizar la seguridad y eficiencia de la línea, contra descargas atmosféricas y posibles averías a causa del medio ambiente, se instalarán cables de fibra óptica tipo Optical Ground Wire (OPGW).

2.2.11. Certificación de cálculos

Se explora el uso del software Matlab en el desarrollo y certificación, de cálculos eléctricos – mecánicos, asegurando los estándares de seguridad y eficiencia en el sistema.

2.2.12. Implementación de tecnología

La aplicación e implementación de tecnologías avanzadas, con el uso de conductores de alta resistividad, sistemas de monitoreo, control remoto, perfeccionando la eficiencia y capacidad de transmisión.

2.2.13. Repotenciación de línea de subtransmisión 69 kV

El factor técnico y de seguridad, en el sistema de subtransmisión 69 kV, es indispensable para su funcionamiento, al presentar fallas en el sistema, es necesario repotenciarlo, garantizando la carga eléctrica requerida, manteniendo los niveles de calidad y de servicio.

La repotenciación, se realiza a través de la ampliación, restructuración y reubicación del sistema. Con la construcción de un nuevo sistema que incluye estructuras, instalación de conductores, uso de tecnología, que optima el sistema de transmisión con eficiencia y capacidad mejora la capacidad de transmisión de energía eléctrica a través de una línea de subtransmisión.

CAPÍTULO 3

Descripción de la línea de subtransmisión de 69 kV, subestación Santa Elena – Chanduy.

La línea de subtransmisión de 69 kV, en subestación Santa Elena – Chanduy, que se encuentra instalada, comenzó a operar en el año 1986, se ha realizado el mantenimiento respectivo a través de los años, actualmente presenta múltiples fallas, zona. Así se verifica en **anexos 13 y 14**.

Desde el inicio de su operación cubre el área sur del cantón y provincia de Santa Elena, principalmente a la parroquia Chanduy, su troncal inicia en el cantón Santa Elena en CELEC EP y culmina en la Subestación Chanduy, la vetustez del sistema son claros indicios que han trascurrido alrededor de treinta y cinco años y el sistema ha cumplido su vida útil, con la descripción actual del sistema, demuestro la factibilidad y se valida el objetivo general del proyecto.

La situación del problema del sistema, expone que no alcanza el voltaje requerido para su funcionamiento y por lo tanto no cumple con lo establecido en las normas legales a nivel nacional e internacional, para su operación.

3.1. Ubicación de la línea de subtransmisión de 69 kV, subestación Santa Elena – Chanduy.

La línea de subtransmisión de 69 kV, de subestación Santa Elena – Chanduy, se encuentra situada en el cantón Santa Elena hacia la parroquia Chanduy, ubicada geográficamente en la provincia de Santa Elena, coordenada X:517023 iniciando en CELEC EP y culmina en coordenada Y:9752036 parroquia Chanduy, específicamente en la subestación del mismo nombre.

3.2. Aspectos generales de la línea de subtransmisión de 69 kV, de subestación Santa Elena – Chanduy

Actualmente la línea de subtransmisión de 69 kV, de subestación Santa Elena – Chanduy, ha cumplido su vida útil, así se hace evidente con el trabajo de campo realizado por los investigadores y con las continuas desconexiones que se presentan en el sistema, con la finalidad de devolver la operatividad del

sistema se realizan trabajos de reparación, y al poco tiempo se genera un nuevo incidente en otra parte del sistema.

3.2.1. Aspectos generales

- Los cimientos o bases, que se realizaron en su momento con la finalidad de ubicar estructuras metálicas, presentan grave deterioro se encuentran agrietadas, se presenta un peligro eminente de desprendimiento de las bases instaladas.
- Las varillas de anclaje, se encuentran deterioradas en un 80%.
- Tipo herraje son cambiadas continuamente se encuentran vetustas por el paso del tiempo.

3.2.2. Tipos de estructuras instaladas

Las estructuras instaladas son tipo A, HD y S para líneas de subtransmisión a 69 kV que son diseños utilizados para soportar los conductores eléctricos y garantizar la estabilidad y seguridad de la línea por 38 años aproximadamente.

3.2.3. Estructura Tipo A

Esta estructura es utilizada en áreas rurales y se caracteriza por su diseño en forma de "A", proporcionando estabilidad y soporte a los conductores instalados en el sistema, perfecto para alineaciones rectas, aplicables a lugares y terrenos donde se requiere una menor altura de la estructura.

3.2.4. Tipo HD

La presente estructura se asemeja a la letra "H" y es utilizada para soportar líneas en condiciones de mayor separación entre los conductores. Se utiliza en áreas urbanas y en zonas con vientos fuertes, además en tramos de mayor resistencia del sistema.

3.2.5. Tipo S

Este tipo de estructura se utiliza en situaciones especiales o de difícil acceso debido a la irregularidad del terreno donde se realiza la instalación del sistema, como en cruces de caminos o ríos, donde se necesita un soporte

adicional, en vanos largos donde la geometría del terreno presenta desafíos para otros tipos de estructuras.

Tabla 1

Materiales Estructura Tipo A

Materiales	
Cantidad	Herrajes
6	Pernos ojo de 19 MM (5/8 X 16)
6	Grapa de retención ACAR 750 MCM
6	Aisladores poliméricos tipo suspensión para 69 kV
1	Abrazadera platina cuadrada
4	Tuerca de ojo 5/8 - Tensores mecánicos
6	Preformados - Guarda cabo
3	Grapas de aleación paralelas 3 pernos
2	Pernos de ojo 3/4 - Grapas terminales 2/0

Nota: En esta tabla se visualiza los materiales que conforman la Estructura Tipo A. Realizado por el autor, 2024.

Tabla 2.

Materiales estructura Tipo S

Materiales	
Cantidad	Herrajes
1	Perno ojo de 19 mm (3/4 X 16)
3	Grapa de suspensión ACAR 300 MCM
3	Juegos de aisladores porcelana tipo suspensión para 69 kV con horquilla y ojal
3	Cruceta de hierro galvanizado de 100 X 100 X 6 MM 1200
3	Eslabón con bola
3	Grillete con pasador
3	Rótula ojo
3	Pie de amigo de acero galvanizado de 50 X 6 X 1200 MM
3	Perno U de 3/4"X52 cm de longitud

Nota: En esta tabla se visualiza los materiales que conforman la Estructura Tipo S. Realizado por el autor, 2024.

Tabla 3.

Materiales Tipo HD

Materiales	
Cantidad	Herrajes
2	Poste de 18 m
3	Perno ojo de 19 MM (5/8 X 16)
6	Grapa de suspensión ACAR 300 MCM
6	Aisladores poliméricos tipo retención para 69 kV con horquilla y ojal
2	Cruceta perfil L 100 X100 X 8 X 6000 MM.
6	Perno de ojo de 40 cm rosca corrida de 5/8" diámetro
4	Pie de amigo de acero galvanizado de 50 X 6 X 1200 m
3	Grapa ranura paralela para ACAR 550 MCM
1	Grapa de suspensión para cable hilo de guarda
3	Tuerca de ojo galvanizada de 5/8"
1	Perno de ojo de 40 cm rosca corrida de 3/4" diámetro

Nota: En esta tabla se visualiza los materiales que conforman la Estructura Tipo HD. Realizado por el autor, 2024.

3.2.6. Situación actual del sistema de subtransmisión de 69 kV, de subestación Santa Elena – Chanduy

La situación actual del sistema de subtransmisión de 69 kV, de subestación Santa Elena – Chanduy, es crítica, se hace evidente la situación que atraviesa el sistema de subtransmisión, presenta graves problemas de deterioro, corrosión, la mayoría de sus elementos se encuentran obsoletos, a causa del transcurso del tiempo de instalación, aproximadamente treinta y cinco años.

La modernización no se ha realizado, expongo a continuación la situación actual de las líneas de subtransmisión de 69 kV; de la subestación Santa Elena – Chanduy, que lo conforman un Transformador 10/12.5 MVA y 5 alimentadores

Tabla 4.

Subestación Chanduy y sus Alimentadores

Alimentadores	
Subestación	Zapotal
Chanduy	San Vicente
Transformador	Atahualpa
10/12.5 MVa	Azúcar
	Agua cruda y agua tratada (particular CEDEGE)

Nota: En esta tabla se visualiza Vano: Longitud horizontal entre dos estructuras en los cuales el conductor está suspendido. Realizado por el autor, 2024.

3.2.7. Identificación de fallas en las fases A-B-C subestación Santa Elena – Chanduy

Las fallas que se presentan en el sistema activan las protecciones y se produce la desconexión de los diferentes alimentadores que alimenta la subestación Chanduy.

Las fases A-B-C, descargan a sus fallas a tierra, ocasionados por diferentes factores entre ellos tenemos: Vetustez de conductor, factores ambientales (salinidad, aves silvestres, rayos, y otros)

3.2.8. Levantamiento de información del sistema actual de la subestación Santa Elena – Chanduy

Actualmente existen postes que presentan múltiples fisuras, con sus respectivas estructuras y herrajes deteriorado, que se encuentran obsoletos por la vetustez, con conductores en mal estado, línea de guarda incompleta a causa del paso del tiempo, tensor en mal estado, no cuenta con señalización, ni nomenclatura para su identificación.

Actualmente se encuentran instalados en el sistema 112 postes de hormigon rectangular tipo escalera, acontinuación de detalla por altura y peso: PHR 16_2800; PHR:18_1200,2000, 2400; PHR: 20_1200; PHR: 21_2400, que actualmente presentan múltiples fisuras en sus bases, con sus respectivas

estructuras y herrajes deteriorado, que se encuentran obsoletos por la vetustez, con el conductor de Al. en mal estado, línea de guarda incompleta a causa del paso del tiempo, tensor en mal estado, no cuenta con señalización, ni nomenclatura para su identificación.

3.2.9. Identificación de los problemas

La Subestación Chanduy, posee un transformador de potencia de 10/12.5 MVA, y distribuye suministro eléctrico a nivel 69KV a dos subestaciones como Subestación Pechiche y Santa Priscila con un transformador de potencia de 18 /24 MVA.

3.2.10. Conductor en mal estado

En un 90% los postes que se encuentran instaladas presentan deterioro en sus estructuras, debido a la vetustez del sistema, a la salinidad de la zona costera y factores

Grafico 4

Conductor en mal estado.



Nota: En este grafico se visualiza Conductor en mal estado. Foto tomada por el autor, 2024.

3.2.11. No cuenta franja de servidumbre

La franja de servidumbre, está ocupada en un 70% por maleza y vegetación, no se ha realizado el mantenimiento de desbroce y limpieza del área. Con el paso del tiempo el sistema se encuentra en medio de la maleza que ha crecido, sin que tenga mantenimiento, la franja de servidumbre es un elemento crucial para garantizar la seguridad y confiabilidad de las líneas de transmisión a 69 kV, estableciendo restricciones y limitaciones en el uso del terreno adyacente a la línea.

Grafico 5

Sistema no cuenta franja de servidumbre.



Nota: En este grafico se visualiza Sistema no cuenta franja de servidumbre.

Foto tomada por el autor, 2024.

3.2.12. Aislador de suspensión en fibra de vidrio

Presenta aislador de suspensión fibra de vidrio, que debe ser remplazados y realizan el aislamiento y soporte de conductores en sistemas eléctricos de transmisión y distribución, serán remplazados por aislador polímero en la repotenciación.

Grafico 6

Aislador de suspensión en fibra de vidrio.



Nota: En este grafico se visualiza Aislador de suspensión en fibra de vidrio. Foto tomada por el autor, 2024.

3.2.13. El tensor, ha perdido su resistencia

El tensor o cable de acero, con el paso del tiempo ha perdido su resistencia y no cumple con la retención del poste. A causa de la corrosión, exposición prolongada a la intemperie y demás agentes presentes en el medio ambiente, que debilitan los materiales del tensor y del acero galvanizado, se suman como agentes de perdida de resistencia la Sobrecarga y esfuerzos mecánicos excesivos, causados por vientos fuertes, que superan la capacidad del tensor.

Grafico 7

El tensor, ha perdido su resistencia



Nota: En este grafico se visualiza Aislador de suspensión en fibra de vidrio. Foto tomada por el autor, 2024.

3.2.14. Sistema falta nomenclatura e identificación

No se cuenta con letreros de señalización y numeración de estructuras, en algunos casos existe la base del letrero, pero no se visualiza la nomenclatura.

Grafico 8

Falta nomenclatura e identificación



Nota: En este grafico se visualiza la Falta nomenclatura e identificación. Foto tomada por el autor, 2024.

3.2.15. Sistema no cuenta con cable de guarda

En un 70 % del sistema no cuenta con cable de guarda, para proteger el sistema contra las descargas eléctricas atmosféricas

Grafico 9

No cuenta con cable de guarda



Nota: En este grafico se visualiza la Falta nomenclatura e identificación. Foto tomada por el autor, 2024.

3.2.16. Herrajes en mal estado

En el sistema encontramos un 80% de herrajes en mal estado, se identifican crucetas, pie de amigos, pernos y tuercas, grapas clevis y otros, que hacen inseguro el sistema ocasionando desconexiones y en algunos casos accidentes.

Grafico 10

Herrajes en mal estado



Nota: En este grafico se observa tres ángulos de una cruceta con pernos en mal estado. Foto tomada por el autor, 2024.

Capítulo 4

Propuesta de repotenciación, reforzamiento y modernización de la línea de subtransmisión de 69 kV, de subestación Santa Elena – Chanduy

La línea de subtransmisión de 69 kV, de subestación Santa Elena – Chanduy, presenta múltiples fallas en su sistema que se pueden corregir, con la intervención y repotenciando el sistema.

Con el análisis e investigación realizado se llega a la conclusión que el sistema no alcanza el voltaje requerido para su funcionamiento, posee múltiples falencias y estas no permiten que se cumpla con lo establecido en las regulaciones vigentes a nivel nacional e internacional. El sistema no alcanza el nivel mínimo de voltaje, que requiere para su funcionamiento, no es el óptimo, no brinda calidad en el suministro de energía, determinando así la viabilidad y factibilidad de proyecto.

Al analizar el comportamiento del sistema, se determina que existen incrementos graduales de la carga total, se realiza un correcto diagnóstico correcto, con la finalidad de evitar cualquier tipo de complejidad o problema imprevisto, al momento de la intervención del sistema, ofreciendo con el proyecto la operación normal del sistema.

4.1. Antecedentes

La propuesta plantea repotenciar el sistema de subtransmisión de 69 kV, que se instaló hace 38 años y a la actualidad ha cumplido su vida útil y aún continúa operando realizando la transmisión de voltaje, con un diseño moderno, acorde a los estándares establecidos en la norma legal vigente, con un sistema automatizado que permite la detección de fallas en el sistema.

Con el desarrollo diseño técnico del nuevo sistema de subtransmisión de 69 kV, de subestación Santa Elena – Chanduy, que se realizara de manera planificada, con la finalidad de mejorar la capacidad del sistema, con conductor de Aluminio tipo **ACAR** de **750MCM** en sus fases, se prevé la instalación de cable de guarda **OPGW**, que realiza la interconexión con el centro de control de la empresa distribuidora y finalmente se realizara el desalojo del sistema de

subtransmisión de 69 kV, de subestación Santa Elena – Chanduy, que se encuentra instalado actualmente.

4.2. Alcance

Estas especificaciones cubren los requerimientos técnicos para el suministro de energía, se realizará la construcción de obras civiles, el izado de postes, además del montaje de estructuras electromecánicas de la línea de subtransmisión 69kV.

El equipo que ejecute los trabajos, proveerá las facilidades de construcción, bodegas, campamentos, equipo y personal capacitado.

4.3. Beneficiarios

Se beneficiarían directamente los usuarios del área del sistema de subtransmisión de 69 kV, de subestación Santa Elena – Chanduy, el sector agrícola ubicado en los alrededores y la empresa distribuidora de energía.

Se benefician todas las poblaciones de la parroquia Chanduy, Pechiche, parroquia Atahualpa, El Azúcar y poblaciones aledañas.

4.4. Viabilidad

El proyecto es viable, por cuanto existe la necesidad de intervención y repotenciamiento del sistema de subtransmisión de 69 kV, de subestación Santa Elena – Chanduy, que actualmente ha cumplido su vida útil, y su estado es obsoleto, presentando riesgo a la sociedad que beneficia y a la empresa distribuidora de energía.

4.5. Factibilidad

El proyecto es factible, debido a las continuas fallas que afectan al sistema con un perjuicio económico a la industria, sociedad en general que se abastece de suministro eléctrico, al presentar una falla se pierden alrededor de tres millones doscientos mil ochocientos dolares de America con cero centavos de dólar, aproximadamente, por veinte fallas hace un total de un millón de dolores de América, hace factible en comparación perdidas y beneficio.

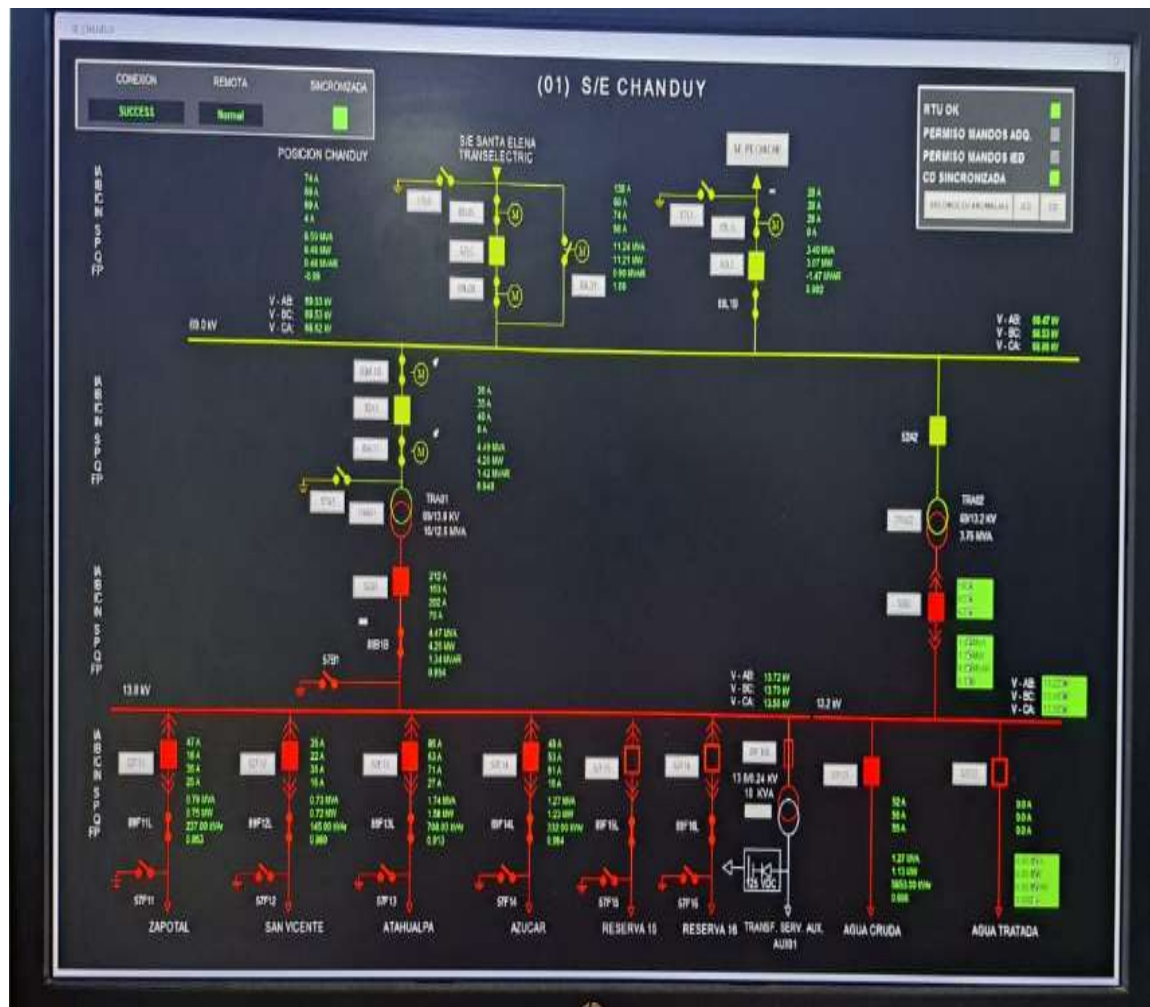
4.6. Software SCADA

Se procede a utilizar la interconexión de sistema SCADA con el intercambio de datos a través de Ethernet industrial, con el objetivo administrar, supervisar y monitorear permitiendo la recopilación de datos y el control del equipo, bajo estrictas limitaciones de tiempo. (Pliatsios, Panagiotis , Lagkas, & Sarigiannidis, 2020)

con la finalidad de obtener información fidedigna, del material a utilizar, comparando el voltaje con el sistema actual y el voltaje deseado con la repotenciación del sistema. Se visualiza **en anexo 12**.

Grafico 11

Sistema Scada



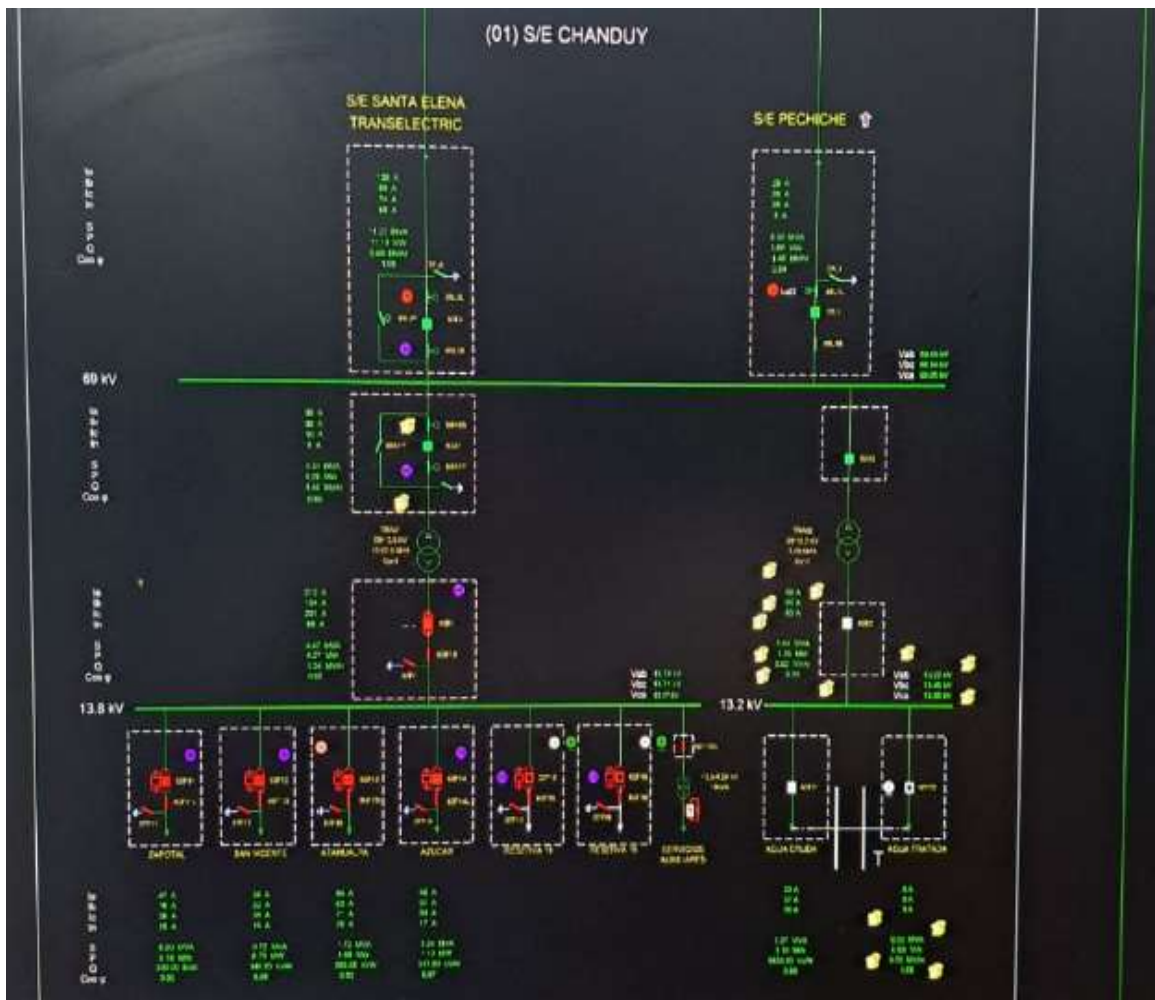
Nota: En el grafico se observa el sistema SCADA, 2024. Foto tomada por el autor, 2024.

4.6.1. El SCADA permite analizar:

1. Flujo de carga desbalanceado
2. Distribución y estimación de carga
3. Análisis de fallas
4. Flujo de falla/cortocircuito
5. Localizador de fallas
6. Falla serie y falla simultánea
7. Caídas de tensión
8. Balance de carga

Grafico 12

Funciones de SCADA



Nota: En el grafico se observa las funciones del sistema SCADA. Foto tomada por el autor, 2024.

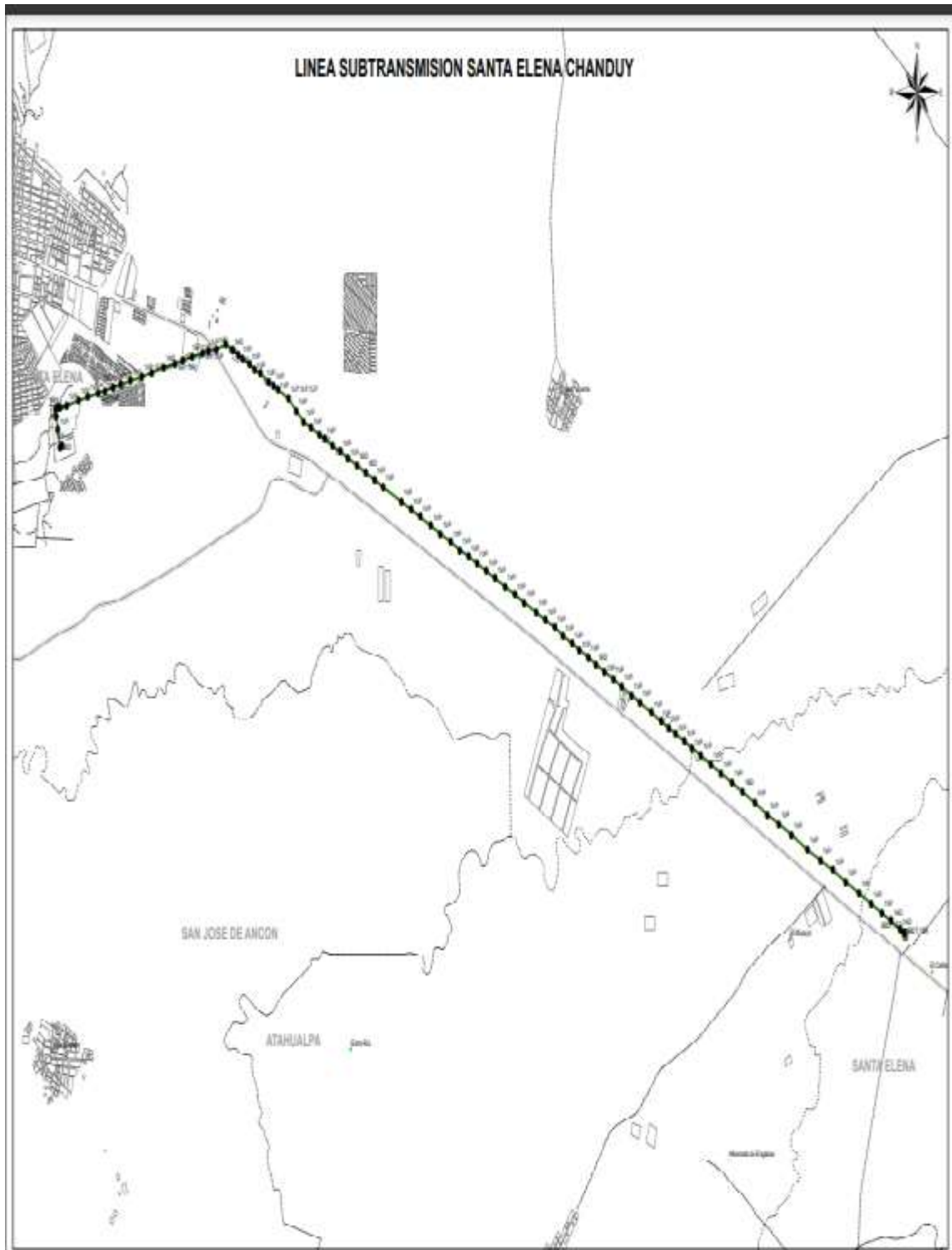
4.7. Diseño autónomo de la línea de subtransmisión de 69 kV, subestación Santa Elena – Chanduy

Con la finalidad de mejorar el suministro de energía de la línea de subtransmisión de 69 kV, subestación Santa Elena – Chanduy, procede a realizar el diseño de repotenciación del sistema en estudio, que permitirá mejorar la operación del sistema que actualmente presenta diversos problemas de desconexión, la repotenciación se realizará de forma planificada, de acuerdo al cronograma, se realizará trabajo técnico y mecánico en el proyecto.

La operación con un nuevo sistema moderno de subtransmisión de 69 kV, subestación Santa Elena – Chanduy, brinda el servicio de energía eléctrica a la zona sur del cantón y provincia, en el área predomina el sector acuícola, agrícola, zona urbana y rural, situación que ha provocado el aumentando en la carga del sistema generando mayor demanda de energía eléctrica. Al realizar el diseño proyecta mejorar la calidad del servicio a nivel de sistema de subtransmisión 69 kV, reduciendo las pérdidas de energía eléctrica y sobre todo brindar seguridad, confiabilidad a sus clientes, con índices de calidad y eficiencia. La restructuración se realizará con el fin de satisfacer la necesidad energética del sector en la cobertura de la subestación, el proyecto considera la expansión y restructuración del sistema actual, al instalar el sistema restructurado se procederá al retiro de la línea actual e iniciará su operación. Se visualiza el presupuesto **en anexo 11**.

Grafico 13

Diseño de la línea de subtransmisión de 69 kV, subestación



Nota: En el grafico se visualiza el diseño de la línea de subtransmisión instalado actualmente. Tomado de sistema ArcGIS, 2024.

4.8. Proceso de repotenciación, reforzamiento y modernización de la línea de subtransmisión de 69 kV, subestación Santa Elena – Chanduy

En el proceso de repotenciación, reforzamiento y modernización de la línea de subtransmisión de 69 kV, la nueva línea se construirá en forma aérea, con un conductor por fase, se realizarán las siguientes actividades:

1. Traslado y movilización de personal y equipos.
2. Se realiza el diseño del nuevo sistema de la línea de subtransmisión a 69 KV, planos en formato ArcGis.
3. Acta de recepción, carga y descarga de los materiales suministrados y transporte al sitio de las obras.
4. Suministrar los materiales en el sitio de los trabajos
5. Suministrar al personal e instalaciones provisionales para almacenar los materiales y reparación de equipos.
6. Realizar el montaje mecánico y eléctrico del nuevo sistema.
7. Se amarrarán almacenamientos estacionales, para acopio de equipos y materiales.
8. Realizar la instalación de puesta a tierra.
9. Realizar la ejecución de pruebas.
10. Se procede a realizar la limpieza final, movilización y desalojo de material obsoleto.
11. Se verifica el cumplimiento del plan de manejo ambiental, departamento de medio ambiente.

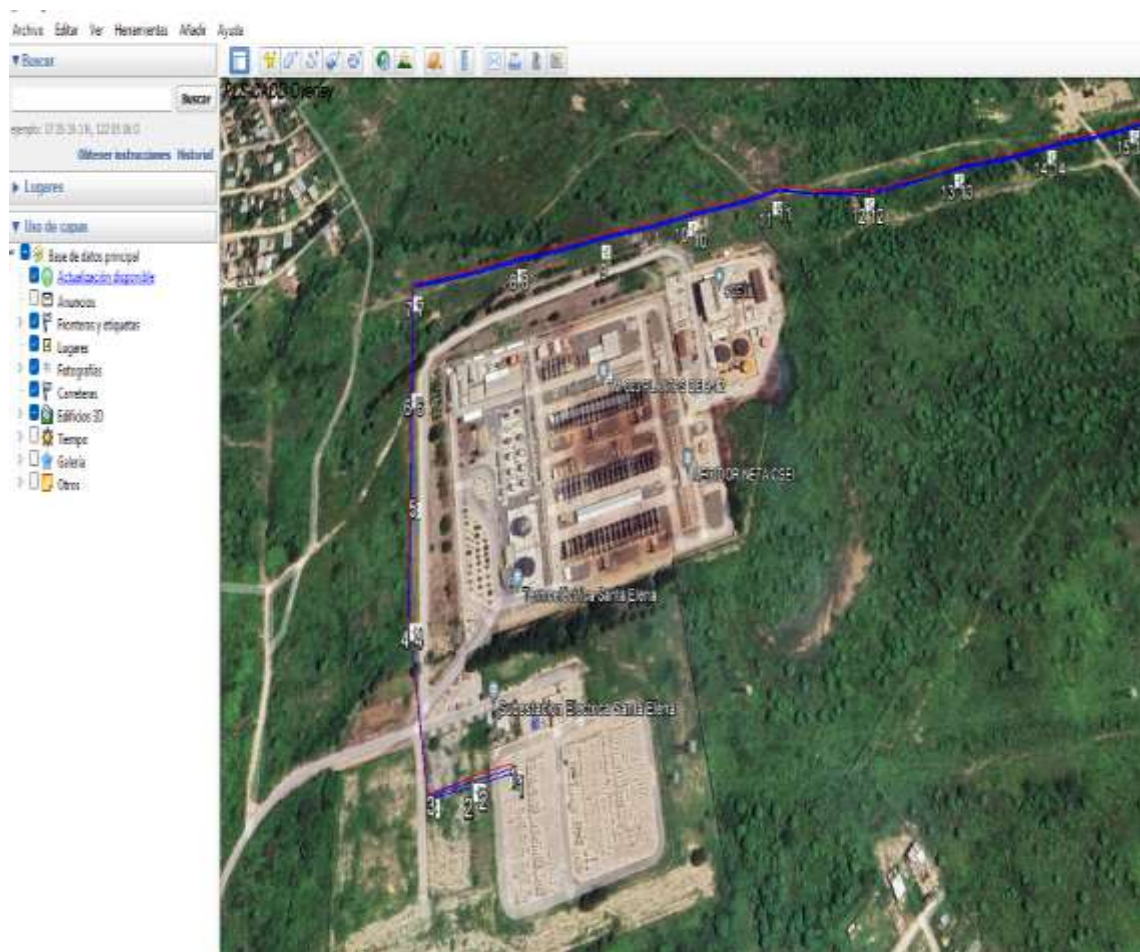
4.9. Intervención del sistema

La línea es de alrededor 17,00 Km, se indica que el proceso se realiza desde el poste 160 al poste 1, en retroceso, con la intervención quedaran 160 postes de 23 mts.

Se realiza la intervención en el sistema, con la excavación e izado de postes, armado e instalación de estructuras, en el nuevo sistema adyacente al instalado, al iniciar su funcionamiento se procede al desalojo del sistema en mal estado, con maquinarias, equipos industriales y equipo de trabajo. Se proyecta que al intervenir el sistema de la línea de subtransmisión de 69 kV Santa Elena – Chanduy, se visualice de la siguiente forma:

Grafico 14

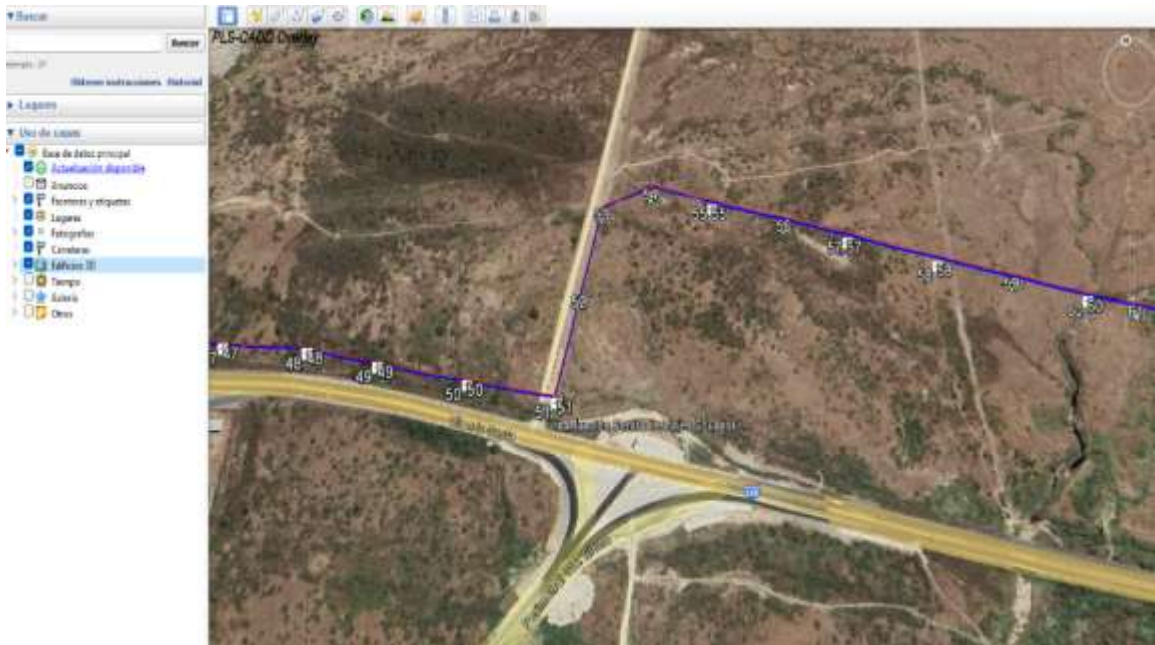
Vista panorámica de restructuración del sistema



Nota: En el grafico se visualiza el nuevo diseño repotenciado. Tomado de sistema ArcGIS. 2024

Grafico 15

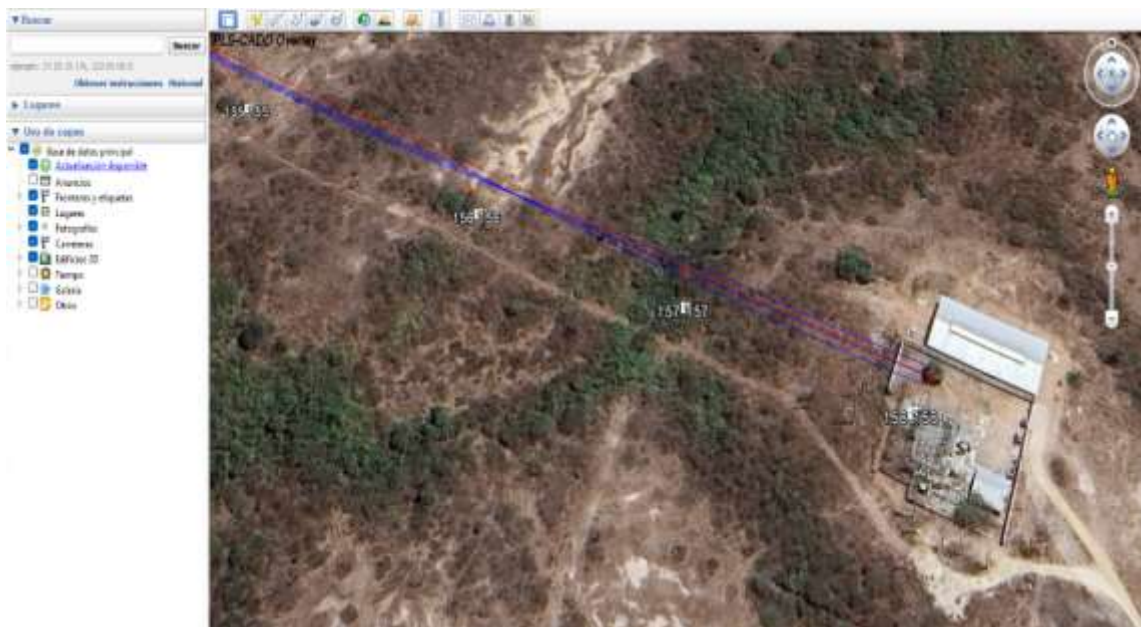
Vista de sector 1 de restructuración del sistema



Nota: En el grafico se visualiza sector 1 de la línea de subtransmisión de 69 kV repotenciado. Tomado de sistema ArcGIS. 2024.

Grafico 16

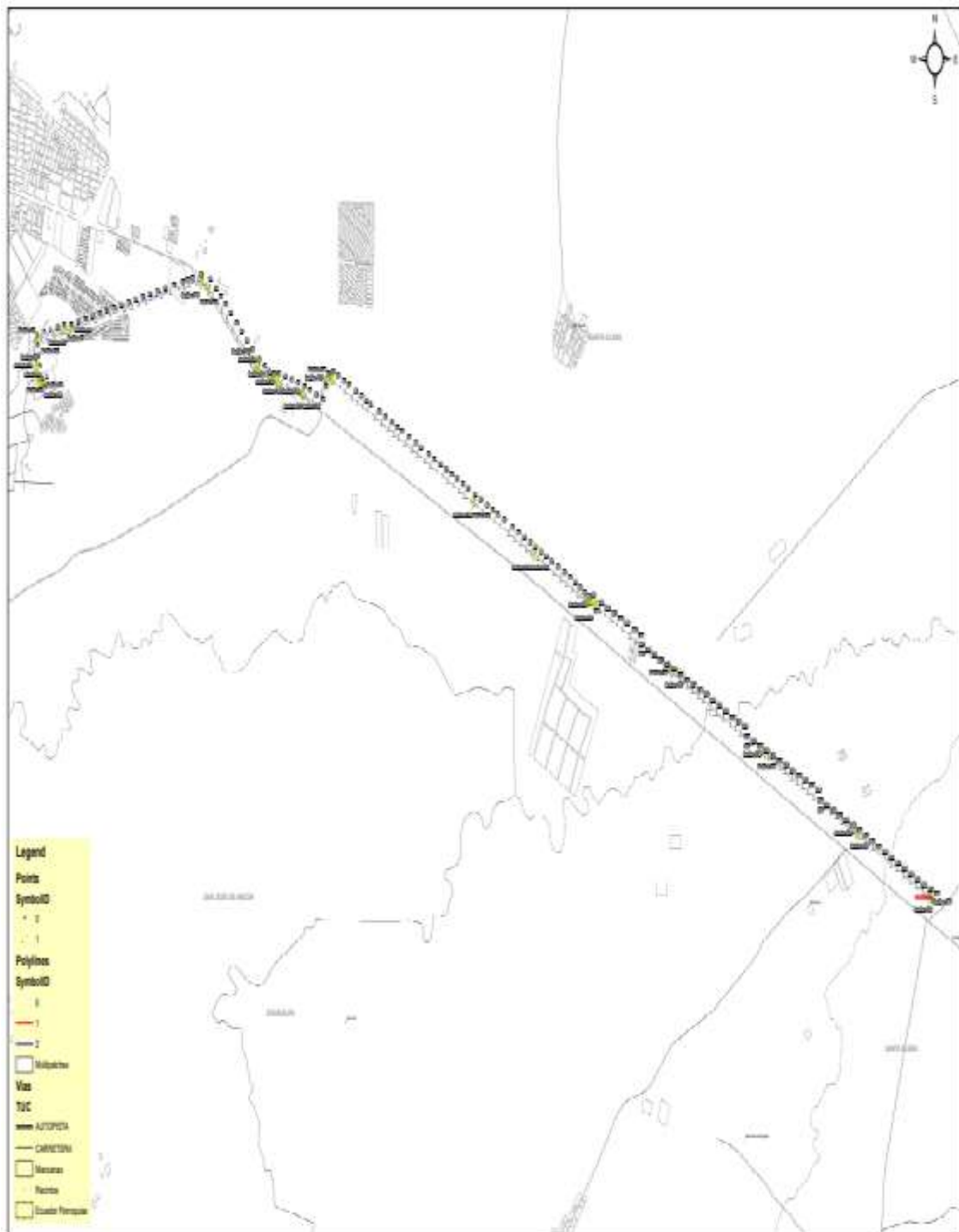
Vista de sector 2 de restructuración del sistema



Nota: En el grafico se visualiza sector 1 de la línea repotenciado. Tomado de sistema ArcGIS, 2024.

Grafico 17

Plano proyección de la restructuración



Nota: En el grafico se visualiza el diseño de la línea de subtransmisión de 69 kV. Repotenciado. Tomado de sistema ArcGIS,2024.

4.9.1. Estructura que se instalara en cada poste

Estas estructuras están diseñadas para soportar líneas eléctricas aéreas y vienen con accesorios específicos para cables OPGW (Optical Ground Wire).

4.10. Estructuras de línea de Subtransmisión 0 V.

4.10.1. ETE-1GR, Una vía Hilo de guarda - retención pasante

La estructura El ETE-1GR, sirve como soporte para el cable de protección, que es crucial para proteger las líneas de transmisión de rayos y otras perturbaciones eléctricas. Es una línea de retención, que permite el paso del cable de protección, proporcionando soporte de retención al cable que sostiene, manteniendo su posición e integridad. Se visualiza la descripción de los materiales y estructuras **ETE-1GR** ver **anexo 3**

4.10.2. ETE-1GS Una vía-hilo de guarda-suspensión o pasante

La vía hilo de guarda se encuentra diseñado para soportar un cable de protección, que protegerá las líneas de transmisión de problemas atmosféricos presentes en el medio ambiente, como descargas eléctricas, rayos y otros. Permite la suspensión del cable de protección sin perder la tensión y la alineación necesaria para su funcionamiento. Se visualiza la descripción de los materiales y estructuras **ETE-1GS** ver **en anexo 1**

4.10.3. ETE-1GA / Una vía-hilo de guarda amarre final

Esta estructura sirve como soporte final para el cable de protección, que protege las líneas de transmisión de descargas eléctricas, en particular los rayos. Como línea de anclaje final de una sola vía, se coloca al final de la línea de transmisión para anclar y terminar el cable de protección. Se visualiza la descripción de los materiales ETE-1GA ver **en anexo 2**

4.11. Estructuras en línea de subtransmisión 69kV

4.11.1. ETN-3LS Estructura 69kV

La estructura El ETN-3LS, incluye accesorios para cable OPGW, generalmente se utiliza en la suspensión de conductores, garantizando la

alineación y tensión adecuadas en toda la línea de transmisión. También conocida como una estructura de post-suspensión o de paso de línea trifásica, como su nombre lo indica es utilizada para soportar líneas de transmisión trifásicas. Se visualiza la descripción de materiales ETN-3LS en **anexo 5**

4.11.2. ETN-3BD Estructura 69kV

Diseñado para condiciones de carga específicas, esta estructura incluye accesorios para cable OPGW. Se visualiza la descripción de los materiales y estructuras ETN- 3BD ver **en anexo 6**

4.11.3. ETN-3BD 90° Estructura 69kV

Esta estructura es trifásica-bandera-doble retención de 90°, que soporta las líneas de transmisión trifásicas en un ángulo de 90 grados. El diseño tipo bandera, posee dos juegos de aisladores, que permite la retención de conductores en un ángulo de 90 grados, así se mantiene la alineación y tensión, en toda la línea de transmisión. Se utiliza para condiciones y configuraciones de carga específicas, en ángulo de 90° en la línea de transmisión. Se visualiza la descripción de la estructura. ETN-3BD 90 ver **en anexo 7**

4.11.4. ETN-3BR Estructura 69kV

Esta estructura El ETN-3BR es una estructura de doble retención trifásica bandera, soporta líneas de transmisión trifásicas con un mecanismo de doble retención, mejora la integridad estructural y la estabilidad de la línea de transmisión, se adapta a diversas condiciones de carga, asegurando alineación y tensión adecuadas. Se visualiza la descripción de los materiales y estructuras ETN-3BR, ver **en anexo 8**

4.11.5. ETN-3HD Estructura 69kV

La estructura tipo ETN-3HD, trifásica de línea de transmisión de 69 kV diseñada para soportar cargas pesadas, es utilizada en líneas de transmisión aéreas, se requiere una mayor capacidad de carga. Se visualiza los materiales y estructuras ETN- 3HD ver **en anexo 9**

4.12. Identificación del poste

Cada poste de hormigón debe tener una placa de identificación, que expongan las características de cada infraestructura, con una placa de identificación con las siguientes medidas: Alto 60 mm, ancho: 100 mm:

Tabla 5

Identificación del poste

Poste	
Identificación	• Nombre del fabricante
	• Fecha de fabricación
	• Longitud del poste en metros
	• Carga de rotura nominal en kg
	• Número de fabricación del poste
	• Conicidad en mm/m
	• Dimensiones en la base en cm
	• Dimensiones en la punta en cm
	• Peso en Kg
	• Nombre del propietario

Nota: En esta tabla se visualiza la identificación que contiene cada poste de la línea de subtransmisión de 69 kV. Tomado de Regulación 5/18, ARCONEL, Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2018

4.12.1. Postes de hormigón armado

En la construcción debe cumplir con las Normas Ecuatorianas INEN 1964, 1965, 1966 y 1967. Se remplazarán 112 poste y se instalaran 160 en la restructuración del sistema, sus medidas son de 23 metros de altura, actualmente se encuentran instalados postes de 20 metros. Se realiza la apertura del hueco, para proceder al izado de poste rectangular de hormigón armado y sus características físicas son las siguientes:

4.12.2. Geometría de los postes

Los postes poseen sección rectangular, geometría exterior tronco – piramidal con alvéolos a lo largo de los mismos.

4.12.3. Conicidad

Poseen conicidad constante desde la cogolla hasta la base, con las siguientes dimensiones:

-Cara angosta: 1,18 - 1,23 cm

-Cara ancha: 1,60 - 2,00 cm

4.12.4. Dimensiones en la punta

-Cara estrecha: 15,50 - 18,00 cm

-Cara ancha: 22,00 - 26,00 **Ver anexo 10**

4.13. Anclas de hormigón para tensores

Las anclas de hormigón armado, son de tipo tronco piramidal y se utilizan para instalar el tensor en postes de hormigón, posee las normas de construcción establecida de los postes.

4.14. Conductores de aluminio y cobre

Los conductores estarán constituidos en acero recubierto de aluminio o acero galvanizado.

4.15. Conductor tipo ACAR calibre 750 MCM

Se utilizará en el proyecto el conductor de aleación de aluminio, desnudo que está construido y consta de un núcleo de alambres de aleación 6201-T81, en su contorno de alambres de aleación 1350-H19. La formación será: - Aluminio 1350: 24x3,235.; - Aleación 6201: 13x3,235.

Tabla 6.

Características del conductor tipo ACAR calibre 750 MCM

Características del conductor	
Tipo	ACAR
Calibre	750 MCM
Composición	24/13
Diámetro (mm)	25,32
Sección total (mm ²)	380,00
Resistencia (Ohm/km)	0,0797
Peso (kg/m):	1,048
Tensión de rotura (kg)	7.780
Módulo de elasticidad inicial (kg/mm ²)	4.992
Módulo de elasticidad final (kg/mm ²)	6.400
Coeficiente de dilatación lineal (1/°C):	2,30E-05

Nota: En esta tabla se visualizan las Características del conductor tipo ACAR calibre 750 MCM. Tomado de: Regulación 5/18, ARCONEL, Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2018

Grafico 18

Conductor



Nota: En el grafico se visualiza el conductor, a utilizar en el proyecto. Foto tomada por el autor, 2024.

4.16. Conductor de cobre desnudo

En la instalación de la puesta a tierra se utilizará un conductor desnudo, 7 hilos, calibre # 2 AWG, que se describe a continuacion:

Tabla 7.

Conductor de cobre desnudo

Características del conductor	
Calibre	2 AWG
Sección aproximada	33,54 m m ²
Número de hilos	7
Diámetro de cada hilo	2,47 mm
Diámetro total aproximado	7,41 mm
Peso	0,30413 Kg/m

Nota: En esta tabla se visualizan las Características del conductor desnudo 2 AWG. Tomado de: Regulación 5/18, ARCONEL, Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2018

4.17. Pernos de puesta a tierra

La toma de tierra permitirá la conexión para la sujeción del conector de puesta a tierra al poste se soldarán a la armadura principal asegurándose que exista continuidad eléctrica entre poste y puesta a tierra.

4.18. Vano

El vano es la tensión promedio entre un tramo y otro, es el templado regular, de cada sección de la línea. Las consideraciones técnicas detalladas, incluyendo la selección de la ruta, cálculos eléctricos y cálculos mecánicos, se consideran en el diseño de estas líneas son fundamentales para garantizar la eficiencia y seguridad del sistema con la finalidad de regular la potencia, corriente, resistencia, inductancia, capacitancia, y voltaje de regulación, definiendo en el sistema las tensiones finales y longitud de vano promedio.

Grafico 19

Vano

Vano (m)	# de amortiguadores
0 - 220	1
221 - 450	2
> 450	4

Nota: En el grafico se visualiza vano en metros y numero de amortiguadores.

Tomado de: Diseño construcción de la línea de subtransmisión 69 kv Songa Orellana Ochoa & Cevallos Álvarez, 2019

4.19. Cable de fibra optica

Con la finalidad de obtener comunicación directa con el centro de control de la empresa distribuidora se instalara el cable OPGW con material extremado invulnerable a la luz ultravioleta, que puede afectar la interconexion.

Tabla 8.

Cable de guarda fibra óptica

Características cable de guarda fibra óptica	
Tipo de cable	OPGW de 24 fibras
Numero hilos de aluminio	6
Número hilos de acero	1
Peso aproximado	0.315 kg/m
Diámetro	12 mm
Sección	78,9 mm ²
Tensión de rotura	4.036 kg
Módulo de elasticidad	8.501 kg/mm ²
Coeficiente de dilatación	0.0000172 1/°C
Resistencia eléctrica	0.475 Ω / km.
Corriente cortocircuito durante 0.3 seg	16 kA (Mín)

Nota: En esta tabla se visualizan las características del cable de guarda OPGW de 24 fibras. Tomado de: Regulación 5/18, ARCONEL, Agencia de Regulación y Control de Electricidad, 2018

Este conductor se coloca en la parte superior, más alta de cada una de las torres de transmisión, se encuentra conectado a tierra, su uso y diseño, en esta posición cumple la función de para ofrecer blindaje a los conductores de cada fase, brindando protección de las descargas atmosféricas, que siempre están presentes. Este conductor generalmente es de fibra óptica OPGW y está conformado 24 fibras, que hacen posible la comunicación y sistematización con el centro de control, el conductor de fibra óptica es de tipo ITU-T-G. Son instalados sin tensión conectándose en la parte más alta de las redes uniéndose a la estructura metálica de cada torre.

Grafico 20

Cable de guarda o fibra óptica



Nota: En el grafico se visualiza el conductor de guarda, a utilizar en el proyecto.

Foto tomada por el autor, 2024.

El cable de guarda o fibra óptica a utilizar será tipo OPGW, de 24 fibras monomodo. Bajo normas técnicas IEC 793 y 794, clase B o ITU-T Rec.G.652D

4.19.1. Unidad Óptica

El diseño cuenta con la unidad óptica que es el gabinete o cámara, que alberga los instrumentos que permiten para albergar y salvaguardar las fibras de deterioros causados por el uso o por su manejo.

4.19.2. Cable OPGW y su núcleo óptico

Para instalar las fibras ópticas, está diseñado para sustituir a los tradicionales cables estáticos de apantallamiento a tierra en líneas de transmisión aéreas.

4.20. Cable tensor de acero galvanizado

Posee alta resistencia mecánica de acero galvanizado de $\frac{1}{2}$ " de diámetro, con 7 hilos concéntricos, con galvanizado de zinc, su uso es común en hilos de guardia de instalaciones eléctricas, de acuerdo a la norma ASTM-S 363.

4.21. Alambres

El cable de acero debe cumplir con la norma ASTM-A 363, el conductor galvanizado debe cumplir con una tolerancia de ± 0.102 mm en cada hilo. Posee en su cubierta zinc suave, continuo, de espesor uniforme y libre de imperfecciones.

4.22. Las uniones y empalmes

Antes de proceder a unir los conductores se debe realizar previamente el trefilado, con uniones tope realizadas con soldadura eléctrica o isotérmica. Cabe indicar que, en cables formados con tres alambres, la norma no permite ninguna unión.

4.23. Herrajes galvanizados

En la confección de los herrajes se utilizara hierro galvanizado, utilizando el método de zincado por inmersión en caliente, se los limpia previamente. Los herrajes a utilizar deben ser de hierro galvanizado con el método de zincado por inmersión en caliente, cumpliendo el baño de solución ácida, con un grosor mínimo de 0.20 gr/cm^2 . Los pernos en su estructura son centradas y

hexagonales, en el eje del perno. Con filo de 45° y libre rebanado, con una tolerancia de $\pm 1\%$.

4.23.1. Pernos, tuercas y arandelas

Los Herrajes galvanizados incluyen pernos maquinados, con roscado y tuercas con rosca gruesa, número de hilos en pulgadas se definen por las normas ASA-BI-I. Se aprecia en el grafico estos elementos:

Grafico 21

Pernos, tuercas



Nota: En el grafico se visualiza pernos, tuercas y arandelas. Fotografía tomada de: (Group SICAME, 2024)

4.24. Aisladores de suspension polimero

Se utilizaran aisladores de tipo polimérico, indispensable para su aislamiento y evitar fallas.

Tabla 9.**Características del aislador suspensión polímero**

AISLADOR DE SUSPENSION POLIMERICO PARA 115KV		
Nº	DESCRIPCIÓN	PARÁMETRO / ESPECIFICACIÓN REQUERIDO
1.-	Material	Resina de vidrio
1,1	Norma de fabricación	ANSI C29.13-2000 IEC 61109
1,2	Clase de aislamiento	DS-115
1,3	Tipo de polimérico	Nota 1
1,4	Herrajes utilizados	Nota 3
1,5	Cubierta del núcleo	Nota 4
1,6	Núcleo:	Nota 2.
2	Distancias críticas	
2,1	Distancias mínima de fuga	≥2700mm
2,2	Distancia de arco	≥1171mm
3	Valores mecánicos	
3,1	Carga mecánica nominal mínima (sml)	≥25000lb (111,2KN)
3,2	Carga mecánica de rutina (rtl)	≥12,500 lb (55,6 KN)
	Tipo de conector	Horquilla - ojo
4	Radio influencia	
4,1	Voltaje de prueba	45KV
4,2	Riv máximo a 1000 khz	10 μ V
4,3	Dimensiones	
4,4	Detalles constructivos	Nota 5
4,5	Acabado	
4,6	Galvanizado	En caliente

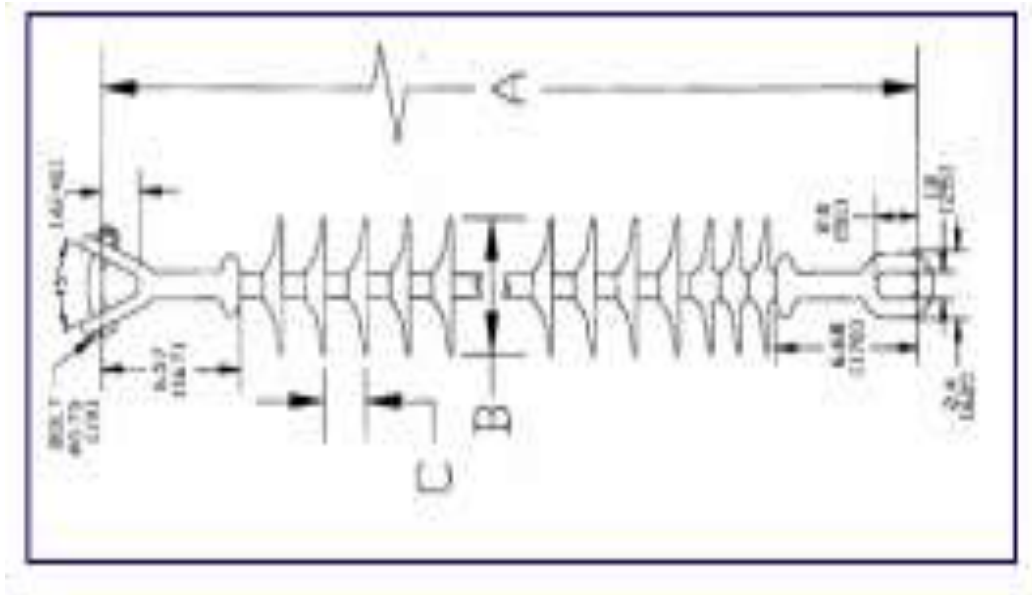
Nota: En esta se visualiza aislador polímero. Tomado de: (Construcción de tramo de línea de subtransmisión entre Electroquil y Salitral, 2016)

4.25. Aislador line post

Se utilizara en el proyecto el aislador line post, posee base plana, de caucho siliconado (polymer), para 69 kV. Se visualiza en anexo 5

Grafico 22

Aislador polímero



Nota: En el grafico se visualiza aislador polímero, (Construcción de tramo de línea de subtransmisión entre Electroquil y Salitral, 2016)

4.25.1. Varillas de anclaje

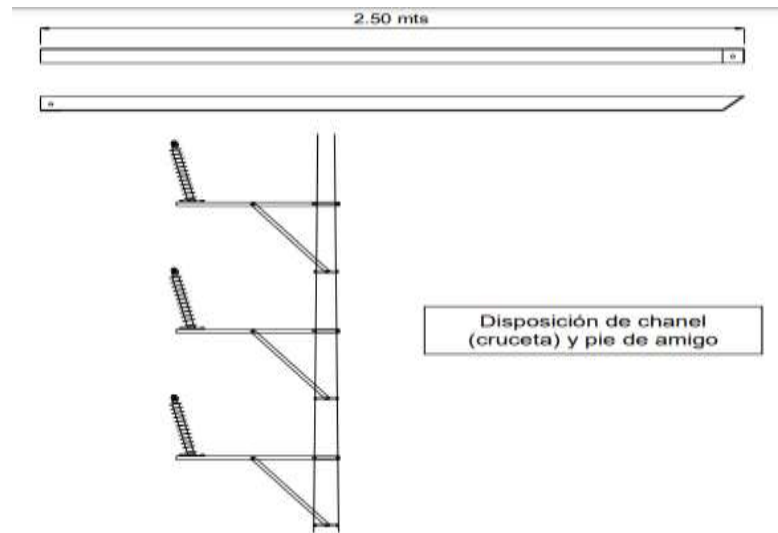
Se constituye en una varilla lisa, de $\frac{3}{4}$ " de diámetro y una longitud total de 10 pies, de acero de alta resistencia, galvanizada en caliente, dispone de un ojo ovalado que sers soldado contra la varilla

4.25.2. Crucetas, pletinas de union y pie amigos

Estas estructuras se construyen con perfiles estructurales que cumplan con la norma ASTM-A-36 o su equivalente ($f_y = 236 \text{ Kg/cm}^2$), laminados en caliente. Las riostras serán construidas de pletina de hierro de 4"de ancho y $\frac{3}{8}$ "de espesor. Asi también se encuentran perfiles con estructuras aplicando con la norma ASTM-A-36, laminados en caliente. Las platinas dobladas en frío con 4"de ancho y $\frac{3}{8}$ " de espesor

Grafico 23

Cruceta metálica para la línea a 69 kV



Nota: En este grafico se visualiza Cruceta metálica para la línea a 69 kV. Tomado de: (Construcción de tramo de línea de subtransmisión entre Electroquil y Salitral, 2016)

Tabla 10.

Características de estructuras Crucetas, pie de amigos y pletinas de unión

Características	Medidas	Perforación
Cruceta metálica de perfil "L"	100x100x6x3000 mm	5/8"y 3/4".
Cruceta metálica de perfil "L"	100x100x12x6000 mm	5/8"y 3/4".
Cruceta metálica de perfil "L"	75x75x6x1500 mm	5/8"y 3/4".
Pie amigo perfil "L"	50x50x6x1200 mm	
Pletina de unión	100x10x600 mm	

Nota: En esta tabla se visualizan las características estructuras Crucetas, pie de amigos y pletinas de unión

4.25.3. Adaptador Y "CLEVIS BALL"

Están constituidos en material de acero galvanizado. Las dimensiones serán las siguientes:

A: 78,49 mm (3-3/32")

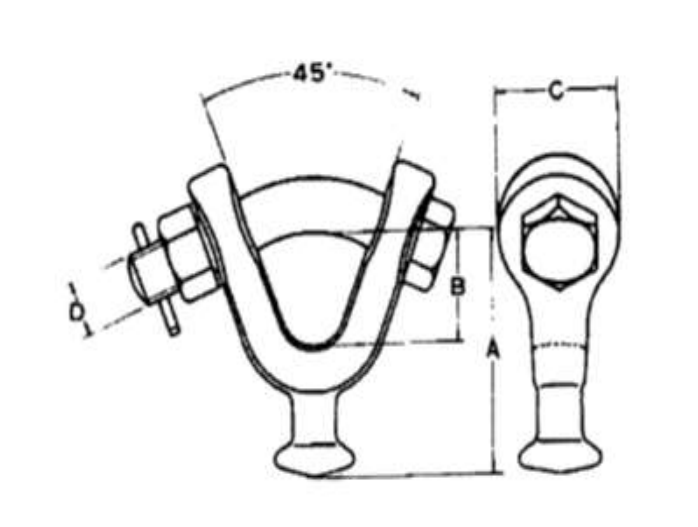
B: 35,10 mm (1-1/2")

C: 18,26 mm (23/32")

D: 19,05 mm (3/4")

Grafico 24

Adaptador Y "CLEVIS BALL"



Nota: En este grafico se visualizan Adaptador Y Clevis Ball. Tomado de:
(Construcción de tramo de línea de subtransmisión entre Electroquil y Salitral,
2016)

4.25.4. Adaptador rótula ojo

Cumple con las normas ASTM A-123 y A-153, su estructura es en hierro y acero galvanizado por doble inmersión en caliente, cuenta con un pasador de acero inoxidable, posee las siguientes dimensiones:

A: 51 mm

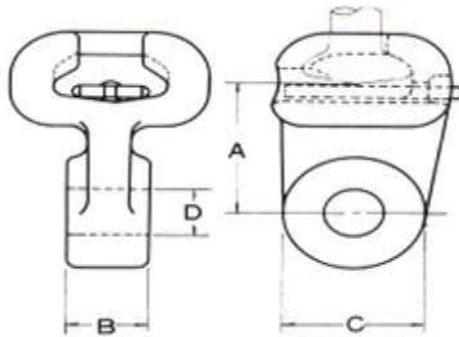
B: 22 mm

C: 44 mm

D: 19,05 mm

Grafico 25

Adaptador rótula ojo



Nota: En este grafico se visualiza Adaptador rótula ojo. Tomado de: (Construcción de tramo de línea de subtransmisión entre Electroquil y Salitral, 2016)

4.25.5. Adaptador "U" grillete de acero galvanizado

Este adaptador debe cumplir con las normas ASTM A-123 y A-153. Con cuerpos de sujeción, pasadores, serán de acero galvanizado por doble inmersión e caliente, sus chavetas serán de acero inoxidable. Adaptador de acero galvanizado El diagrama y dimensiones se indican a continuación.

A: 60,33 mm (2-3/8")

B: 15,88 mm (5/8")

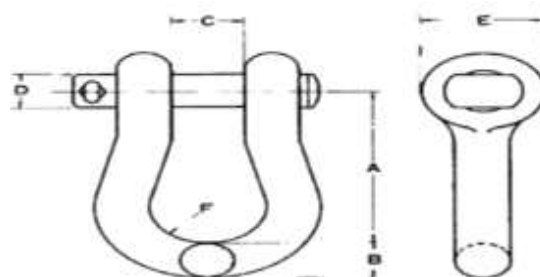
C: 22,22 mm (7/8")

D: 15,88 mm (5/8")

E: 34,92 mm (1-3/8")

Grafico 26

Perno adaptador U grillete



Nota: En este grafico se visualiza Perno adaptador U grillete. Tomado de: (Construcción de tramo de línea de subtransmisión entre Electroquil y Salitral, 2016)

4.25.6. Grapa de retención para conductor de aluminio hasta calibre 750 MCM

Posee una carga de 25.000 lbs, con adaptador "socket" Con las dimensiones siguientes:

A: 187,33 mm (7-3/8")

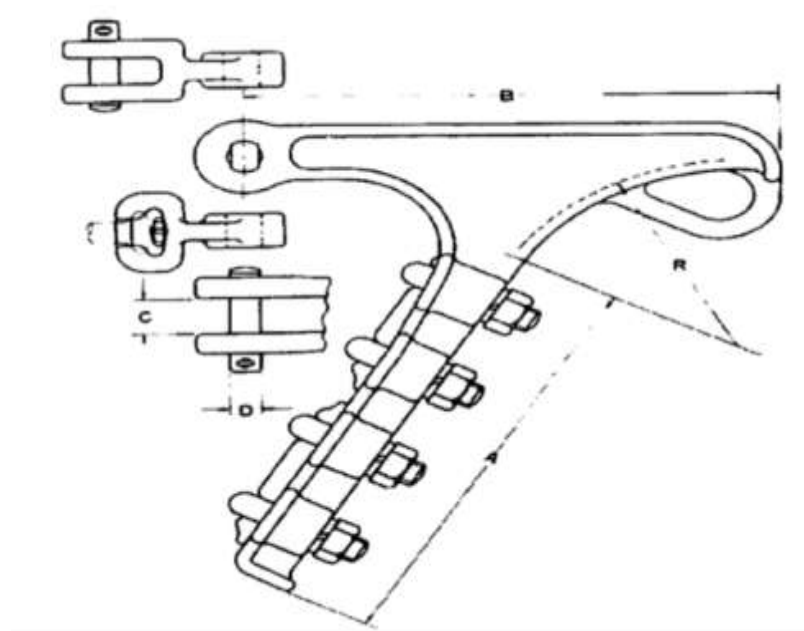
B: 285,75 mm (11-1/4")

C: 26,99 mm (1-1/16")

D: 19,05 mm (3/4")

Grafico 27

Grapa de retención para conductor de aluminio hasta calibre



Nota: En este grafico se visualiza Grapa de retención para conductor de aluminio hasta calibre. Tomado de: (Construcción de tramo de línea de subtransmisión entre Electroquil y Salitral, 2016)

Están diseñadas para soportar el peso y tensión de líneas de subtransmisión con conductores de Aluminio o ACSR, fabricadas en aleación de aluminio 356-T

4.25.7. Grapa de suspensión para conductor 750 MCM

Grapa de aleación de aluminio, se utiliza generalmente con conductor de aluminio tipo ACAR hasta calibre 750 MCM, sus cuerpos de sujeción deben ser

de alta resistencia y tratados térmicamente con aleación de aluminio fundido, de acero galvanizado por doble inmersión de caliente. Posee las dimensiones siguientes son:

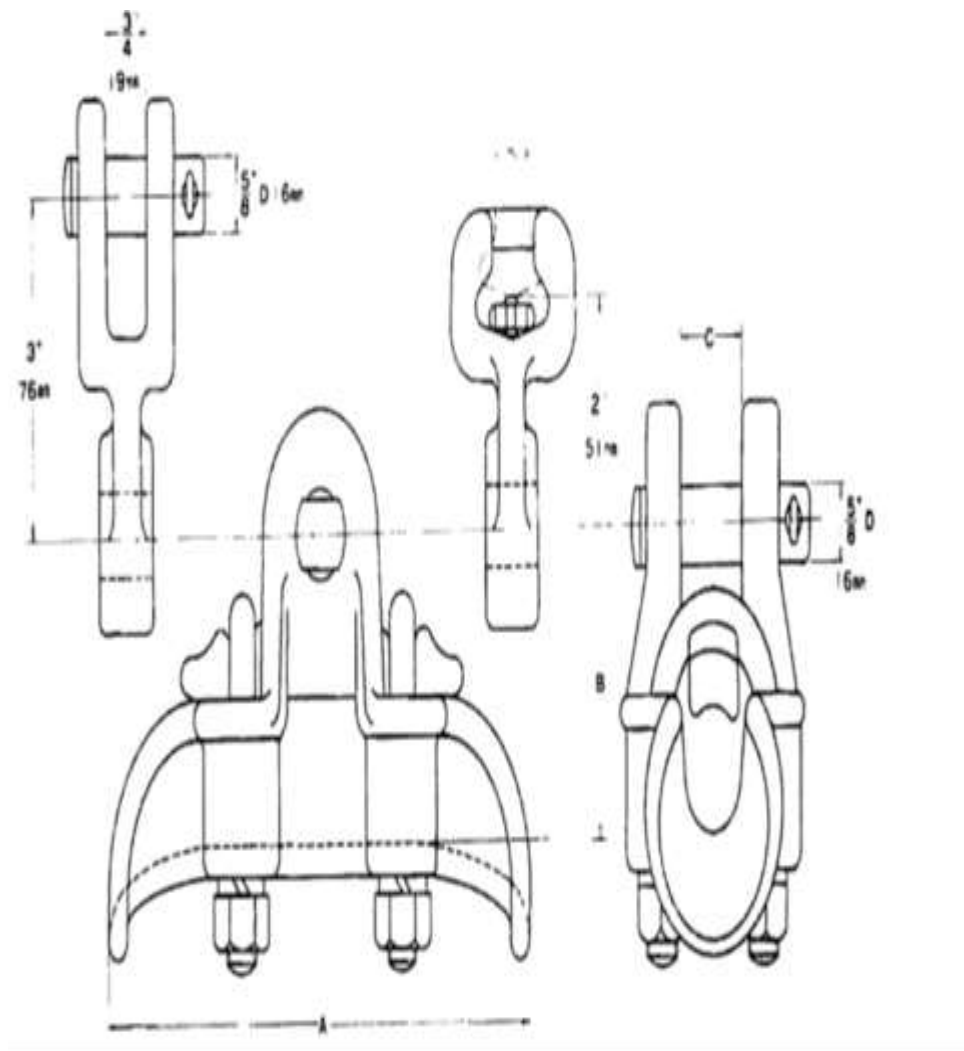
A: 190,50 mm (7-1/2")

B: 65,09 mm (2-9/16")

C: 23,81 mm (15/16")

Grafico 28

Grapa de suspensión para conductor aluminio



Nota: En este grafico se visualiza suspensión para conductor aluminio. Tomado de: (Construcción de tramo de línea de subtransmisión entre Electroquil y Salitral, 2016)

4.25.8. Grapa de suspensión para aislador Line Post “CLAMPTOP CLAMPS”

Se utiliza para fijar el conductor tipo ACAR hasta calibre 750 MCM de composición 24/13 con la varilla de armar preformado, sus partes serán de alta resistencia, con aleación de aluminio fundido y tratados térmicamente. Se utilizan en aisladores line poste y deben cumplir la norma ASTM-A123.

Grafico 29

Grapa de suspensión



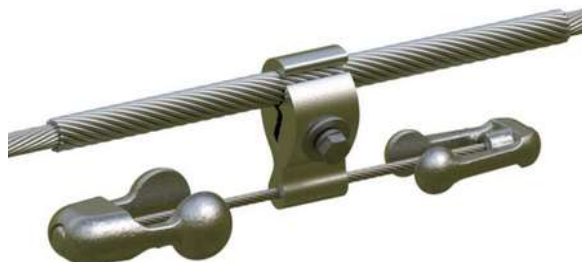
Nota: En este grafico se visualiza suspensión para conductor aluminio. Tomado de: (Construcción de tramo de línea de subtransmisión entre Electroquil y Salitral, 2016)

4.25.9. Amortiguador para conductores y para cable OPGW

Estos amortiguadores de tipo grapa forjada con aleación de aluminio y acero, su uso es común en conductores de aluminio, de acero galvanizado por doble inmersión en caliente según normas ASTM A-123 y A-153. Previene el riesgo de fatiga del conductor y cable de guarda producido por la acción de la naturaleza. Los amortiguadores son de tipo Stockbridge.

Grafico 30

Amortiguador para conductores



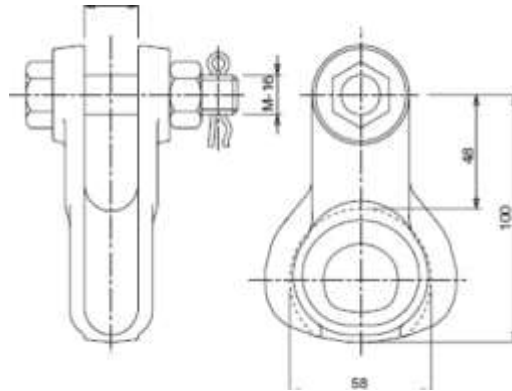
Nota: En este grafico se visualiza Amortiguador para conductores Tomado de: (Construcción de tramo de línea de subtransmisión entre Electroquil y Salitral, 2016)

4.25.10. Adaptador guardacabo de retención

Este adaptador es de acero forjado y galvanizado por inmersión, es conocido como horquilla dedal de acero galvanizado, por inmersión en caliente, cumpliendo con la norma ASTM A123.

Grafico 31

Adaptador guardacabo de retención



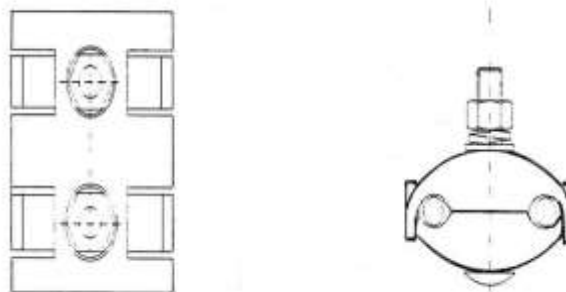
Nota: En este grafico se visualiza Adaptador guardacabo de retención. Tomado de: (Construcción de tramo de línea de subtransmisión entre Electroquil y Salitral, 2016)

4.25.11. Conector de ranuras paralelas OPGW

Este conector, será instalado sobre las varillas de armar del cable OPGW, al conductor de puesta a tierra bajante tipo AAC, de un lado y al otro lado.

Grafico 32

Conductor ranura para OPGW



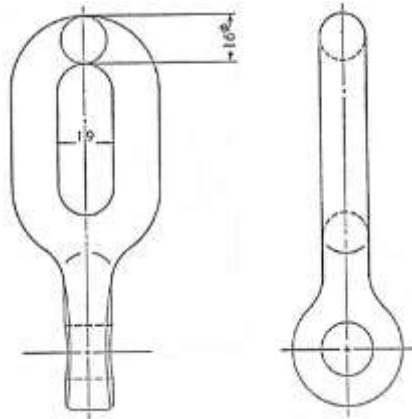
Nota: En este grafico se visualiza Conductor ranura para OPGW. Tomado de: (Construcción de tramo de línea de subtransmisión entre Electroquil y Salitral, 2016)

4.25.12. Adaptador eslabón ojo-ojo

Este adaptador es de acero galvanizado, con una carga de rotura mínimo de 7.000 kg. Se utiliza generalmente en el diseño de estructuras de suspensión.

Grafico 33

Adaptador eslabón de ojo



Nota: En este grafico se visualiza Adaptador eslabón de ojo. Tomado de: (Construcción de tramo de línea de subtransmisión entre Electroquil y Salitral, 2016)

4.26. Caja OPGW, de acople del sistema

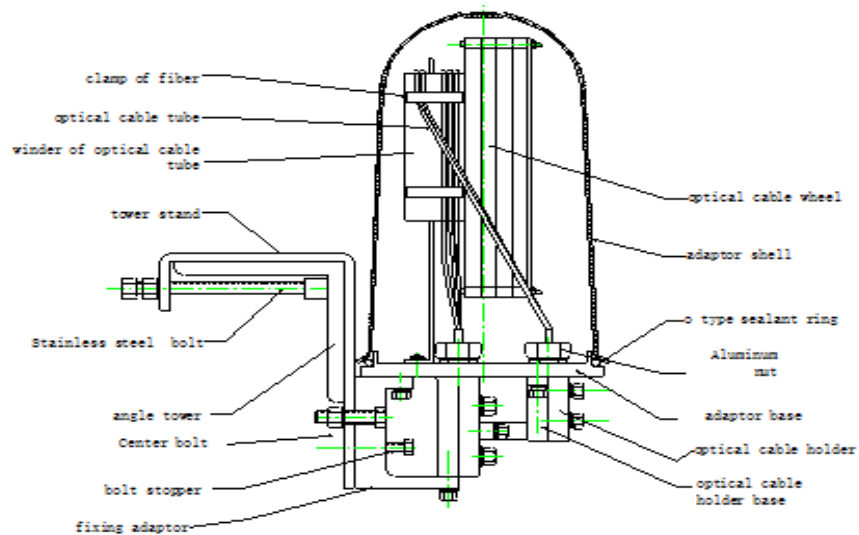
Las cajas deben se construirán de materiales resistentes a esfuerzos mecánicos, con buen sellado, protección contra la corrosión. Las cajas OPGW, se ubicarán en los puntos de fusión de la fibra OPGW con fibra OPGW en las estructuras correspondientes a los conjuntos de retención terminal. Permitiendo su acceso, conectadas deben tener un óptimo mantenimiento, su capacidad mínima es de dos cables OPGW con 24 cables ópticos cada uno (Mín. 48 fibras ópticas). Se instala en la parte alta de los postes, a una altura mínima de 7m sobre el suelo.

4.26.1. Cajas OPGW-Red de fibra óptica subterránea

Se encuentran en las subestaciones eléctricas a 1.20 m. de altura con respecto al piso del patio del pórtico metálico de la subestación, permiten fusionar la fibra OPGW con la fibra óptica terminal subterránea que ingresa a la casa de control de la subestación eléctrica.

Grafico 34

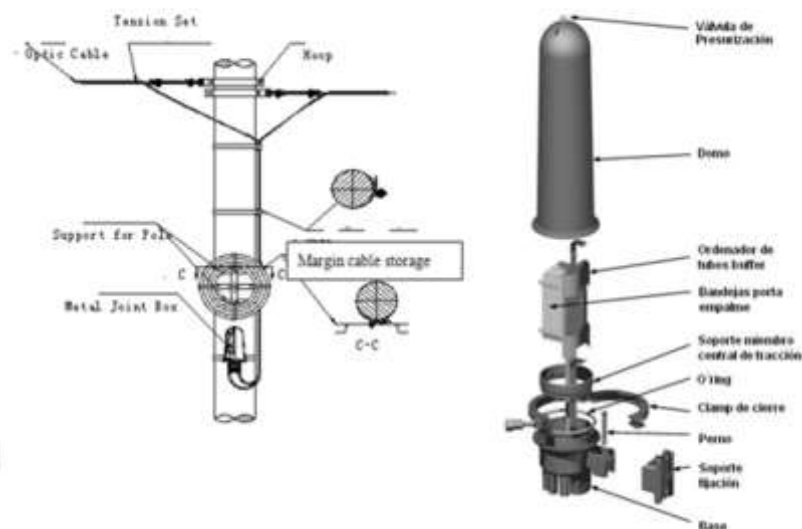
Caja de empalmes



Nota: En este grafico se visualiza caja de empalme. Tomado de: (Construcción de tramo de línea de subtransmisión entre Electroquil y Salitral, 2016)

Grafico 35

Montaje de las cajas



Nota: En este grafico se visualiza el montaje de la caja de empalme. Tomado de: (Construcción de tramo de línea de subtransmisión entre Electroquil y Salitral, 2016)

4.26.2. Terminales para el cable de fibra óptica (ODF's)

En este panel se instalarán o fusionarán protecciones de empalme, bandejas, pig tails y patch cords.

Grafico 36

Terminales de distribución para el cable de fibra óptica (ODF's)



Nota: En este grafico se visualiza Terminales de distribución para el cable de fibra óptica (ODF's). Tomado de: (Construcción de tramo de línea de subtransmisión entre Electroquil y Salitral, 2016)

Grafico 37

Terminales de distribución para el cable de fibra óptica (ODF's)



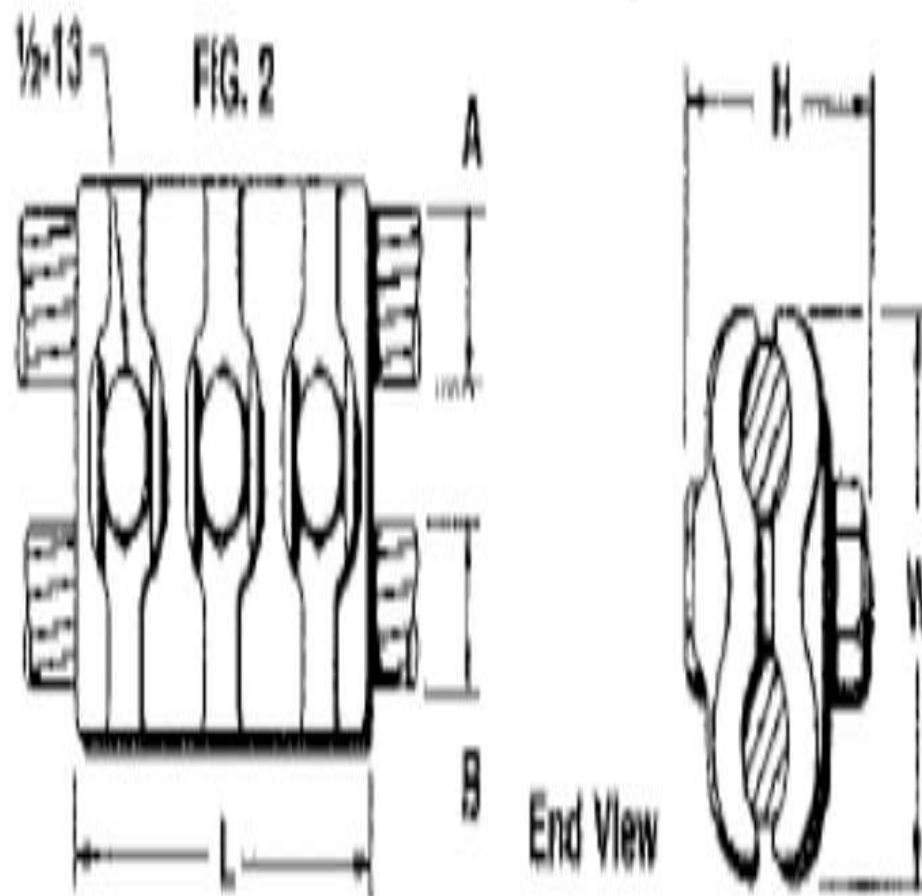
Nota: En este grafico se visualiza Terminales de distribución para el cable de fibra óptica (ODF's). Tomado de: (Construcción de tramo de línea de subtransmisión entre Electroquil y Salitral, 2016)

4.27. Conectores de aluminio para conductor

Son de aleación de aluminio de alta resistencia mecánica y con tres pernos de acero galvanizado de 3/8", apropiado para la conexión de conductores de aluminio tipo ACAR, hasta calibre 750 MCM. Los conectores de ranuras paralelas aluminio-aluminio. Los conectores para la puesta a tierra del cable OPGW forma parte de los conjuntos de suspensión o retención, respectivamente. Sus dimensiones son: L: 5"; H: 3"; W: 2-1/2"

Grafico 38

Conector para conductor de aluminio



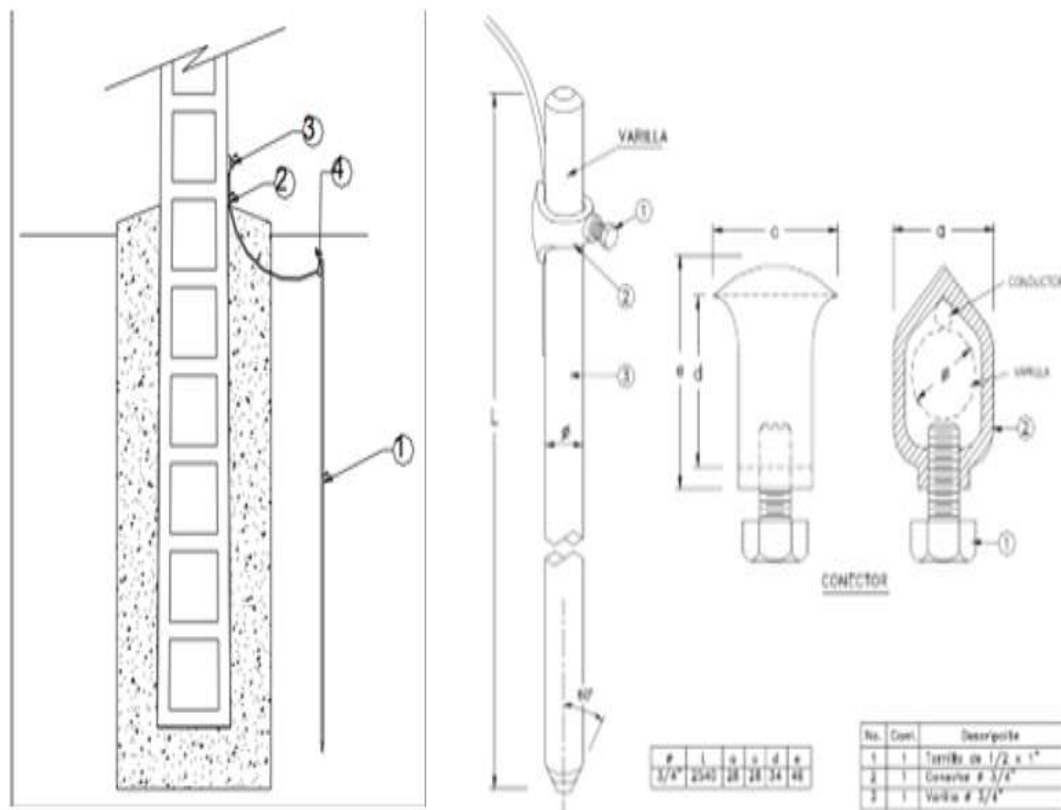
Nota: En este grafico se visualiza Terminales de distribución para el cable de fibra óptica (ODF's). Tomado de: (Construcción de tramo de línea de subtransmisión entre Electroquil y Salitral, 2016)

4.28. Varillas puestas a tierra

La conformación de este tipo de sistemas puestos a tierra, son indispensables en estos circuitos garantizando la seguridad del trabajador y protegiendo al sistema de descargas eléctricas, generalmente se utilizan varillas copperweld y cable de cobre desnudo calibre 2 AWG. La conexión entre conductor y varilla mediante el uso y aplicación de suelda exotérmica, brindando seguridad al sistema. Los conductores serán de cobre No. 4 AWG y varillas de puesta a tierra serán de $\frac{3}{4}$ " x 10'. El cable de tierra será de acero galvanizado, diámetro $\frac{1}{4}$ ", 7 hilos, recubrimiento galvanizado Clase B, grado High Strength, 0.300 Kg/m y 3,630 Kg. de carga de rotur

Grafico 39

Puesta a tierra



Nota: En este grafico se visualiza puesta a tierra. Tomado de: (Construcción de tramo de línea de subtransmisión entre Electroquil y Salitral, 2016)

4.29. Protector de línea performado

Cada juego de preformados llevará una cinta de identificación con el tamaño del conductor o cable al que corresponda y también marcas coloreadas para facilitar la alineación de las varillas durante su colocación. Tendrán la resistencia mecánica que indique la identificación. Los materiales requeridos son:

- Varilla de armar preformada para conductor de aluminio desnudo tipo ACAR, calibre 750 MCM.
- Varilla terminal preformada para cable de acero de 1/2", similar a PLP cat GDE-1108.

Grafico 40

Protector de línea preformado



Nota: En este grafico se visualiza Amortiguador para conductores Tomado de: (Construcción de tramo de línea de subtransmisión entre Electroquil y Salitral, 2016)

Tabla 11

Varilla Preformado

Rango De Diámetro		Tamaño Del Conductor Nominal (Mcm)	Longitud (Mm)	Numero De Varillas Por Conjunto
Interno Del Preformado (Mm)				
MIN	MAX			
24,81	25,32	750	2590	11

Nota: En esta tabla se visualiza Amortiguador para conductores Tomado de: (Construcción de tramo de línea de subtransmisión entre Electroquil y Salitral, 2016)

4.30. Balizas de Señalización

Cumplen la función de señalización alertando a las aérea, son tipo esfera, de poliéster reforzado con fibra de vidrio y de color naranja, de superficie totalmente lisa y recubrimientos para protección contra la radiación solar. Constan de accesorios para sujeción en cable OPGW de 24 hilos. El diámetro aproximado será de 60 cm.

4.31. Placas de aviso de peligro

Las placas de aviso de peligro serán de acero galvanizado de 0,8 mm de espesor, de 75 cm de largo y 45 cm de alto. Las letras serán realizadas mediante proceso de estampado. Las placas serán pintadas con fondo blanco por ambos lados, con letras negras “ALTO VOLTAJE PELIGRO DE MUERTE” y dibujo de un rayo con una persona en posición de caída en color rojo.

4.32. Ejecucion del trabajo de investigacion

- 1.- Se realiza la ejecucion con la aprobacion del presupuesto autilizar
- 2.- Se verifica o cordina con el departamento y el personal a ejecutar el trabajo
- 3.- Se procede a realizar la instacion e izado de postes en el area a intervenir.
- 4.- Se realiza la instalacion de herrajes por secciones
- 5.- Se realiza el izado del conductor, uniendolo al sistema conforme se construye
- 6.- Se realiza el izado de cable de guarda
- 7.- Se realiza la conexión puesta a tierra del sistema
- 8.- Se realiza la instalacion de cable OPGW, para la interconexion con la empresa distribuidora
- 9.- Se realiza la instalacion de letreros de identificación en cada estructura.
- 10.- Inicia con la desconexion del sistema instalado actualmente

11.- Se realiza la instalacion del sistema a la subestacion de subtransmisi3n 69 kV existente subestaci3n Santa Elena – Chanduy, para realizar las pruebas.

13.- Se procede a realizar el retiro y desalojo del material del anterior sistema.

4.33. Tiempo de trabajo

Los trabajos se estenderan por 300 dias, con el apoyo de un ingeniero de obra, un contratista y cinco grupos de trabajo, de cuatro personas cada uno, total de 22 personas, que deben cumplir con todas las medidas de seguridad y el facil acceso a la obra.

4.34. Presupuesto.

La ejecucion de la obra, se realizara con financiamiento privado como tambien se busca financiarlo con recursos del estado Ecuatoriano, el presupuesto que se realiza es referencial, se icluyen materiales, maquinaria, mano de obra, traslado de material y traslado de desalojo. Se muestra **en anexo 11.**

Capítulo 5

Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

El proceso de factibilidad del sistema de subtransmisión a nivel 69 kV, Subestación Santa Elena – Chanduy se llega a las siguientes conclusiones:

1. Se establece que el sistema de subtransmisión a nivel 69 kV, Subestación Santa Elena – Chanduy, ha cumplido su vida útil por el paso del tiempo.
2. El conductor se encuentra en mal estado y no cumple especificaciones técnicas.
3. El sistema actual no presenta automatización, en su cable de guarda
4. Las fallas en el sistema, causan un alto perjuicio económico a la industria del sector y a la empresa distribuidora.
5. Al repotenciar el sistema mejorará la distribución de energía, a nivel 69 kV, Subestación Santa Elena – Chanduy.

5.2. Recomendaciones

El proceso de factibilidad del sistema de subtransmisión a nivel 69 kV, Subestación Santa Elena – Chanduy se realizan las siguientes recomendaciones:

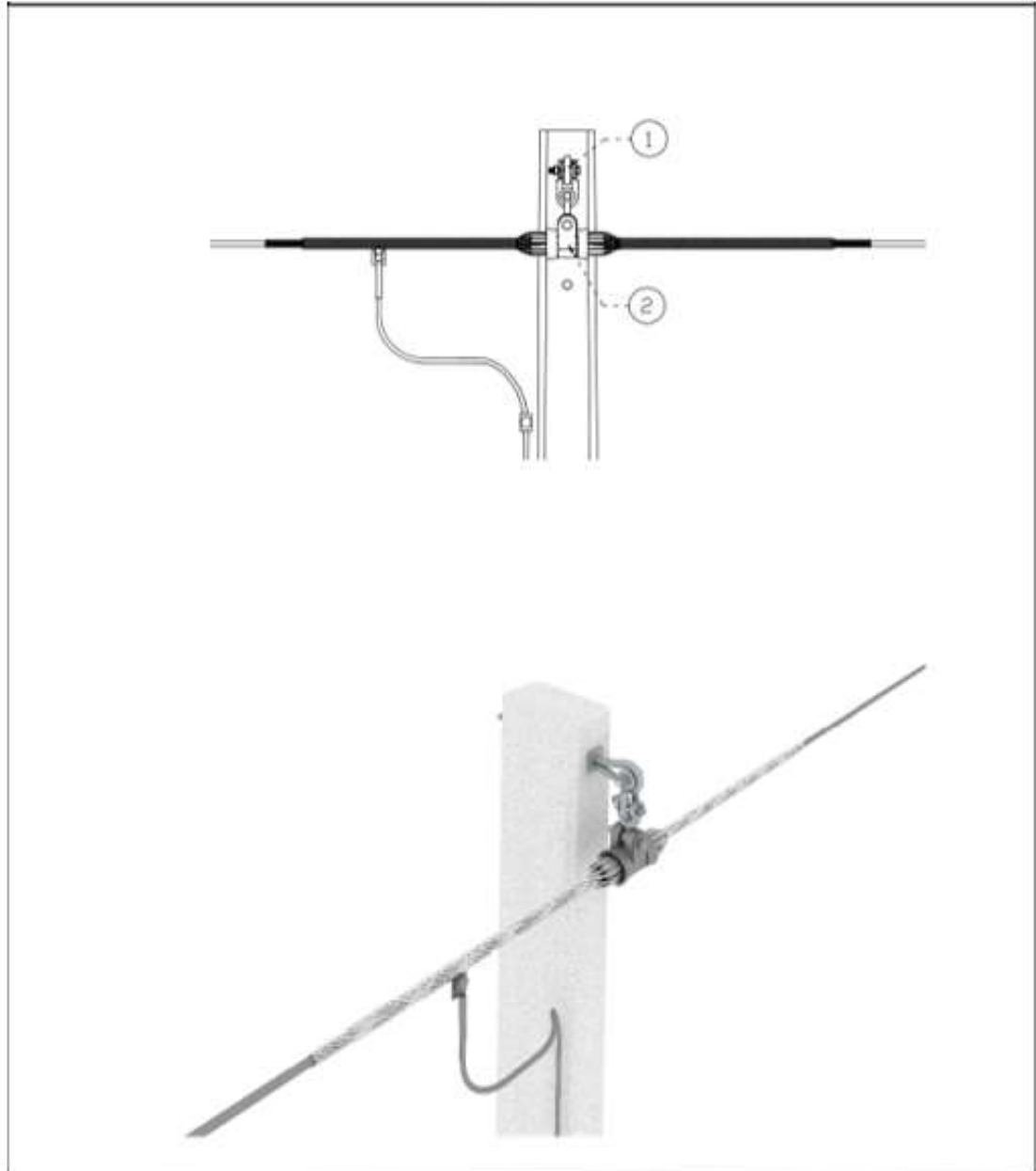
1. Se recomienda instalar un nuevo de subtransmisión a nivel 69 kV, Subestación Santa Elena – Chanduy, el existente cumple su vida útil. El conductor se encuentra en mal estado y no cumple especificaciones técnicas.
2. Al recomendar un nuevo sistema de subtransmisión a nivel 69 kV, Subestación Santa Elena – Chanduy, se reducen las pérdidas económicas, a varios sectores que reciben el servicio de este sistema.
3. Se recomienda cambiar el conductor existente a conductor 750MCM, disminuyendo las fallas por factores ambientales.
4. Se recomienda instalar cable OPGW, en el cable de guarda, con la finalidad de modernizar el sistema y mantener enlace directo y en tiempo real con el centro de control de la empresa distribuidora energía.
5. Se recomienda fortalecer el sistema a nivel 69 kV, Subestación Santa Elena – Chanduy, con la repotenciación e instalación de un nuevo sistema.

Anexos

Anexo 1: Hilo de guarda suspensión o pasante

ETE-1GS UNA VIA-HILO DE GUARDA-SUSPENSIÓN O PASANTE

LISTA DE MATERIALES				
REF	CÓDIGO	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	52819250	c/u	Perno ojo de acero galvanizado, 4 tuercas, arandelas: 4 planas y 4 presión,	1
2	132302020	c/u	Kit de suspensión para cable tipo OPGW, fibra óptica	1

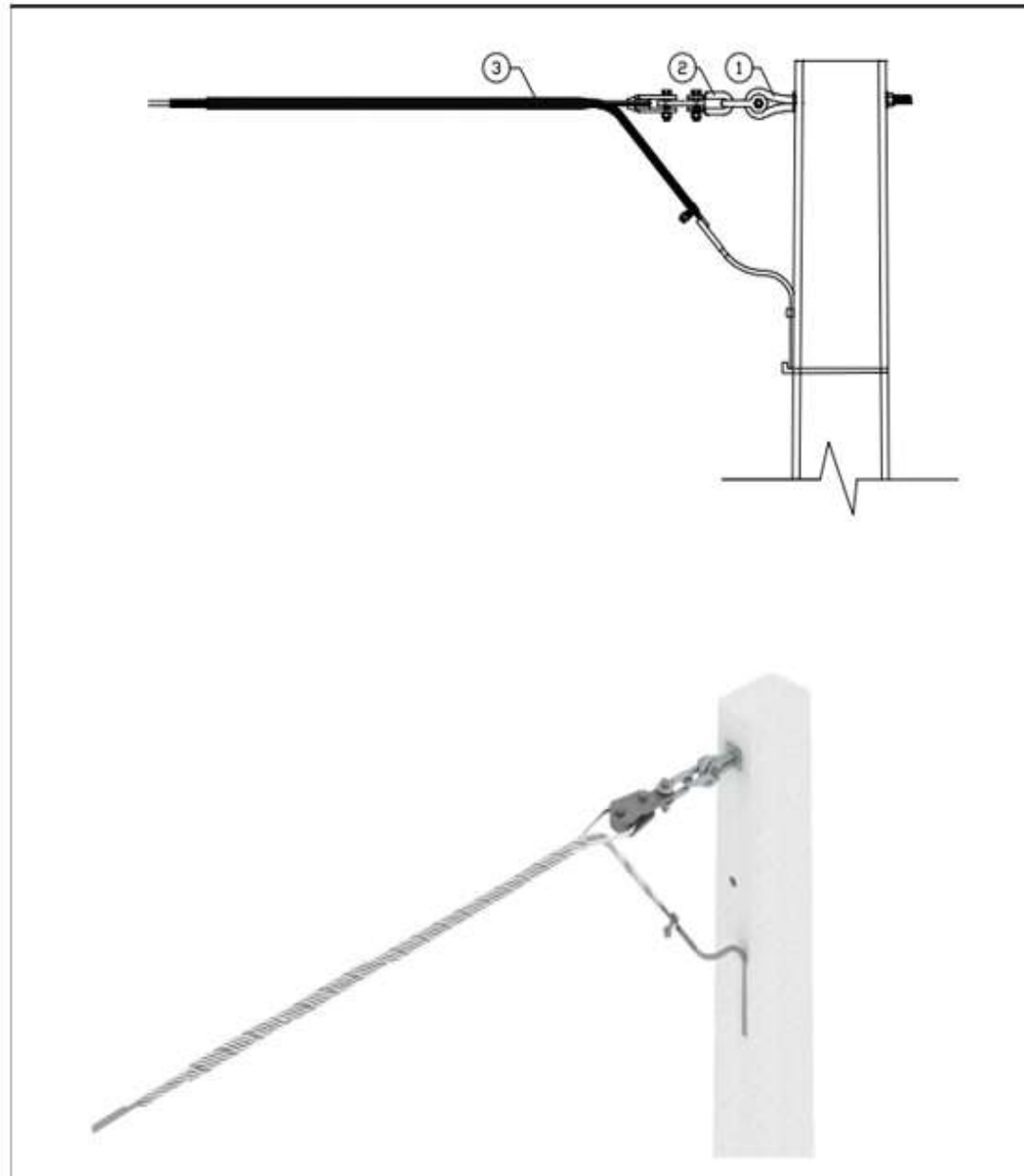


Nota: Estructura que sujeta el hilo de guarda suspensión o pasante OPGW

Anexo 2: Hilo de guarda amarre final

ETE-1GA / UNA VIA-HILO DE GUARDA AMARRE FINAL

LISTA DE MATERIALES				
REF	CÓDIGO	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	52819250	c/u	Perno ojo de acero galvanizado, 4 tuercas, arandelas: 4 planas y 4 presión, 19 x 250 mm (3/4 x 10")	1
2	130501001	c/u	Grillete "U" de acero galvanizado de 5/8", con pasador, 120 kN.	1
3	132302005	c/u	Kit de retención para cable tipo OPGW, fibra óptica	1

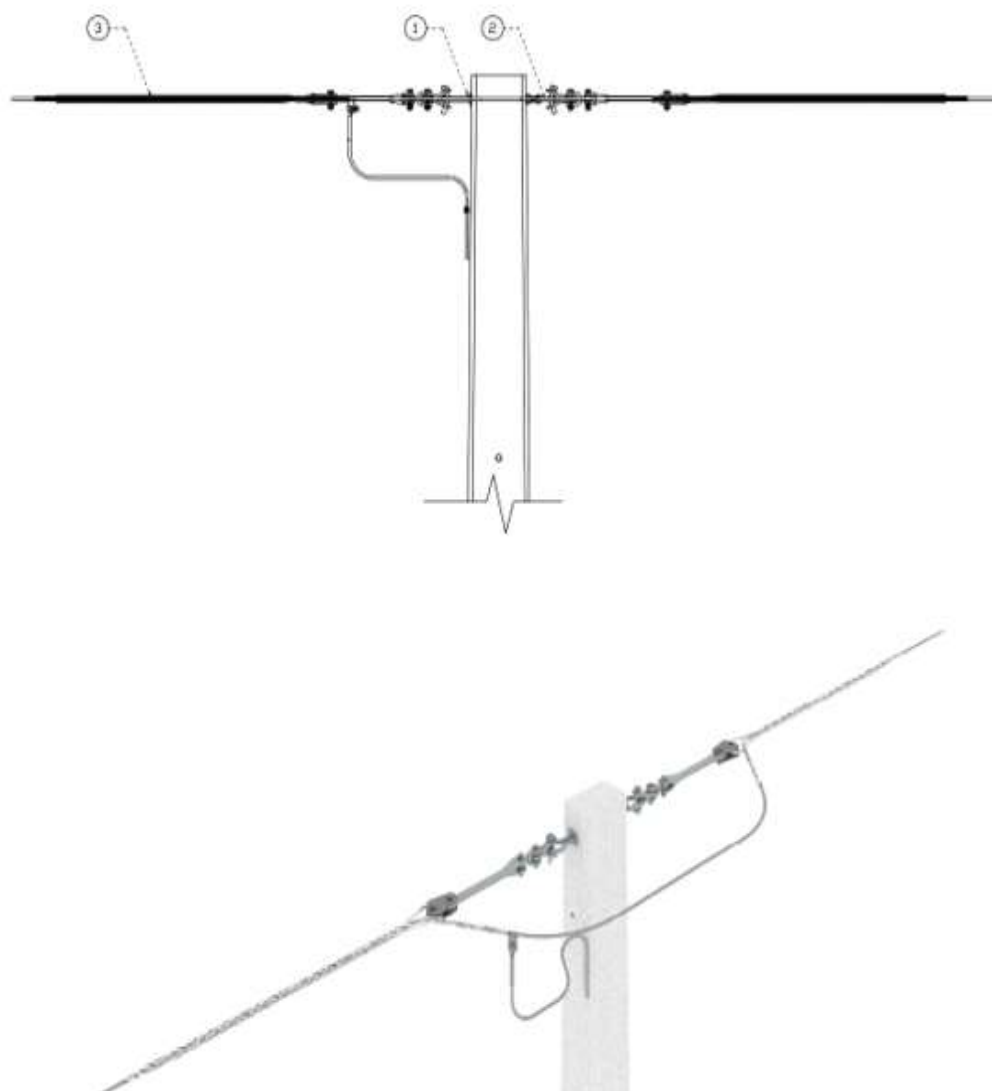


Nota: Estructura que sujeta el hilo de guarda amarre final OPGW

Anexo 3: Hilo de guarda retención pasante

ETE-1GR / UNA VIA-HILO DE GUARDA-RETENCION PASANTE

LISTA DE MATERIALES				
REF	CÓDIGO	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	52819250	c/u	Perno ojo de acero galvanizado, 4 tuercas, arandelas: 4 planas y 4 presión, 19 x 250 mm (3/4 x 10")	1
2	55201019	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, perno de 19,05 mm (3/4")	1
3	132302005	c/u	Kit de retención para cable tipo OPGW, fibra óptica	2

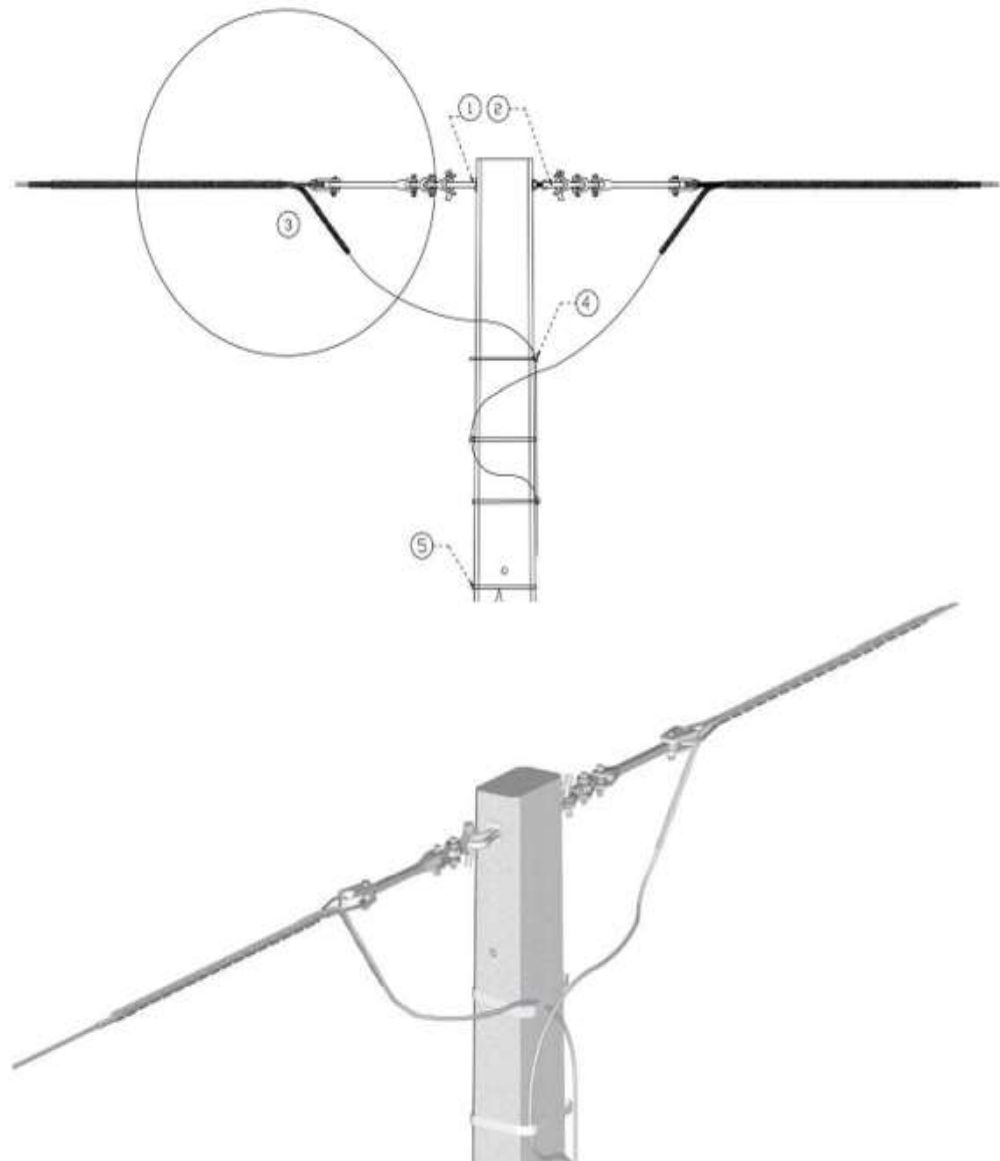


Nota: Estructura que sujeta el hilo de guarda retención pasante OPGW

Anexo 4: Hilo de guarda retención bajante

ETE-1GB / UNA VIA-HILO DE GUARDA-RETENCION BAJANTNTE

LISTA DE MATERIALES				
REF	CÓDIGO	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	52819250	c/u	Perno ojo de acero galvanizado, 4 tuercas, arandelas: 4 planas y 4 presión, 19 x 250 mm (3/4 x 10")	1
2	55201019	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, perno de 19,05 mm (3/4")	1
3	132302005	c/u	Kit de retención para cable tipo OPGW, fibra óptica	2
4	1241119	c/u	Hebilla de acero inoxidable, para fleje de 19,05 mm (3/4")	3
5	122119	m	Fleje de acero inoxidable, 19,05 mm (3/4") x 0,76 mm (2/67")	3

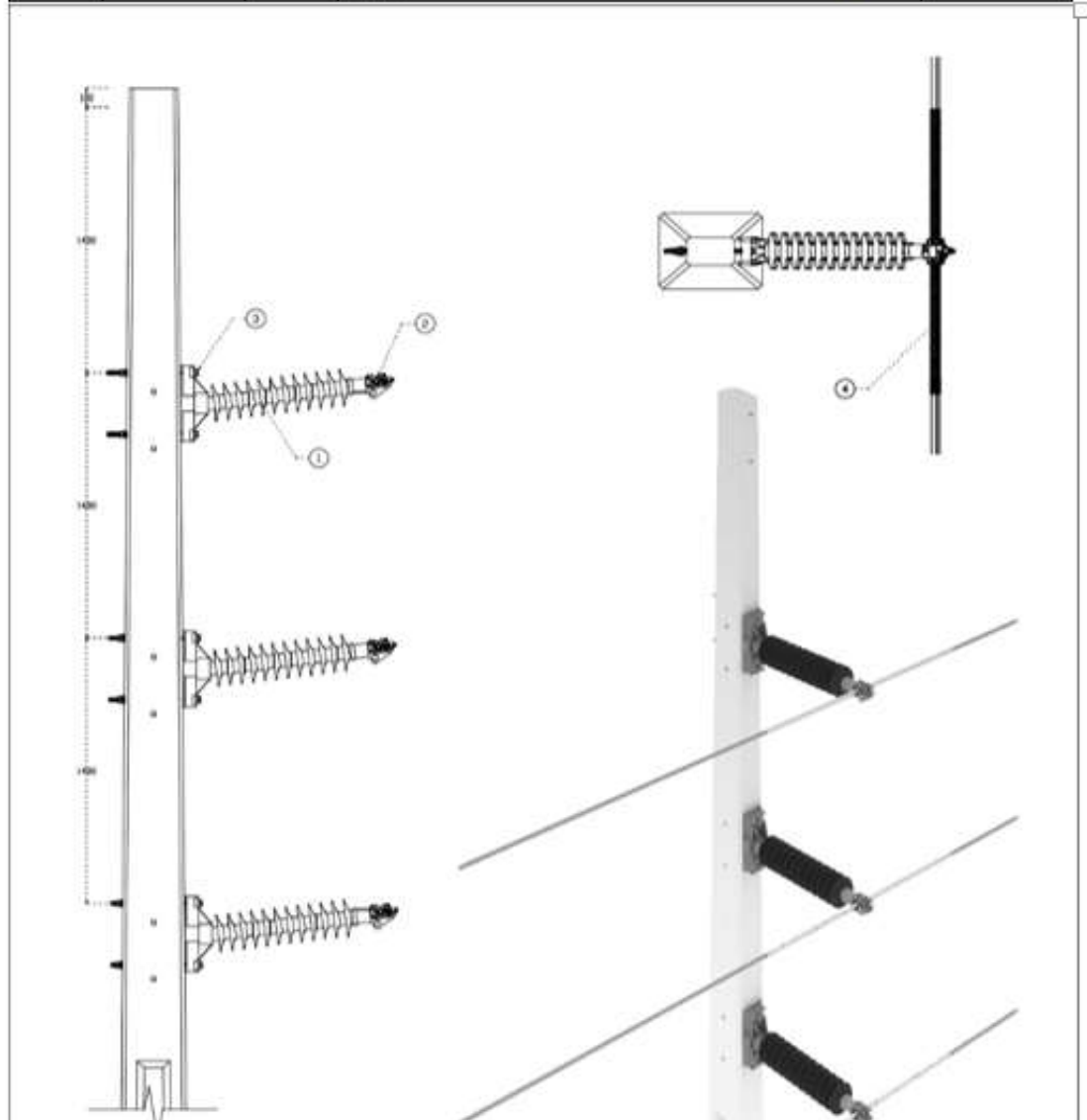


Nota: Estructura que sujeta el hilo de guarda retención bajante OPGW

Anexo 5: Estructura trifásica line post suspensión o pasante

ETN-3LS-TRIFÁSICA-LINE POST-SUSPENSIÓN O PASANTE

LISTA DE MATERIALES				
REF	CÓDIGO	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	23001369	c/u	Aislador line post, polimérico, montaje horizontal, 89 kV, ANSI 57-35	3
2	130703004	c/u	Grapa de suspensión oscilante de aleación de Al para aislador line post.	3
3	52519406	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, tuerca, arandela plana y presión, 19 x 406mm (3/4 x 18")	6
4	130905004	c/u	Varilla de armar preformada, para cable de Aluminio ACSR ó ACAR	3

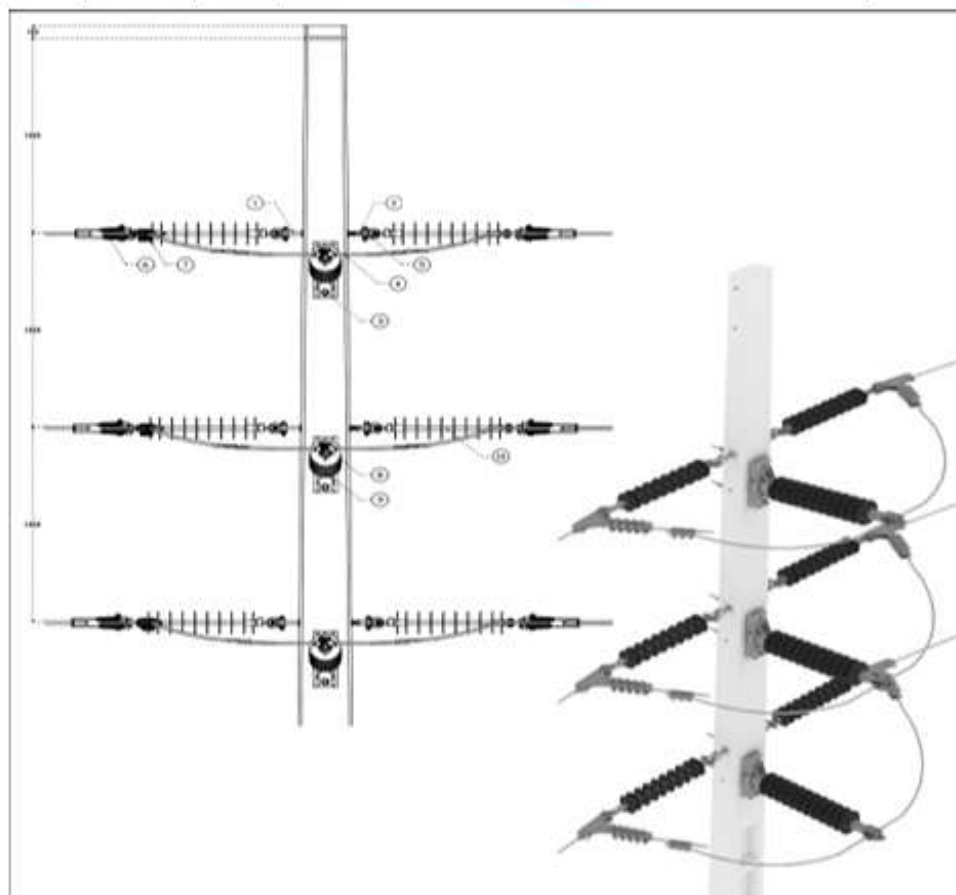


Nota: Estructura trifásica line post suspensión o pasante que sujeta el conductor

Anexo 6: Estructura trifásica bandera doble retención (> 1200)

ETN-3BD / TRIFÁSICA-BANDERA-DOBLE RETENCIÓN (<120)

LISTA DE MATERIALES				
REF	CÓDIGO	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	52819406	c/u	Perno ojo de acero galvanizado, 4 tuercas, arandelas: 4 planas y 4 presión, 19 x 406 mm (3/4 x 16")	3
2	55201019	c/u	Tuerca de ojo ovalado de acero galvanizado, perno de 19,05 mm (3/4")	3
3	52519406	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, tuerca, arandela plana y presión, 19 x 406 mm (3/4 x 16")	6
4	130905004	c/u	Varilla de amarr preformada, para cable de Aluminio ACSR ó ACAR	3
5	130501001	c/u	Grillete "U" de acero galvanizado de 5/8", con pasador, 120 kN.	6
6	130705004	c/u	Grapa terminal apemada, tipo pistola, de aleación de Al.	6
7	131701004	c/u	Conector de aleación de Al ranuras paralelas, tres pernos.	3
8	130703004	c/u	Grapa de suspensión oscilante de aleación de Al para aislador line post.	3
9	23001369	c/u	Aislador line post, polimérico, montaje horizontal, 69 kV, ANSI 57-35	3
10	20511069	c/u	Aislador de suspensión, polimérico, 69 kV, ANSI DS-69	6



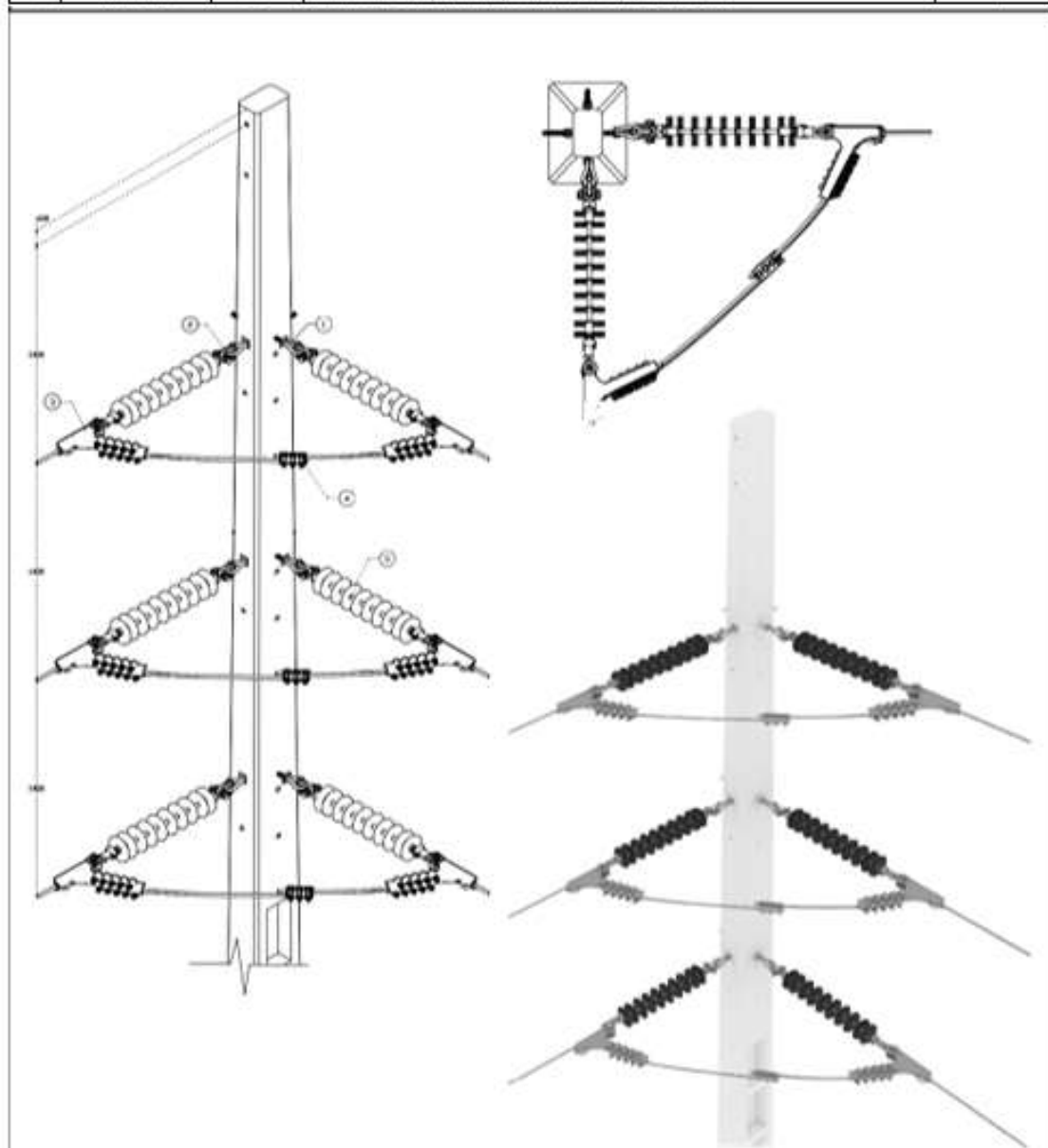
Nota: Estructura trifásica bandera doble retención (> 1200), que sostiene el conductor

Anexo 7: Estructura trifásica bandera doble retención (90)

ETN-3BD 90 / TRIFÁSICA-BANDERA-DOBLE RETENCIÓN (90)



LISTA DE MATERIALES				
REF	CÓDIGO	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	52819406	c/u	Perno ojo de acero galvanizado, 4 tuercas, arandelas: 4 planas y 4 presión, 19 x 406 mm (3/4 x 16")	6
2	130501001	c/u	Grillete "U" de acero galvanizado de 5/8", con pasador, 120 kN.	6
3	130705004	c/u	Grapa terminal apremada, tipo pistola, de aleación de Al.	6
4	131701004	c/u	Conector de aleación de Al ranuras paralelas, tres pernos.	3
5	20511069	c/u	Aislador de suspensión, polimérico, 69 kV, ANSI DS-69	6

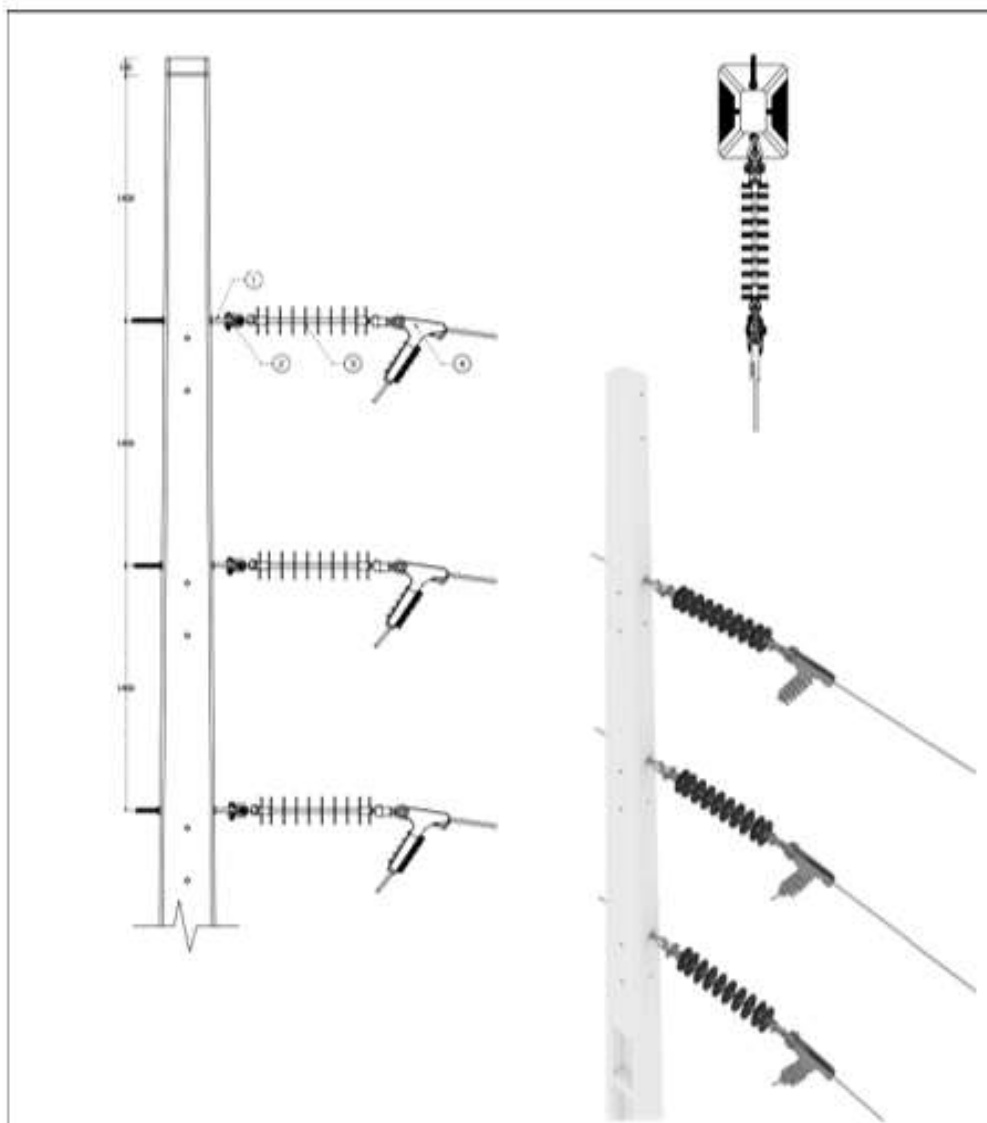


Nota: Estructura trifásica bandera doble retención (90), que sostiene los conductores

Anexo 8: Estructura trifásica bandera doble retención

ETN-3BR / TRIFÁSICA-BANDERA-RETENCIÓN

LISTA DE MATERIALES				
REF	CÓDIGO	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	52819406	c/u	Perno ojo de acero galvanizado, 4 tuercas, arandelas: 4 planas y 4 presión, 19 x 406 mm (3/4 x 16")	3
2	130501001	c/u	Grillete "U" de acero galvanizado de 5/8", con pasador, 120 kN.	3
3	20511069	c/u	Aislador de suspensión, polimérico, 69 kV, ANSI DS-69	3
4	130705004	c/u	Grapa terminal apertada, tipo pistola, de aleación de Al.	3

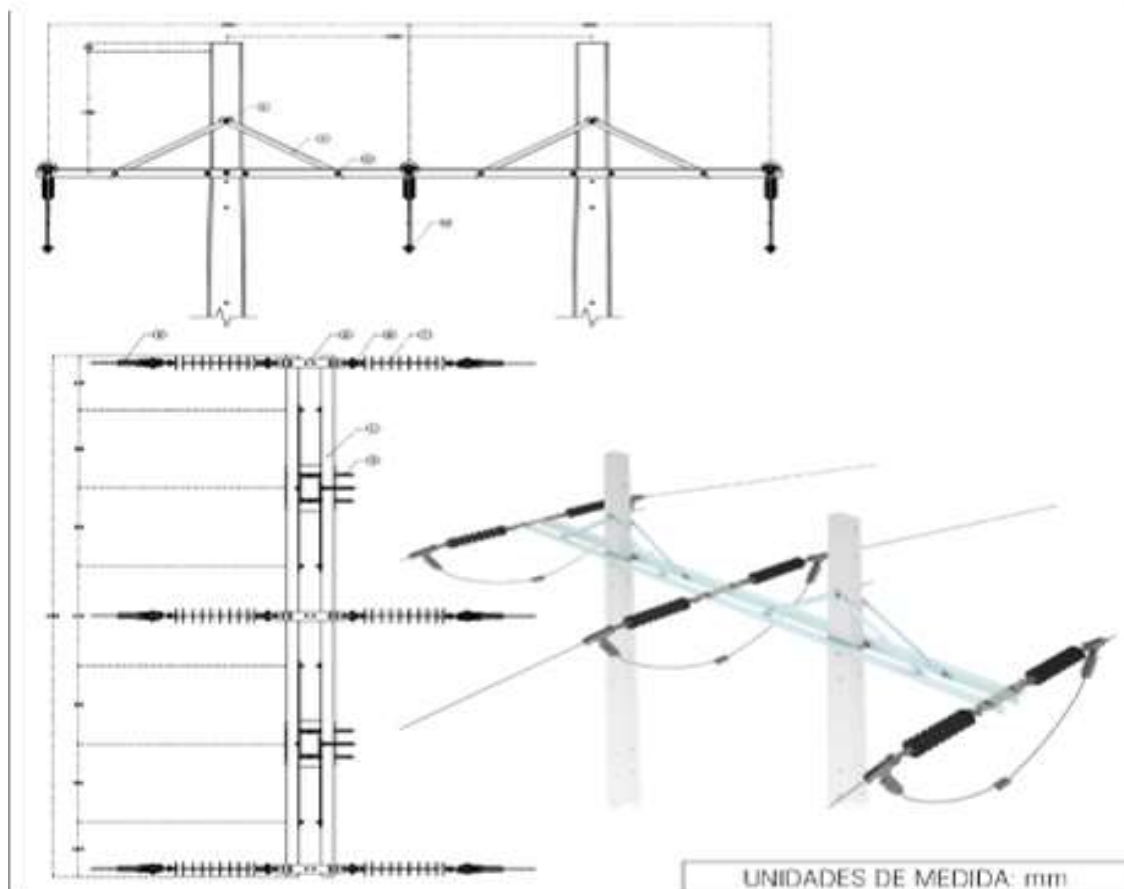


Nota: Estructura trifásica bandera doble retención, sostiene los polímeros y el conductor

Anexo 9: Estructura trifásica H en dos postes doble retención

ETN-3HD / TRIFASICA-H EN DOS POSTES-DOBLE RETENCION

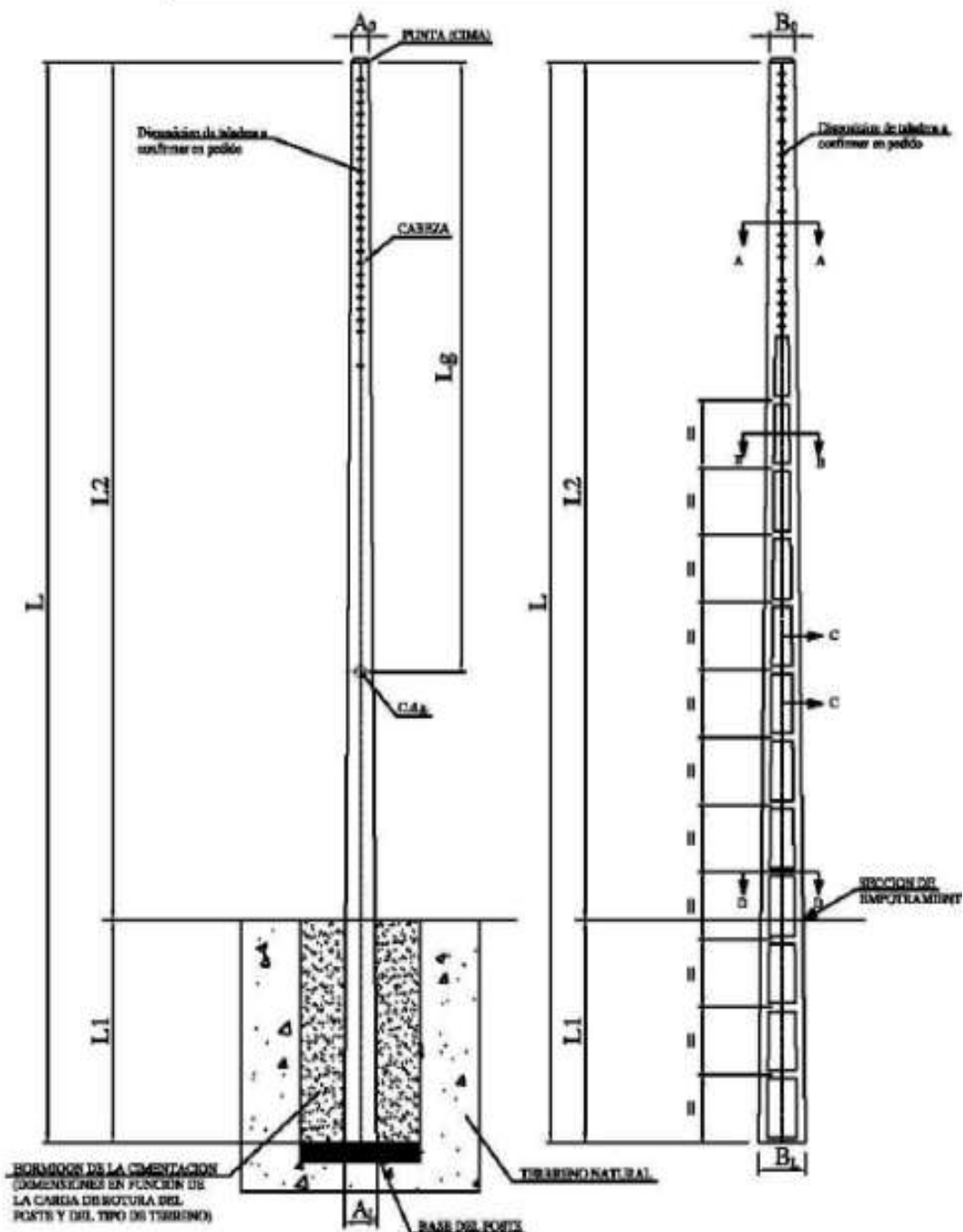
LISTA DE MATERIALES				
REF	CÓDIGO	UNID.	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD
1	51092600	c/u	Cruceta de acero galvanizado, universal, perfil "I" 100 x 100 x 10 mm (4 x 4 x 3/8") y 6 000 mm	2
2	54592060	c/u	Pletina de acero galvanizado para unión y soporte, 100 x 10 mm (4 x 3/8") y 600 mm	3
3	53219457	c/u	Perno rosca cortada de acero galvanizado, 4 tuercas, arandelas: 4 planas y 4 presión, 19 x 457 mm (3/4 x 18")	4
4	54178120	c/u	Pie amigo de acero galvanizado, pletina 75 x 10 mm (3 x 3/8") y 1200 mm	8
5	52519038	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, tuerca, arandela plana y presión, 19 x 38 mm (3/4 x 1 1/2")	20
6	52519356	c/u	Perno máquina de acero galvanizado, tuerca, arandela plana y presión, 19 x 356 mm (3/4 x 14")	2
7	20511069	c/u	Aislador de suspensión, polimérico, 69 kV, ANSI DS-69	6
8	130501001	c/u	Grillete "U" de acero galvanizado de 5/8", con pasador, 120 kN.	6
9	130705004	c/u	Grapa terminal apornada, tipo pistola, de aleación de Al.	6
10	131701004	c/u	Conector de aleación de Al las ranuras paralelas, tres pernos.	3



Nota: Estructura trifásica H en dos postes doble retención, sostiene y unifica dos postes con sus respectivas estructuras

Anexo 10: Poste H y HC

POSTES DE HORMIGON TIPOS "H" y "HC"



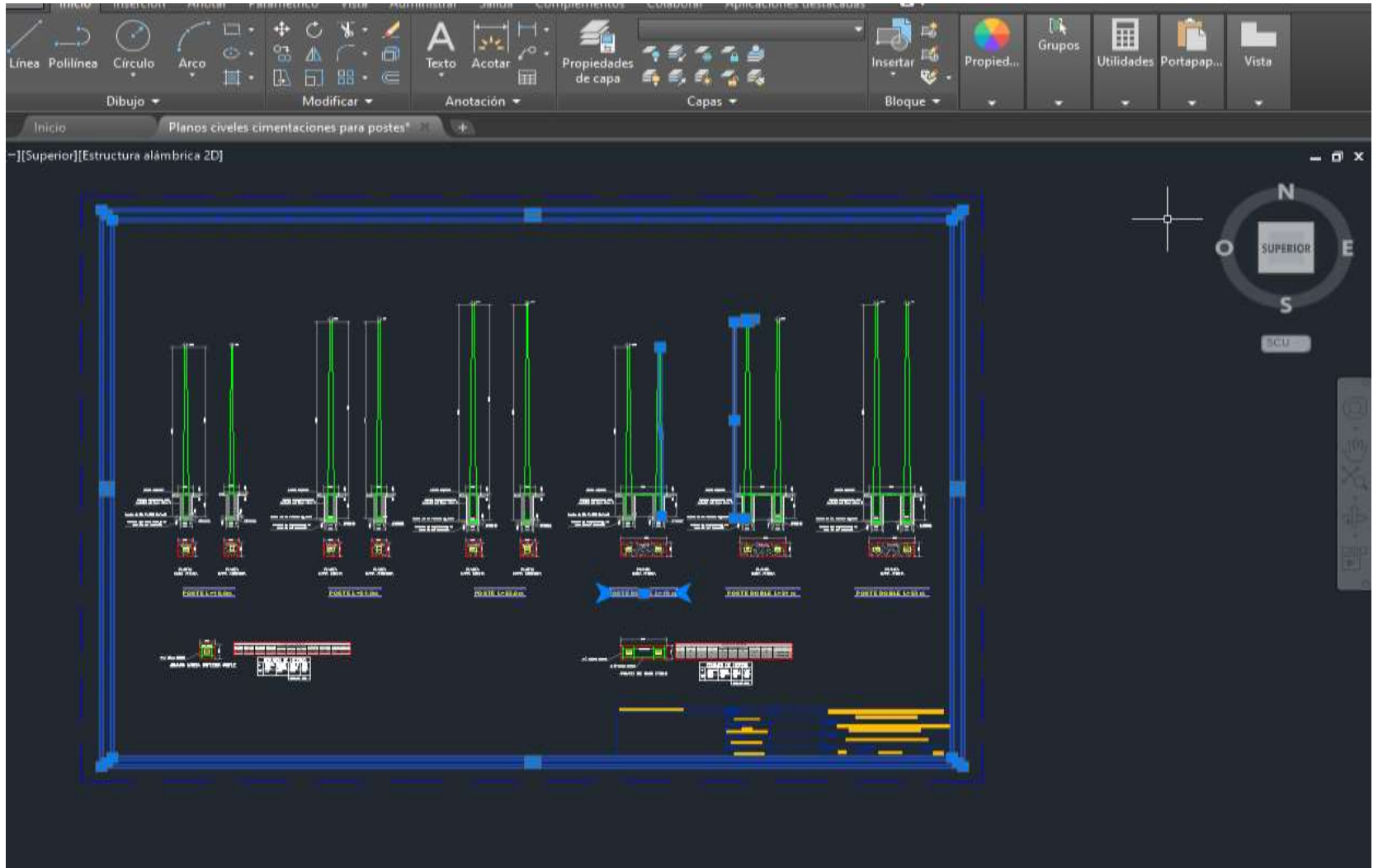
Nota: Estructura de hormigón armado, que sostiene los conductores y dan forma al diseño eléctrico de subtransmisión aéreo.

Anexo 11: Presupuesto

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	P. TOTAL
1	REPLANTEO DE ESTRUCTURAS PARA POSTES Y ESTACAMIENTO	U	160	\$63,50	\$10.160,00
2	APERTURA DE CAMINOS DE ACCESO	KM	13	\$1.200,00	\$15.600,00
3	DESBROCE, DESBOQUE Y LIMPIEZA DE FRANJA DE SERVIDUMBRE	KM	17	\$725,25	\$12.329,25
4	EXCAVACION PARA POSTE Y/O TORRES METALICAS EN MATERIAL SIN CLASIFICAR	M3	835	\$12,50	\$10.437,50
5	DESALOJO DE MATERIAL SOBRANTE DE EXCAVACIÓN PARA POSTES Y/O TORRES METALICAS	M3	835	\$9,60	\$8.016,00
6	SUSTITUCIÓN DE SUELO CON MATERIAL DE MEJORAMIENTO PARA POSTES Y/O TORRES METALICAS. MATERIAL SUB CLASE 3 (INCLUYE	M3	810	\$45,49	\$36.846,90
7	HORMIGON SIMPLE f'c=210 Kg/cm2	M3	270	\$314,25	\$84.847,50
8	ACERO DE REFUERZO f'y=4200 Kg/cm2	Kg	2384,62	\$2,94	\$7.010,78
9	ESTRUCTURA TIPO ETN-3LS, INCLUYE ACCESORIOS PARA CABLE OPGW	U	115	\$1.370,00	\$157.550,00
10	ESTRUCTURA TIPO ETN-3BD, INCLUYE ACCESORIOS PARA CABLE OPGW	U	7	\$1.270,00	\$8.890,00
11	ESTRUCTURA TIPO ETN-3BR, INCLUYE ACCESORIOS PARA CABLE OPGW	U	7	\$1.710,00	\$11.970,00
12	ESTRUCTURA TIPO ETN-3BD90, INCLUYE ACCESORIOS PARA CABLE OPGW	U	5	\$1.675,00	\$8.375,00
13	ESTRUCTURA TIPO ETN-3HD, INCLUYE ACCESORIOS PARA CABLE OPGW	U	25	\$3.305,00	\$82.625,00
14	TENSOR A TIERRA SIMPLE TAN-OTS	U	184	\$285,25	\$52.486,00
15	PUESTA A TIERRA CON UNA VARILLA COPPERWELD ALTA CAMADA KIT (Incluye varilla Copperweld de 5/8" x 10' con conector para	U	160	\$50,70	\$8.112,00
16	CABLE AL ACAR 750 MCM INCLUYE SUMINISTRO TRANSPORTE ENDIDO REGUL Y ENGRAPAMIENTO	KM	55	\$11.424,00	\$628.320,00
17	CABLE OPGW 24 FILAS TIPO ITU-T-G 652 INCLUYE SUMINISTRO, TRANSPORTE, TENDIDO REGUL Y ENGRAPADO	KM	18	\$6.750,00	\$121.500,00
18	CABLE DE FIBRA OPTICA SUBTERRANEO DE 24 FIBRAS INCLUYE SUMINISTRO TRANSPORTE Y TENDIDO	KM	0,55	\$3.945,00	\$2.169,75
19	SUMINISTRO, TRANSPORTE E IZADO DE POSTE DE H.A RECTANGULAR DE 23 M 2400KG DE CARGA ROTURA	U	160	\$3.525,89	\$564.142,40
20	AMORTIGUADOR PARA CONDUCTOR ACAR 750 MCM	U	450	\$50,00	\$22.500,00
21	AMORTIGUADOR PARA CABLE DE GUARDA (OPGW)	U	155	\$32,00	\$4.960,00
22	EMPLAME DE COMPRESIÓN A PLENA TENSION PARA CONDUCTOR ACAR 750 MCM	U	60	\$89,00	\$5.340,00
23	CAJA DE EMPALME PARA CABLE OPGW Y FUSION DE FIBRAS INCLUYE CRUCETA PARA RESERVA DE CABLE OPGW	U	10	\$960,00	\$9.600,00
24	DISTRIBUIDOR DE FIBRA OPTICA (ODF)	U	2	\$250,00	\$500,00
25	BALIZA DE SEÑALIZACION DE POLIESTER	U	37	\$165,25	\$6.114,25
26	PLACA DE AVISO DE PELIGRO	U	38	\$16,00	\$608,00
27	DESMONTAJE DE ESTRUCTURAS DE SUSPENSION EN UN SOLO POSTE Y REINGRESO DE MATERIAL A BODEGA	U	90	\$276,23	\$24.860,70
28	DESMONTAJE DE ESTRUCTURAS DE RETENSIÓN EN UN SOLO POSTE Y REINGRESO DE MATERIAL A BODEGA	U	30	\$317,00	\$9.510,00
29	DESMONTAJE DE TENSOR A TIERRA SIMPLE Y REINGRESO DE MATERIALES A BODEGA	U	41	\$59,32	\$2.432,12
30	RETIRO DE CONDUCTOR EXISTENTE U REINGRESO A BODEGA	KM	51	\$1.250,00	\$63.750,00
31	PRUEBAS Y PUESTA EN SERVICIO DE LINEA 750 MCM Y FIBRA OPTICA	U	1	\$3.958,25	\$3.958,25
32	DIGITALIZACIÓN DE INFORMACIÓN EN SIG DE POSTE DISTRIBUCIÓN O SUBTRANSMISIÓN Y TODA SU INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA	U	160	\$12,00	\$1.920,00
33	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PLACA DE IDENTIFICACIÓN PARA POSTES	U	160	\$16,00	\$2.560,00
34	GESTIÓN, APLICACIÓN Y CUMPLIMIENTO DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA)	GLB	1	\$9.895,00	\$9.895,00
SUBTOTAL					\$1.999.896,40
IVA					\$239.987,57
TOTAL					\$2.239.883,97

Nota: El anexo expone el presupuesto de la obra materiales, talento humano herramientas y transporte.

Anexo 12: Software sistema SCADA



Nota: El anexo expone el sistema Scada su conexión con el sistema de la línea 69 kV

Anexo 13: Información de desconexiones del sistema

 CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD UNIDAD DE NEGOCIO CNEL SANTA ELENA Barrio General Enriquez Gallo, Av. 12 s/n Intersección 33 y 35 La Libertad - Ecuador 2024 / Mes: Febrero KVA instalados en la Red: 420119,5 Número de clientes: 112628							
IDENTIFICACIÓN			INFORMACIÓN DE LA FALLA				
Distribuidora	Código de interrupción	Indicador de mantenimiento o falla	Etapa funcional en la que se presentó la falla	Instalación / Equipo donde se presentó la falla	Provincia	Cantón	Ubicación Estimada de la Falla
UN SANTA ELENA	STE.2024.02.0031	Falla	Distribución	Línea de Subtransmisión	Santa Elena	Santa Elena	LINEA DE SUBTRANSMISION SANTA ELENA CHANDUY (POSICION CHANDUY)
UN SANTA ELENA	STE.2024.02.0031	Falla	Distribución	Línea de Subtransmisión	Santa Elena	Santa Elena	LINEA DE SUBTRANSMISION SANTA ELENA CHANDUY (POSICION CHANDUY)
UN SANTA ELENA	STE.2024.02.0031	Falla	Distribución	Línea de Subtransmisión	Santa Elena	Santa Elena	LINEA DE SUBTRANSMISION SANTA ELENA CHANDUY (POSICION CHANDUY)
UN SANTA ELENA	STE.2024.02.0031	Falla	Distribución	Línea de Subtransmisión	Santa Elena	Santa Elena	LINEA DE SUBTRANSMISION SANTA ELENA CHANDUY (POSICION CHANDUY)
UN SANTA ELENA	STE.2024.02.0031	Falla	Distribución	Línea de Subtransmisión	Santa Elena	Santa Elena	LINEA DE SUBTRANSMISION SANTA ELENA CHANDUY (POSICION CHANDUY)
UN SANTA ELENA	STE.2024.02.0031	Falla	Distribución	Línea de Subtransmisión	Santa Elena	Santa Elena	LINEA DE SUBTRANSMISION SANTA ELENA CHANDUY (POSICION CHANDUY)
UN SANTA ELENA	STE.2024.02.0031	Falla	Distribución	Línea de Subtransmisión	Santa Elena	Santa Elena	LINEA DE SUBTRANSMISION SANTA ELENA CHANDUY (POSICION CHANDUY)
UN SANTA ELENA	STE.2024.02.0031	Falla	Distribución	Línea de Subtransmisión	Santa Elena	Santa Elena	LINEA DE SUBTRANSMISION SANTA ELENA CHANDUY (POSICION CHANDUY)
UN SANTA ELENA	STE.2024.02.0033	Falla	Distribución	Línea de Subtransmisión	Santa Elena	Santa Elena	LINEA DE SUBTRANSMISION SANTA ELENA CHANDUY (POSICION CHANDUY)
UN SANTA ELENA	STE.2024.02.0033	Falla	Distribución	Línea de Subtransmisión	Santa Elena	Santa Elena	LINEA DE SUBTRANSMISION SANTA ELENA CHANDUY (POSICION CHANDUY)
UN SANTA ELENA	STE.2024.02.0033	Falla	Distribución	Línea de Subtransmisión	Santa Elena	Santa Elena	LINEA DE SUBTRANSMISION SANTA ELENA CHANDUY (POSICION CHANDUY)
UN SANTA ELENA	STE.2024.02.0033	Falla	Distribución	Línea de Subtransmisión	Santa Elena	Santa Elena	LINEA DE SUBTRANSMISION SANTA ELENA CHANDUY (POSICION CHANDUY)
UN SANTA ELENA	STE.2024.02.0033	Falla	Distribución	Línea de Subtransmisión	Santa Elena	Santa Elena	LINEA DE SUBTRANSMISION SANTA ELENA CHANDUY (POSICION CHANDUY)
UN SANTA ELENA	STE.2024.02.0033	Falla	Distribución	Línea de Subtransmisión	Santa Elena	Santa Elena	LINEA DE SUBTRANSMISION SANTA ELENA CHANDUY (POSICION CHANDUY)
UN SANTA ELENA	STE.2024.02.0033	Falla	Distribución	Línea de Subtransmisión	Santa Elena	Santa Elena	LINEA DE SUBTRANSMISION SANTA ELENA CHANDUY (POSICION CHANDUY)
UN SANTA ELENA	STE.2024.02.0033	Falla	Distribución	Línea de Subtransmisión	Santa Elena	Santa Elena	LINEA DE SUBTRANSMISION SANTA ELENA CHANDUY (POSICION CHANDUY)
UN SANTA ELENA	STE.2024.02.0033	Falla	Distribución	Línea de Subtransmisión	Santa Elena	Santa Elena	LINEA DE SUBTRANSMISION SANTA ELENA CHANDUY (POSICION CHANDUY)

Nota: El anexo expone las desconexiones del sistema de la línea de subtransmisión 69kV Santa Elena -Chanduy

Anexo 14: Información de desconexiones del sistema

 CORPORACIÓN NACIONAL DE ELECTRICIDAD UNIDAD DE NEGOCIO CNEL SANTA ELENA Barrio General Enríquez Gallo, Av. 12 s/n Intersección 33 y 35 La Libertad - Ecuador 2021 / Mes: Octubre KVA Instalados en la Red: 420119,5 Número de clientes: 112628												
IDENTIFICACIÓN				INFORMACIÓN DE LA FALLA								
Fila	Distribuidora	Código de interrupción	Indicador de mantenimiento	Etapas funcional en la que se presentó la falla	Instalación / Equipo donde se presentó la falla	Provincia	Cantón	Sector	Ubicación Estimada de la Falla	Propiedad de la Instalación / Equipo donde se presentó la falla	Protección que Operó	Tipo
47	UN SANTA ELENA	STE.2021.10.0036	Falla	Distribución	Línea de Subtransmisión	Santa Elena	Santa Elena	POSICION CHANDUY	LINEA DE SUBTRANSMISION SANTA ELENA - CHANDUY	Público	Principal	falla
48	UN SANTA ELENA	STE.2021.10.0036	Falla	Distribución	Línea de Subtransmisión	Santa Elena	Santa Elena	POSICION CHANDUY	LINEA DE SUBTRANSMISION SANTA ELENA - CHANDUY	Público	Principal	falla
49	UN SANTA ELENA	STE.2021.10.0036	Falla	Distribución	Línea de Subtransmisión	Santa Elena	Santa Elena	POSICION CHANDUY	LINEA DE SUBTRANSMISION SANTA ELENA - CHANDUY	Público	Principal	falla
50	UN SANTA ELENA	STE.2021.10.0036	Falla	Distribución	Línea de Subtransmisión	Santa Elena	Santa Elena	POSICION CHANDUY	LINEA DE SUBTRANSMISION SANTA ELENA - CHANDUY	Público	Principal	falla
51	UN SANTA ELENA	STE.2021.10.0036	Falla	Distribución	Línea de Subtransmisión	Santa Elena	Santa Elena	POSICION CHANDUY	LINEA DE SUBTRANSMISION SANTA ELENA - CHANDUY	Público	Principal	falla
52	UN SANTA ELENA	STE.2021.10.0036	Falla	Distribución	Línea de Subtransmisión	Santa Elena	Santa Elena	POSICION CHANDUY	LINEA DE SUBTRANSMISION SANTA ELENA - CHANDUY	Público	Principal	falla
53	UN SANTA ELENA	STE.2021.10.0036	Falla	Distribución	Línea de Subtransmisión	Santa Elena	Santa Elena	POSICION CHANDUY	LINEA DE SUBTRANSMISION SANTA ELENA - CHANDUY	Público	Principal	falla
54	UN SANTA ELENA	STE.2021.10.0036	Falla	Distribución	Línea de Subtransmisión	Santa Elena	Santa Elena	POSICION CHANDUY	LINEA DE SUBTRANSMISION SANTA ELENA - CHANDUY	Público	Principal	falla

Nota: El anexo expone las desconexiones del sistema de la línea de subtransmisión 69kV Santa Elena -Chanduy

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Castellano Reyes Danny Xavier**, con C.C: # **0919291203** autor del trabajo de titulación: **Factibilidad técnica del servicio eléctrico aplicado al sistema de subtransmisión a nivel 69 kV, Subestación Santa Elena – Chanduy**, previo a la obtención del título de Ingeniero Eléctrico en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 3 de septiembre de 2024.

f. 

Castellano Reyes Danny Xavier

C.I # 0919291203

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Factibilidad técnica del servicio eléctrico aplicado al sistema de subtransmisión a nivel 69 kV, Subestación Santa Elena – Chanduy		
AUTOR(ES)	Castellano Reyes Danny Xavier		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Ing. Heras Sanchez Miguel Armando, MSc.		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería en Electricidad		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero en Eléctrico		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	3 de septiembre del 2024	No. DE PÁGINAS:	100
ÁREAS TEMÁTICAS:	Eficiencia Energetica		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Subtransmisión, subestación, fallas, técnico, calidad, regulación, aisladores, vetustez.		
RESUMEN:			
En la actualidad el sistema de subtransmisión 69 kV existente subestación Santa Elena – Chanduy, presenta múltiples fallas, de acuerdo al trabajo de investigación se determina que el sistema es obsoleto, a causa del tiempo que se encuentra instalado prestando servicio a la sociedad, con la ejecución de análisis técnico, jurídico, conceptual, concluyendo en la resolución de la propuesta. El proyecto busca corregir las fallas del sistema mediante la repotenciación, con la finalidad de suministrar energía de calidad, minimizando las fallas, en concordancia con lo establecido en la entidad reguladora de energía eléctrica. Es primordial la ejecución del presente proyecto para así analizar el comportamiento del sistema, de subtransmisión 69kV existente de la subestación Santa Elena, su troncal inicia en el cantón Santa Elena y culmina en la parroquia Chanduy, beneficiando a los habitantes de la zona costera de Santa Elena-Ecuador, actualmente se presentan desconexiones a causa de la vetustez de aisladores, cable de aluminio, postes y estructuras, elementos del sistema, que hacen viable y factible el proyecto. El diseño de la investigación cuenta con tres capítulos que versan en el análisis de teorías, metodología investigativa y propuesta, que busca implementar un nuevo sistema de subtransmisión 69 kV subestación Santa Elena, fortaleciendo el sistema con la repotenciación.			
ADJUNTO PDF:	☒ SI	☐ NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0997679686	E-mail: danny.castellano@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE):	Nombre: Ubilla Gonzalez Ricardo Xavier		
	Teléfono: 0995147293		
	E-mail: ricardo.ubilla@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			